ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΡΕΙΣ ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2011

Ημερομηνία αίτησης (δεν το απαιτούσε ο Ν. 1268/82 ο οποίος ήταν σε ισχύ όταν ξεκίνησε η εκπόνηση αυτής της διδακτορικής διατριβής)

Ημερομηνία ορισμού **Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής** Γ.Σ.: 14–01–1991

Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:

Επιβλέπων:

Τσαπαρλής Γεώργιος καθηγητής.

Μέλη:

Κατάκης Δημήτριος καθηγητής. Αντικαταστάθηκε λόγω θανάτου από τον **Παπαγεωργίου Γεώργιο καθηγητή (**απόφαση Γ.Σ.Ε.Σ. 814^{A}/01–04–2011)

Πηλίδης Γεώργιος καθηγητής

Ημερομηνία **ορισμού θέματος: 29–04–1991**

Θέμα: «Μελέτη της περιγραφικής χημείας και των προβλημάτων οργανικής σύνθεσης σε σχέση με τρεις ψυχομετρικές παραμέτρους».

ΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ Γ.Σ.Ε.Σ.: 27–05–2011

1. **Τσαπαρλής Γεώργιος, καθηγητής Τ.Χ. Παν/μίου Ιωαννίνων**
2. **Παπαγεωργίου Γεώργιος, καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε. Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης**
3. **Πηλίδης Γεώργιος, καθηγητής Τ.Β.Ε.Τ. Παν/μίου Ιωαννίνων**
4. **Βαρβούνης Γεώργιος, αναπληρωτής καθηγητής Τ.Χ. Παν/μίου Ιωαννίνων**
5. **Κώτσης Κωνσταντίνος, αναπληρωτής καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε. Παν/μίου Ιωαννίνων**
6. **Πλακίτση Αικατερίνη, επίκουρη καθηγήτρια Π.Τ.Ν. Παν/μίου Ιωαννίνων**
7. **Σταμοβλάσης Δημήτριος, λέκτορας Τ.Φ.Π. Αριστοτελείου Παν/μίου Θεσ/κης**

Έγκριση Διδακτορικής Διατριβής με βαθμό «άριστα» στις 06–07–2011

Μ Ε Λ Ε Τ Η Τ Η Σ Π Ε Ρ Ι Γ Ρ Α Φ Ι Κ Η Σ Χ Η Μ Ε Ι Α Σ Κ Α Ι Τ Ω Ν Π Ρ Ο Β Λ Η Μ Α Τ Ω Ν Ο Ρ Γ Α Ν Ι Κ Η Σ Σ Υ Ν Θ Ε Σ Η Σ Σ Ε Σ Χ Ε Σ Η Μ Ε Τ Ρ Ε Ι Σ Ψ Υ Χ Ο Μ Ε Τ Ρ Ι Κ Ε Σ Π Α Ρ Α Μ Ε Τ Ρ Ο Υ Σ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι έρευνες με θέμα τη διδακτική της χημείας που έχουν διεξαχθεί μέχρι τώρα στην Ελλάδα δεν είναι πάρα πολλές. Η διδακτική της χημείας και γενικά των φυσικών επιστημών είναι ένας κλάδος ο οποίος τώρα κάνει τα πρώτα του βήματα στη χώρα μας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα κάθε ερευνητική προσπάθεια με θέματα διδακτικής να αντιμετωπίζεται με μεγάλη δυσπιστία, καχυποψία, ειρωνεία και μεγάλη απαξίωση.

Το 1988 το Υπουργείο Παιδείας σχημάτισε μια επιτροπή η οποία είχε ως σκοπό να δημιουργήσει και να προτείνει ρεαλιστικά σχέδια μαθήματος για κάθε διδακτική ώρα έτσι ώστε να διδάσκεται η ίδια ύλη και με την ίδια σειρά σε όλα τα σχολεία της Ελλάδος. Βέβαια απώτερος σκοπό της επιτροπής ήταν η εκπόνηση νέων ρεαλιστικών προγραμμάτων σπουδών για όλα τα μαθήματα του Γυμνασίου και φυσικά και για τη χημεία.

Στην επιτροπή αυτή μετείχα ως μέλος για τη χημεία. Τότε γνώρισα για πρώτη φορά ότι εκτός από την εμπειρία πολλά πράγματα στο σχεδιασμό ενός μαθήματος μπορεί να είναι απόρροια ερευνών και μελέτης. Οι έρευνες και οι μελέτες αυτές έχουν δημιουργήσει εδώ και πολλά χρόνια τον κλάδο της γενικής και ειδικής διδακτικής. Η διδακτική με βοήθησε να επιβεβαιώσω και θεωρητικά αρκετές διδακτικές πρακτικές τις οποίες είχα προσδιορίσεις από την εμπειρία στην τάξη αλλά και να διορθώσω σημαντικά διδακτικά λάθη τα οποία έκανα μέχρι τότε.

Η επιθυμία μου να γνωρίσω περισσότερο ερευνητικά θέματα διδακτικής της χημείας με οδήγησαν να ζητήσω τη συνεργασία με τον Καθηγητή κ. Γεώργιο Τσαπαρλή ο οποίος τη δέχτηκε με μεγάλη προθυμία. Αποτέλεσμα της συνεργασίας αυτής αποτελεί η διατριβή αυτή.

Είναι εύλογο, μετά την ολοκλήρωση μιας εργασίας τέτοιας, όπως είναι μια διδακτορική διατριβή, να νοιώθει κανείς χρέος του να ευχαριστήσει θερμά όλους όσους συνέβαλαν, ο καθένας με τον τρόπο του, στην ολοκλήρωση της.

Πρώτα από όλους ευχαριστώ τον επιβλέποντα την εργασία αυτή Καθηγητή κ. Γεώργιο Τσαπαρλή α) για την επιλογή και οριοθέτηση του θέματος, β) για την αμέριστη συμπαράσταση και βοήθεια κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας και την εκπόνηση της εργασίας, Η καθοδήγησή του ήταν καθοριστική για την ποιότητα της. γ) για την καταληκτική και ουσιαστική βοήθεια του στην δημιουργία των εργασιών που έχουν παρουσιαστεί στα Πανευρωπαϊκά συνέδρια και στα διεθνή περιοδικά, δ) για την συνεχή

ενθάρρυνση και επιμονή του να μην εγκαταλείψω την προσπάθειά μου και να ολοκληρώσω την συγγραφή της εργασίας αυτής μετά από διάφορα ατυχήματα τα οποία μου συνέβησαν. Για όλα αυτά τον ευχαριστώ θερμά.

Θερμά ευχαριστώ τον αείμνηστο καθηγητή κ. Δημήτριο Κατάκη στη μνήμη του οποίου αφιερώνεται η διατριβή αυτή. Μου έκανε τη μεγάλη τιμή να μετάσχει στην τριμελή συμβουλευτική επιτροπή και να παρακολουθήσει την εξέλιξη της έρευνας. Μου συμπαραστάθηκε απεριόριστα, με την μεγάλη εμπειρία του συνέβαλε σημαντικά στη ορθή οργάνωση της έρευνα ώστε να αποφευχθούν λάθη και παλινωδίες. Με ενθάρρυνε σε στιγμές κάμψης και μου υπέδειξε με τη στάση του το πνεύμα που πρέπει διακρίνει τον αληθινό επιστήμονα, την αστείρευτη και ανιδιοτελή δίψα για γνώση που δεν γνωρίζει όρια ενδιαφερόντων.

Επίσης ευχαριστώ θερμά καθηγητή κ. Γεώργιο Πηλίδη για τη τιμή να μετάσχει στην τριμελή συμβουλευτική επιτροπή. Με τη βαθειά γνώση του στην Οργανική Χημεία συνέβαλε σημαντικά σε όλα τα μέρη της εργασίας τα οποία σχετίζονται με την Οργανική Χημεία.

Ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής τα οποία είχαν τη υπομονή και διέθεσαν μέρος από τον πολύτιμο χρόνο τους για να διαβάσουν το κείμενο. Οι υποδείξεις τους ήταν πολύ σημαντικές και εύστοχες. Έτσι συνέβαλαν ώστε να διορθωθούν αρκετά λάθη στο τελικό κείμενο. Τον καθηγητή **κ.** Παπαγεωργίου Γεώργιο, ο οποίος αντικατέστησε τον αείμνηστο καθηγητή κ. Δημήτριο Κατάκη, τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Βαρβούνη Γεώργιο, τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Κώτση Κωνσταντίνο, την επίκουρη καθηγήτρια κ. Πλακίτση Αικατερίνη και το λέκτορα κ. Σταμοβλάση Δημήτριο.

Ακόμα ευχαριστώ θερμά τους καθηγητές χημείας δημοσίων σχολείων και φροντιστηρίων κ. Μ. Κουσαθανά, κ. Ε. Ζαρωτιάδου, κ. Μπέση Μπάμπη και κ. Αθανασίου Δημήτριο οι οποίοι διέθεσαν τα τμήματα στα οποία δίδασκαν για την διεξαγωγή των τεστ και έτσι συνέβαλαν σημαντικά στην αύξηση του δείγματος. Το δείγμα μάλιστα από τα φροντιστήρια ήταν πολύ πολύτιμο διότι οι μαθητές αντιμετώπιζαν για πρώτη φορά τέτοια τεστ και έτσι δημιούργησαν ένα διδακτικά και γνωστικά πιο ανόθευτο δείγμα το οποίο είχε ανάγκη η έρευνα.

Ιδιαίτερα όμως νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά όλους τους μαθητές, Δημοσίων Σχολείων και Φροντιστηρίων από την Αττική, τα Ιωάννινα και την Άρτα οι οποίοι μετείχαν σε μερικά ή και σε όλα τα τμήματα της έρευνας αυτής. Χωρίς την

ηθελημένη συμμετοχή τους, την προθυμία τους και την ειλικρινή τους προσπάθεια δεν θα είχε πραγματοποιηθεί η έρευνα αυτή.

Πολλές ευχαριστίες οφείλω στην οικογένειά μου, που στάθηκε δίπλα μου όλα αυτά χρόνια πάντα με κατανόηση και υπομονή. Στα παιδιά μου Ματίνα και Δημήτρη από τα οποία στέρησα σε τρυφερή ηλικία την ουσιαστική παρουσία και βοήθειά μου για ατελείωτες ώρες. Στην αγαπημένη μου σύζυγο Αναστασία Γεωργιάδου η οποία μου παραστάθηκε, με πίεζε διακριτικά και μου ζητούσε να με βοηθήσει όλα αυτά τα χρόνια που είχε στοιχειώσει η συγγραφή της διατριβής και φαινόταν να μη τελειώνει. Την ευχαριστώ πολύ από τα βάθη της καρδιά μου

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Ω Ν

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΕΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....17

1.1 ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ 17

1.1.1 Η διδακτική της Χημείας.....17

1.1.2 Οι έρευνες στη διδακτική των φυσικών επιστημών.....18

1.2 Η ΧΗΜΕΙΑ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ (ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΚΑΙ ΛΥΚΕΙΟ) 19

1.2.1 Το περιεχόμενο των σπουδών στη Α΄ λυκείου.....19

1.2.2 Το περιεχόμενο των σπουδών στη Β΄ λυκείου.....20

1.2.3 Το περιεχόμενο των σπουδών στη Γ΄ λυκείου.....21

1.3 ΟΙ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΡΟΘΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑΣ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΑΞΗ.....22

1.4 Η ΑΦΟΡΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΗ ΕΡΕΥΝΑ.....23

1.5 Η ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΡΟΚΕΙΜΕΝΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....24

1.5.1 Η διδακτική μεταφορά.....26

1.5.2 Οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών (conceptions).....27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

Η ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΚΑΙ Η ΑΝΑΓΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ

2.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....29

2.1 Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ PIAGET.....33

2.1.1 Η διαδικασία της γνωστικής ανάπτυξης.....33

2.1.2 Οι περίοδοι ανάπτυξης.....37

2.1.3 Η εκπαιδευτική χρήση της θεωρίας του Piaget.....39

2.1.4 Σημεία κριτικής.....40

2.1.5 Συμπεράσματα.....41

2.2 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΟΥ R. CASE.....42

2.2.1 Σχεδιασμός αποτελεσματικής διδασκαλίας βασισμένος σε αρχές της εξελικτικής Ψυχολογίας 42
2.2.2 Τα εμπειρικά χαρακτηριστικά των δοκιμασιών νοητικής ανάπτυξης 42
2.2.3 Τα θεωρητικά χαρακτηριστικά των δοκιμασιών νοητικής ανάπτυξης... 43
2.2.4 Η σχέση εμπειρικών και θεωρητικών χαρακτηριστικών 45
2.2.5 Τα θεωρητικά χαρακτηριστικά της αποτελεσματικής διδασκαλίας την οποία ορίζει ο Case 46
2.2.6 Πρακτικές εφαρμογές της εξελικτικής προσέγγισης..... 52
2.3 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΟΥ Α.Η. JOHNSTONE 53
2.3.1 Η Χημεία σε τρία επίπεδα. Μακροσκοπικό-Μικροσκοπικό-Συμβολικό. 53
2.3.2 Η επανάσταση του 1960 στα προγράμματα σπουδών 56
2.3.3 Ένα χρήσιμο μοντέλο λειτουργίας της σκέψης..... 57
2.3.4 Εφαρμόζοντας το μοντέλο στη μάθηση της χημείας 58
2.3.5 Η εργαστηριακή διδασκαλία 60
2.3.6 Κανόνες για αποτελεσματική πρακτική εργασία..... 61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΤΑ ΤΕΣΤ ΜΕ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΜΕΤΡΗΘΗΚΑΝ ΟΙ ΤΡΕΙΣ ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

3.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 63
3.1 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΜΕΛΕΤΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ 64
3.2 ΟΙ ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ 72
3.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET 73
3.3.1 Γενικά για τη θεωρία του Piaget 73
3.3.2 Διάκριση των μαθητών του δείγματος σε επίπεδα νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget 74
3.3.3 Το τεστ του A. E. Lawson (Lawson' s test of logical reasoning) 75
3.3.4 Κατανομή των μαθητών του δείγματος σε επίπεδα νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget 76
3.4 ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 78
3.4.1 Γενικά για τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας..... 78

3.4.2 Διάκριση των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.....79
3.4.3 Το τεστ των αντιστρόφων αριθμών (the Digit Backward Span test - DBS).....79
3.4.4 Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα την χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ.....80
3.5 Ο ΒΑΘΜΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ 81
3.5.1 Γενικά για την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο 81
3.5.2 Διάκριση των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα το βαθμό εξάρτησης από το πεδίο 83
3.5.3 Το τεστ του Witkin των ενσωματωμένων σχημάτων (Witkin's Group Embedded Figures' Test - GEFT).....84
3.5.4 Κατανομή των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο 85
3.6 Η ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΤΕΣΤ 86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

Η ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

4.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....103
4.1 Η ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.....103
4.2 ΤΟ «ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟ» ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΟΥ GAGNE 105
4.2.1 Γενικά 105
4.2.2 Βασικές θεωρητικές θέσεις 106
4.2.3 Είδη μάθησης.....106
4.2.4 Εσωτερικές διαδικασίες μάθησης 109
4.2.5 Εφαρμογές στην οργάνωση και διεξαγωγή της διδασκαλίας 110
4.3 Η ΑΦΟΜΟΙΩΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΟΥ AUSUBEL.....111
4.3.1 Γενικά 111
4.3.2 Βασικές αρχές της διδασκαλίας κατά την μέθοδο του Ausubel.....114
4.3.3 Έρευνες που ακολούθησαν την θεωρία του Ausubel.....115
4.3.4 Συμπεράσματα.....116

4.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ REIF 116

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

Η Ιεραρχικη Μεθοδος Διδασκαλιας της Περιγραφικης Χημειας: Πειραματικη Αξιολογηση

5.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 117
5.1 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ 117
5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 118
5.2.1 Το ερώτημα και η υπόθεση 118
5.2.2 Ο σχεδιασμός 119
5.2.3 Το δείγμα 120
5.2.4 Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα τις δύο από τις τρείς ψυχομετρικές παραμέτρους 120
5.3 Η ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 122
5.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ 124
5.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 125
5.6 ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 142
5.7 ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 143

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

Οι Επεξηγησεις στην Περιγραφικη Χημεια: Η Γνωμη των Μαθητων για την Συμβολη τους στην Μαθηση

6.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 145
6.1 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΙΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΤΗΣ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗΣ 146
6.1.1 Η επεξήγηση και πρόγνωση ως συστατικά στοιχεία και η σημασίας τους στις «φυσικές έννοιες» 150
6.1.2 Έννοιες οι οποίες έχουν εισαχθεί για τη μελέτη των επεξηγήσεων των μαθητών 153
6.1.3 Αιτιότητα και επεξήγηση 153
6.2 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ 154
6.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 155

6.3.1 Το ερώτημα και η υπόθεση 155
6.3.2 Ο σχεδιασμός 155
6.3.3 Το δείγμα.....156
6.3.4 Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα τις τρείς ψυχομετρικές παραμέτρους.....157
6.4 Η ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....158
6.4.1 Μαθητές δημόσιων σχολείων και φροντιστηρίων 158
6.4.2 Φοιτητές.....159
6.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ.....159
6.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 159
6.6.1 Μαθητές δημόσιων σχολείων και φροντιστηρίων 159
6.6.2 Πρωτοετείς φοιτητές.....177
6.7 ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 180
6.8 ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ 182

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ. ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΩΝ JOHNSTONE ΚΑΙ EL–BANNA

7.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....187
7.1 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ.....189
7.2 Η ΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΜΙΑ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ 190
7.2.1 Γενικά 190
7.2.2 Τι ονομάζουμε πρόβλημα.....191
7.3 ΘΕΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΤΗ ΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....193
7.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ 193
7.4.1 Μέθοδος του Polya 193
7.4.2 Μέθοδος του Reif.....195
7.4.3 Μέθοδος για τη βελτίωση της ικανότητας λύσης προβλημάτων.....195
7.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΛΥΤΗ 196
7.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 197
7.7 Η ΝΕΟΠΙΑΖΕΤΕΙΑ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ PASCUAL - LEONE.....197

7.7.1 Γενικά 197
7.7.2 Η θεωρία του Pascual-Leone των λειτουργικών δομικών τελεστών (constructive operators) 199
7.7.3 Τα βασικά σημεία της νεοπιαζέτειας θεωρίας του Pascual - Leone 202
7.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ..... 206

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ JOHNSTONE - EL-BANNA ΜΕΣΩ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ

8.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 207
8.1 ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ 207
8.1.1 Ποια προβλήματα λέμε οργανικής σύνθεσης 207
8.1.2 Γιατί επελέγησαν τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης για να μελετηθεί το μοντέλο Johnstone - El-Banna 209
8.2 Η ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ 215
8.2.1 Το τεστ των αντίστροφων αριθμών. (The Digit Backward Span test– DBS) 215
8.3 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ 216
8.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 217
8.4.1 Το ερώτημα και η υπόθεση 217
8.4.2 Ο σχεδιασμός 217
8.4.3 Το δείγμα 218
8.4.4 Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα την χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ 219
8.5 Η ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 220
8.5.1 Δημόσια σχολεία 220
8.5.2 Φροντιστήρια 228
8.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ 231
8.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 235
8.7.1 Το σύνολο του δείγματος 235
8.7.2 Δημόσια σχολεία 255
8.7.3 Φροντιστήρια 274

8.7.4 Ειδικές περιπτώσεις 293
8.8 ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 301

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9ο

ΒΑΘΜΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ

9.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 305
9.1 Ο ΒΑΘΜΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ ΠΕΔΙΟΥ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ 306
9.1.1 Το τεστ του Witkin των ενσωματωμένων σχημάτων (Witkin's Group Embedded Figures Test - GEFT) 307
9.2 ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ 307
9.2.1 Το τεστ Lawson για τη νοητική ανάπτυξη κατά Piaget (Lawson's test of logical reasoning) 309
9.3 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ 310
9.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 311
9.4.1 Το ερώτημα και η υπόθεση 311
9.4.2 Ο σχεδιασμός 312
9.4.3 Το δείγμα 313
9.3.4 Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα το βαθμό ανεξαρτησίας από το πεδίο 314
9.4.5 Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα τη νοητική ανάπτυξη κατά Piaget 315
9.5 Η ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 316
9.5.1 Δημόσια σχολεία 316
9.5.2 Φροντιστήρια 316
9.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ 317
9.6.1 Βαθμός ανεξαρτησίας από το πεδίο 317
9.6.2 Επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget 319
9.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 319
9.7.1 Βαθμός ανεξαρτησίας από το πεδίο 319
9.7.1.1 Το σύνολο του δείγματος 319

9.7.1.2 Δημόσια σχολεία 333
9.7.1.3 Φροντιστήρια 347
9.7.2 Επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget 360
9.7.3 Σύγκριση της επίδοσης ανάμεσα στον βαθμό ανεξαρτησίας από το πεδίο και επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget 373
9.8 ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 375

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ 377
ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ 393

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 1ο

ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΕΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι έρευνες με θέμα τη διδακτική της χημείας που έχουν διεξαχθεί μέχρι τώρα στην Ελλάδα δεν είναι πάρα πολλές. Η διδακτική της χημείας και γενικά των φυσικών επιστημών είναι ένας κλάδος ο οποίος τώρα κάνει τα πρώτα του βήματα στη χώρα μας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα κάθε ερευνητική προσπάθεια με θέματα διδακτικής να αντιμετωπίζεται με μεγάλη δυσπιστία, καχυποψία, ειρωνεία και μεγάλη απαξίωση.

Βέβαια έρευνες στο χώρο της διδακτικής στις Η.Π.Α., στην Ευρώπη και γενικά στον υπόλοιπο Κόσμο έχουν ξεκινήσει εδώ και περίπου πενήντα χρόνια με αποτέλεσμα να έχει δημιουργηθεί μια αρκετά σημαντική βιβλιογραφία πάνω στην οποία βασίστηκε η έρευνα αυτή και η οποία βοήθησε σημαντικά να ξεπεραστούν αρκετές δυσκολίες οι οποίες εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια της πραγματοποίησης της.

Είναι αυτονόητο ότι σε κάποιες περιπτώσεις έγιναν κάποιες αλλαγές σε σχέση με την διεθνή βιβλιογραφία και πρακτική για να αντιμετωπισθούν οι ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η ελληνική κοινωνία, το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και οι στρεβλώσεις που δημιουργούν συνήθως στις εξετάσεις οι μαθητές.

1.1 ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

1.1.1 Η διδακτική της Χημείας

Η «χημεία του δασκάλου» τοποθετείται μεταξύ της «χημείας του χημικού» και της «χημείας του μαθητή».

Ο δάσκαλος της χημείας είναι αυτός που οφείλει να δημιουργήσει τις διδακτικές καταστάσεις, ώστε να περάσει τις χημικές έννοιες με τον κατάλληλο τρόπο στο μαθητή, χωρίς να προδώσει την επιστήμη και να μυήσει τον αμύητο μαθητή στις επιστημονικές αλήθειες. Ο δάσκαλος οφείλει να κατέχει άριστα:

α) την επιστήμη που θα διδάξει

β) τους διδακτικούς τρόπους της προσέγγισης των εννοιών γνωρίζοντας τους μηχανισμούς της μάθησης, δηλαδή τις διεργασίες που γίνονται στο μυαλό του μαθητή, και τη διαχείριση της σκέψης (θεωρίες μάθησης)

γ) τις νοητικές δυνατότητες του υποκείμενου της μάθησης ανάλογα με τη βιολογική ηλικία και τη νοητική του ωριμότητα.

Τόσο στη χημεία όσο και στις άλλες φυσικές επιστήμες οι διδάσκοντες απαντούν μεγάλες δυσκολίες στη διδασκαλία τους όπως και οι μαθητές στην εκμάθησή τους. Αυτό αποτελεί ένα ισχυρό κίνητρο για έρευνα στη διδακτική των επιστημών αποδεκτό από όλους. Εξάλλου οι κοινωνικές απαιτήσεις, που επικυρώνουν τις διδακτικές πράξεις αποσκοπώντας στην οικειοποίηση της γνώσης και στη μετάγγιση των επιστημονικών γνώσεων, αποτελούν ένα δεύτερο ενδιαφέρον σημείο για τη διδακτική έρευνα.

1.1.2 Οι έρευνες στη διδακτική των φυσικών επιστημών

Οι τομείς έρευνας σήμερα στη διδακτική των φυσικών επιστημών μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις μείζονες κατηγορίες:

1. έρευνες σχετικά με τις προσλαμβάνουσες ιδέες (conceptions) και τη δικαιολόγησή τους σε διάφορους κλάδους των φυσικών επιστημών

2. έρευνες στην επίλυση προβλημάτων. Οι γνώσεις και τα πορίσματα των ερευνών της πρώτης ομάδας εμπεριέχονται εν μέρει στη δεύτερη (εννοιολογική αλλαγή ή εννοιολογική και μεθοδολογική αλλαγή) και αντανακλούν σιωπηρά μια επιλογή υποθέσεων πάνω στη μάθηση των φυσικών επιστημών.

3. Στην τρίτη ομάδα οι λέξεις κλειδιά που υπεισέρχονται στις δραστηριότητες της έρευνας είναι αυτές του «μοντέλου» και της «μοντελοποίησης». Πρόκειται για προτάσεις διδακτικής τακτικής (στρατηγικές). Οι ιδέες των ερευνητών πάνω στα «μοντέλα», όπως συμβαίνει και στα στάδια «επαγωγής» (υποθετικό-συμπερασματική προσέγγιση), δεν είναι συμπίπτουσες.

Για κάθε δάσκαλο που καταφεύγει στη διδακτική και κρατά τις υποχρεώσεις του δασκάλου της τάξης, η άποψη «στρατηγική», ως υποκινητής μιας αποτελεσματικής παρέμβασης στο εκπαιδευτικό γίγνεσθαι, εμφανίζεται γοητευτική. Πάντως ο πλέον προσφιλής χώρος διεύρυνσης για τους διδακτικούς της χημείας είναι ο εννοιολογικός και εκεί προσανατολίζονται οι περισσότερες έρευνες σε Ευρώπη και Αμερική. Παραμένει όμως ακόμη σε επίπεδο διαπιστώσεων χωρίς να προτείνεται σαφώς η διδακτική ακολουθία των χημικών εννοιών.

1.2 Η ΧΗΜΕΙΑ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ (ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΚΑΙ ΛΥΚΕΙΟ)

Η χημεία στο ελληνικό γυμνάσιο διδάσκεται ως αυτόνομο μάθημα στις δύο μεγαλύτερες τάξεις δηλαδή στα δύο τελευταία χρόνια της 9χρονης υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Στο ωρολόγιο εβδομαδιαίο πρόγραμμα αφιερώνεται για αυτήν μια μόνο ώρα. Η ύλη των δύο τάξεων έχει μια λογική συνέχεια στο Αναλυτικό Πρόγραμμα: Γενική χημεία-Ανόργανη χημεία-Οργανική χημεία.

Από έρευνα όμως του ΥΠΕΠΘ το 1988 η πλειονότητα των γυμνασίων κάλυπτε μετά βίας τα τρία πρώτα κεφάλαια. Έτσι δεν υπάρχει λογική συνέχεια με την ύλη της επόμενης τάξης και παραλείπονται ουσιώδεις έννοιες απαραίτητες για την κατανόηση των επομένων εννοιών.

Αντίστοιχα στο ελληνικό λύκειο η χημεία διδάσκεται ως αυτόνομο μάθημα και στις τρεις τάξεις. Στην πρώτη αφιερώνεται για αυτήν μια μόνο ώρα την εβδομάδα, στη δεύτερη τάξη αφιερώνεται δύο ώρες εβδομαδιαίως μέχρι τις 20 Ιανουαρίου και μια ώρα μέχρι τέλος του έτους. Στην τρίτη και τελευταία τάξη αφιερώνονται τρεις ώρες την εβδομάδα. Το Αναλυτικό Πρόγραμμα στη πρώτη τάξη περιλαμβάνει Γενική και Ανόργανη χημεία. Στη δεύτερη τάξη το Αναλυτικό Πρόγραμμα προβλέπει να διδαχθούν Γενική, Ανόργανη και Οργανική χημεία. Στη τρίτη τάξη το Αναλυτικό Πρόγραμμα περιλαμβάνει Γενική και Οργανική χημεία.

1.2.1 Το περιεχόμενο των σπουδών στη Α΄ λυκείου

Στη Α΄ τάξη του λυκείου το περιεχόμενο σπουδών περιλαμβάνει

Φυσικά και χημικά φαινόμενα, Σύσταση της ύλης, Νόμοι της χημείας, Ατομική και μοριακή θεωρία, Οι τρεις φυσικές καταστάσεις της ύλης, Διαλύματα, Σύμβολα των στοιχείων, Χημική τύποι, Χημικές εξισώσεις, Χημική συγγένεια, Σθένος, Ρίζες, Υδρογόνο, Οξυγόνο , Όζον, Νερό, Υπεροξείδιο του υδρογόνου, Αλογόνα, Υδραλογόνα Θείο και ενώσεις του Θείου, Άζωτο, Φωσφόρος, Αρσενικό, Αντιμόνιο, Άνθρακας, Πυρίτιο, Βόριο και ενώσεις του Βορίου.

Στην πράξη από τη παραπάνω ύλη καλύπτεται συνήθως η γενική χημεία δηλαδή μέχρι τις ρίζες. Σπάνια διδάσκονται το υδρογόνο και το οξυγόνο. Βέβαια η ύλη αυτή είναι αρκετά εκτεταμένη και δεν μπορεί να διδαχθεί με μία ώρα την εβδομάδα που διατίθεται από το ωρολόγιο πρόγραμμα.

Υπάρχουν όμως και άλλα αίτια. Το κυριότερο είναι η απώλεια διδακτικών ωρών λόγω έλλειψης διδασκόντων, απεργιών, καταλήψεων, συνεδριάσεων του συλλόγου των διδασκόντων, συνελεύσεων, εκλογών κ.α. από τα οποία πλήττονται κυρίως τα μονόωρα μαθήματα . Έτσι δεν υπάρχει λογική συνέχεια με την ύλη της επόμενης τάξης και παραλείπονται ουσιώδεις έννοιες απαραίτητες για την κατανόησή της.

1.2.2 Το περιεχόμενο των σπουδών στη Β΄ λυκείου

Στη Β΄ τάξη του λυκείου το περιεχόμενο σπουδών περιλαμβάνει δύο μέρη. Το πρώτο μέρος έχει θέματα από γενική και ανόργανη χημεία. Το μέρος αυτό διαπραγματεύεται:

Κατάταξη των στοιχείων – Περιοδικό σύστημα, Σύγχρονη ατομική θεωρία (δομή της ύλης), Θεωρία της ηλεκτρολυτικής διαστάσεως – Ηλεκτρόλυση. Νόμοι της ηλεκτρολύσεως, Οξέα – Βάσεις – Άλατα, Γενικά για τα μέταλλα και τα κράματα, Μέταλλα των αλκαλίων (Νάτριο – Κάλιο), Μέταλλα των αλκαλικών γαιών (Μαγνήσιο – Ασβέστιο), Αργίλιο (αλουμίνιο) – Κασσίτερος – Μόλυβδος, Χαλκός – Άργυρος – Χρυσός, Ψευδάργυρος – Υδράργυρος – Χρώμιο – Μαγγάνιο, Σίδηρος – Κοβάλτιο – Νικέλιο – Λευκόχρυσος, Ράδιο – Ουράνιο, Υπερουράνια στοιχεία - Ακτινίδες

Το δεύτερο μέρος έχει θέματα από οργανική χημεία και διαπραγματεύεται:

Εισαγωγή – σύσταση και κατάταξη των οργανικών ενώσεων, Ονοματολογία των οργανικών ενώσεων, Κορεσμένοι υδρογονάνθρακες, Ακόρεστοι υδρογονάνθρακες, Αλκοόλες, Αιθέρες, Καρβονυλικές ενώσεις (Αλδεΰδες και κετόνες), Οργανικά οξέα (καρβονικά οξέα), Αμινοξέα και πρωτεΐνες, Υδατάνθρακες (Σάκχαρα), Αρωματικές ενώσεις, Δεψικές ύλες – Βυρσοδεψία, Υδραρωματικές ενώσεις, Αλκαλοειδή, Βιταμίνες –

Ορμόνες – Ένζυμα, Χημειοθεραπεία, Εντομοκτόνα, Συνθετικές υφαντικές ύλες, Πλαστικά – Τεχνητές ύλες – Ρητίνες.

Στην πράξη από τη παραπάνω ύλη καλύπτεται συνήθως από το πρώτο μέρος η γενική χημεία, τα γενικά για τα μέταλλα και τα κράματα, το νάτριο και το κάλιο. Σπάνια διδάσκονται το μαγνήσιο και το ασβέστιο. Από το δεύτερο μέρος διδάσκονται συνήθως από την εισαγωγή μέχρι και οι αλκοόλες.

Η ύλη και εδώ είναι αρκετά εκτεταμένη και δεν μπορεί να διδαχθεί στο χρόνο που διατίθεται από το ωρολόγιο πρόγραμμα ενώ ισχύουν επιπλέον και τα αίτια που αναφέρθηκαν για την Α΄ τάξη του λυκείου.

1.2.3 Το περιεχόμενο των σπουδών στη Γ΄ λυκείου

Στη Γ΄ τάξη του λυκείου όπως και στη Β΄ τάξη το περιεχόμενο σπουδών περιλαμβάνει δύο μέρη. Το πρώτο μέρος έχει θέματα από γενική χημεία και διαπραγματεύεται:

Ιδιότητες μη ηλεκτρολυτικών διαλυμάτων, Χημική αντίδραση, Ταχύτητα αντιδράσεων και παράγοντες που την επηρεάζουν, Χημική ισορροπία, Ηλεκτρονική θεωρία του σθένους – Χημικοί δεσμοί, Ιδιότητες των ηλεκτρολυτικών διαλυμάτων, Οξείδωση – Αναγωγή, Τα κυριότερα βιομηχανικής σημασίας ανόργανα οξέα και βάσεις, Μελέτη της κατασκευής των κραμάτων.

Το δεύτερο μέρος έχει θέματα από οργανική χημεία και διαπραγματεύεται:

Εισαγωγή, Σύσταση των οργανικών ενώσεων, Ονοματολογία – Ισομέρεια των οργανικών ενώσεων, Οργανικές αντιδράσεις, Υδρογονάνθρακες, Αλκυλαλογονίδια, Οι κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες, Αιθέρες, Καρβονυλικές ενώσεις (Αλδεΰδες και κετόνες), Οργανικά οξέα (καρβονικά οξέα), Εστέρες, Οπτική ισομέρεια, Αζωτούχες ενώσεις, Αμινοξέα, Υδατάνθρακες, Αρωματικές ενώσεις, Πολυμερή.

Το μάθημα της χημείας είναι ένα από τα μαθήματα των οποίων η επίδοση στις απολυτήριες εξετάσεις υπολογίζεται για την εισαγωγή των μαθητών στη τριτοβάθμια εκπαίδευση. Συγκεκριμένα η επίδοση στο διαγώνισμα της χημείας στις απολυτήριες εξετάσεις υπολογίζεται για την εισαγωγή των μαθητών στις σχολές της Α΄ δέσμης (Πολυτεχνείο, Θετικές Επιστήμες, Γεωπονία) και της Β΄ δέσμης (Ιατρική, Φαρμακευτική). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αφενός οι εξετάσεις να γίνονται με τρόπο ο οποίος να εξασφαλίζει το αδιάβλητο και την ισονομία για όλου, αφετέρου η διδασκομένη ύλη να καθορίζεται από το Υπουργείο Παιδείας και να αφορά όλα τα σχολεία της χώρας.

Έτσι από τη παραπάνω ύλη διδάσκονται από το πρώτο μέρος της γενικής χημείας, όλα από την αρχή μέχρι και η οξείδωση – αναγωγή και από το δεύτερο μέρος από την εισαγωγή μέχρι και η οπτική ισομέρεια.

Πάντως αυτό το οποίο συμβαίνει στα γυμνάσια δηλαδή να καλύπτεται μικρό μέρος της ύλης με αποτέλεσμα να μην υπάρχει λογική συνέχεια με την ύλη της επόμενης τάξης και να παραλείπονται ουσιώδεις έννοιες απαραίτητες για την κατανόηση των επομένων εννοιών ισχύει και για τις δύο πρώτες τάξεις του λυκείου..

1.3 ΟΙ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΡΟΘΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑΣ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Στις οδηγίες του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για το σχολικό έτος 1995-1996 (τεύχος Γ' σελ. 36-38) όσον αφορά το μάθημα της χημείας στο Λύκειο ορίζονται:

Η διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας στο Λύκειο επιδιώκει σε γενικές γραμμές τους ίδιους σκοπούς με τη διδασκαλία του μαθήματος στα Γυμνάσιο, αλλά σε μεγαλύτερο πλάτος και βάθος, με τη θεωρητικότερη θεμελίωση, των παρεχομένων ερμηνειών, τη συστηματικότερη διερεύνηση των αιτίων και τη συχνότερη χρήση του μαθηματικού λογισμού.

Συγκεκριμένα επιδιώκεται:

α. Να γνωρίσουν οι μαθητές τα φυσικά και χημικά φαινόμενα, ώστε να κατανοήσουν του νόμους και να προχωρήσουν στην ερμηνεία τους.

β. Να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών για την επιστημονική έρευνα στο χώρο της Φυσικής και της Χημείας, να αναπτυχθεί η παρατηρητικότητά τους, η ερμηνευτική του διάθεση, η πρωτοβουλία, η συνεργατικότητα και η κρίση τους και να αποκτήσουν τη ικανότητα να εκμεταλλεύονται τα πορίσματα των επιστημών αυτών στις πρακτικές εφαρμογές για τη βελτίωση των όρων διαβιώσεως του ανθρώπου.

γ. Να ασκηθούν οι μαθητές στην παρατήρηση και στα πείραμα γιο τη σπουδή του υλικού κόσμου.

δ. Έμμεσος τέλος σκοπός του μαθήματος είναι: Να γνωρίσουν οι μαθητές τη συμβολή στις φυσικές επιστήμες των μεγάλων επιστημόνων της ανθρωπότητας και κυρίως των αρχαίων Ελλήνων, ώστε να συνειδητοποιήσουν ότι η πρόοδος των επιστημών προϋποθέτει μόχθο, αυτοθυσία και αγάπη προς τον άνθρωπο.

Όσον αφορά τις οδηγίες για τη διδασκαλία ξεκινούν με την παρακάτω πρόταση:

«Στο Λύκειο η Χημεία όπως και η Φυσική, είναι πειραματική. Επομένως η διεξαγωγή απλών πειραμάτων σε κάθε διδακτική ώρα είναι απαραίτητη, εφόσον η διδακτική ενότητα προσφέρεται. .....»

Έπονται παραπάνω από δυο πυκνογραμμένες σελίδες (που αποτελούν και το σύνολο οδηγιών) αφιερωμένες αποκλειστικά στην οργάνωση του μαθήματος σε πειραματική βάση. Οι οδηγίες εξαίρουν το πείραμα επίδειξης ως το καταλληλότερο και αναλύουν με κάθε λεπτομέρεια πως πρέπει να ετοιμάζεται και να εκτελείται.

Παρ' όλη την έμφαση που δίνεται στον πειραματικό χαρακτήρα του μαθήματος και την ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών στα πειράματα, τα τελευταία εμφανίζονται σπανίως ως καθόλου στο σχολικό γίγνεσθαι εκτός ελαχίστων φωτεινών εξαιρέσεων που επιβεβαιώνουν τον κανόνα. Οι λόγοι είναι πολλοί: κυρίως είναι οι ίδιοι οι διδάσκοντες, που είτε δεν έχουν τη διάθεση είτε αισθάνονται ανασφαλείς λόγω ελλιπούς κατάρτισης είτε τους αποθαρρύνει η έλλειψη κινήτρων. Ένας άλλος παράγοντας είναι η πενιχρή υλικοτεχνική υποδομή (κτιριακές εγκαταστάσεις, εξοπλισμός εργαστηρίου, συγχρονισμός προγραμμάτων κτλ.). Αποτέλεσμα της έλλειψης του πειράματος είναι:

1. οι μαθητές να μην έχουν μακροσκοπική αντίληψη των χημικών φαινομένων, ώστε να τους δημιουργηθούν τα ερωτηματικά που καλείται να ερμηνεύσει με τη σειρά της η μικροσκοπική ή μοριακή χημεία.

2. οι διδάσκοντες να εργάζονται αποκλειστικά σε θεωρητικό επίπεδο, γεμίζοντας τον πίνακα με χημικές εξισώσεις που για τους μαθητές δεν αντιπροσωπεύουν παρά ανιαρά και δυσνόητα σύμβολα. Αυτό που από πολλούς χαρακτηρίζεται ως «κιμωλιοχημεία». Ο πιο ασφαλής τρόπος, για να αντιπαθήσουν οι μαθητές τη χημεία από την πρώτη τους επαφή με αυτή.

1.4 Η ΑΦΟΡΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΗ ΕΡΕΥΝΑ

Από έρευνες οι οποίες έχουν διεξαχθεί δείχνουν μια τάση ισχύος του προτεινόμενου μοντέλου επίλυσης των προβλημάτων των Johnstone-EI-Banna αλλά όχι πολύ πειστικά. Από συζήτηση προέκυψε ότι μια από τις βασικές αίτιες είναι ότι είναι δύσκολο να προσδιοριστούν ο αριθμός των βημάτων στη λύση ενός προβλήματος. Έτσι προέκυψε ότι αν χρησιμοποιούσαμε τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης για τα οποία θα καθορίζαμε ότι κάθε αντίδραση την οποία έπρεπε να χρησιμοποιήσει ο μαθητής για τη λύση του

προβλήματος ήταν και ένα βήμα είχαμε έναν πολύ καθαρό τρόπο για να προσδιορίζουμε τα βήματα του κάθε προβλήματος. Αυτό ήταν το έναυσμα για να ξεκινήσει η οργάνωση και εκτέλεση της έρευνας αυτής.

1.5 Η ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΡΟΚΕΙΜΕΝΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Με την παραπάνω αφορμή άρχισε να σχεδιάζεται η έρευνα και το πρώτο το οποίο έπρεπε να διεξαχθεί ήταν ένα τεστ με το οποίο θα μετρούσαμε τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών. Για τη μέτρηση αυτή επιλέχτηκε το τεστ των αντίστροφων αριθμών, το οποίο είναι τμήμα του τεστ που δημιούργησε ο Wechsler (l955). Από την πρώτη εφαρμογή του φάνηκαν ότι οι Έλληνες μαθητές έχουν μια διαφορετική αντιμετώπιση των πάσης φύσεως τεστ με αποτέλεσμα να αλλοιώνουν τη ορθή εκτέλεση του άρα και την αξιοπιστία του. Το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με τον τρόπο ο οποίος αναφέρεται στην υποπαράγραφο 3.4.3

Εκτός όμως από το πρόβλημα με τη διεξαγωγή του τεστ στη διεξαγωγή της έρευνα αντιμετωπίσαμε και πρόβλημα στη χρονική περίοδο κατά την οποία έπρεπε να διεξαχθεί αυτή. Μια από τις βασικές προϋποθέσεις για να έχει εφαρμογή το προφητικό μοντέλο των Johnstone-EI-Banna είναι οι μαθητές να μην έχουν προηγούμενα εξάσκηση σε παρόμοια προβλήματα. Η προηγούμενη εξάσκηση οδηγεί τους μαθητές στη χρήση της σβολοποίησης με την οποία οι μαθητές μειώνουν την απαίτηση του προβλήματος. Οι απολυτήριες εξετάσεις σε κάποια μαθήματα, μεταξύ αυτών και η Χημεία, τις οποίες δίνουν οι μαθητές της Γ΄ τάξη του Λυκείου αποτελούν κριτήριο εισαγωγής τους στη τριτοβάθμια εκπαίδευση. Για να βοηθηθούν στις εξετάσεις αυτές οι περισσότεροι μαθητές πήγαιναν φροντιστήριο και εκεί είχαν γνωρίσει τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης πριν τη περίοδο διεξαγωγής της έρευνας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να έχουν αποκτήσει εμπειρία στα προβλήματα αυτά πριν τη περίοδο κατά την οποία διεξαγόταν η έρευνα. Για να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα αυτό κάναμε δύο ενέργειες.

Πρώτη ήταν να αλλαχθεί η σειρά διδασκαλίας της χημείας που προέβλεπε το πρόγραμμα σπουδών, και να διδάσκεται πρώτα ην Οργανική Χημεία, να πραγματοποιείται η έρευνα για τη χρονιά αυτή και μετά να διδάσκεται η Ανόργανη Χημεία.

Δεύτερη ήταν να αναζητήσουμε και να βρούμε φροντιστήρια στα οποία διεξήχθη η έρευνα πριν οι καθηγητές αυτών ασχοληθούν με τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης.

Εκτός από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών θελήσαμε να ερευνήσουμε το ρόλο τον οποίο μπορεί να παίζουν στη λύση προβλημάτων οργανικής σύνθεσης και δύο άλλες ψυχομετρικές παράμετροι. Αυτές ήταν το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget, και ο βαθμός εξάρτησης από το πεδίο.

Για να μετρήσουμε το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget, σχεδιάσαμε στα Ελληνικά ένα τεστ βασισμένο στη γραπτή δοκιμασία (paper and pen test) με σχεδιασμένες τις πειραματικές διατάξεις, παραλλαγή του "Classroom Test of Formal Reasoning", που επινοήθηκε από τον Anton E. Lawson. Οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν και τεκμηριώσουν, όπως ο καθένας πίστευε καλύτερα, τις απαντήσεις τους σε 15 ερωτήματα.

Για να μετρήσουμε το βαθμός εξάρτησης από το πεδίο, το τεστ του Witkin των ενσωματωμένων σχημάτων (Witkin's Group Embedded Figures' Test - GEFT). Το τεστ αποτελείται από δεκαοκτώ πολύπλοκα σχήματα στα οποία οι μαθητές πρέπει να εντοπίσουν ένα απλό σχήμα που είναι ενσωματωμένο σε κάθε ένα από αυτά τα πολύπλοκα σχήματα. Και σε αυτό το τεστ αντιμετωπίσαμε στη πρώτη εφαρμογή του προσπάθεια αλλοίωσης τη ορθή εκτέλεση του και άρα της αξιοπιστίας του από τους μαθητές. Το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με τον τρόπο ο οποίος αναφέρεται στην υποπαράγραφο 3.5.3.

Εκτός από τα παραπάνω στην έρευνα αυτή θελήσαμε να μελετήσουμε και έτσι να αναδείξουμε την επιδράσει την οποία έχουν στη μάθηση της Χημείας δύο παράγοντες για τους οποίους υπάρχει η πεποίθηση ότι παίζουν πολύ καθοριστικό ρόλο σε αυτήν. Αυτό θα βοηθήσει ώστε αυτοί να λαμβάνονται υπόψη στη συγγραφή σχολικών βιβλίων.

Οι παράγοντες αυτοί είναι η διδασκαλία με ιεραρχική σειρά και η παράθεση στα σχολικά βιβλία των εξηγήσεων των φυσικών και χημικών φαινομένων.

Έτσι με την μελέτη αυτή θελήσαμε να ελέγξουμε αν η διδασκαλία με την ιεραρχική μέθοδο βοηθάει τους μαθητές στη κατανόηση και στη συγκράτηση της διδασκομένης ύλης περισσότερο από τη διδασκαλία με την παραδοσιακή μέθοδο. Η απάντηση του ερωτήματος αυτού θα βοηθήσει ώστε αν η απάντηση είναι θετική θα πρέπει τα προγράμματα σπουδών και τα σχολικά εγχειρίδια να γράφονται με ιεραρχική σειρά..

Επίσης έναν ακόμα παράγοντα τον οποίο θελήσαμε να ελέγξουμε με την μελέτη αυτή ήταν αν οι εξηγήσεις των φυσικών και χημικών φαινομένων διευκολύνουν ή όχι την κατανόηση με αποτέλεσμα την καλύτερη εκμάθηση τους. Η απάντηση του ερωτήματος αυτού θα βοηθήσει ώστε αν οι εξηγήσεις βοηθούν την μάθηση θα πρέπει να αναφέρονται πάντα στα σχολικά εγχειρίδια.

Για να μελετηθούν οι δύο τελευταίοι παράγοντες, αποτολμήθηκαν διδακτικές προτάσεις με απώτερο σκοπό να βελτιωθεί η προσέγγιση των μαθητών του ελληνικού σχολείου με την επιστήμη της Χημείας. Δόθηκε μεγάλη προσοχή στην επιλογή των μεθόδων οι οποίες εφαρμόστηκαν, ώστε να αποφευχθούν οι παρανοήσεις.

Εδώ υπεισέρχονται δύο καίρια σημεία προβληματισμού:

α) η διδακτική μεταφορά και β) οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών.

1.5.1 Η διδακτική μεταφορά

Μ' αυτόν τον όρο νοείται το σύνολο των διεξαγωγών, στην πορεία των οποίων μια επιστημονική γνώση αναγνωρισμένη μέσα σε ένα δεδομένο επιστημονικό κείμενο, υφίσταται τις αναγκαίες μετατροπές, για να καταστεί αντικείμενο διδασκαλίας [Chevelard 1985,1991].

Στη διδακτική μεταφορά διακρίνουμε δύο φάσεις:

1. το σύνολο των μετατροπών που υφίσταται ένα αντικείμενο της «επιστημονικής γνώσης», ώστε να μετατραπεί σε αντικείμενο του «γνώση προς διδασκαλία». Μια πορεία μεταφοράς που έχει υποβληθεί στον έλεγχο διαφόρων κοινωνικών ομάδων που συνιστούν το σχολικό περιβάλλον (σύλλογος καθηγητών, διοίκηση της εκπαίδευσης, μαθητική τάξη, γονείς κτλ.). Η γνώση προς διδασκαλία είναι αυτή που σκέφτεται ο δάσκαλος ότι πρέπει να διδάξει, ερμηνεύοντας τους στόχους του αναλυτικού προγράμματος και τον τρόπο που παρουσιάζεται αυτή στα σχολικά εγχειρίδια.

2**.** Το σύνολο των μετατροπών που υφίσταται «η γνώση προς διδασκαλία», για να μετασχηματιστεί σε αντικείμενο «διδαγμένη γνώση». Η τελευταία είναι η γνώση που τελικά διδάχτηκε και έχει υποστεί δύο θεμελιώδεις πιέσεις

α) την πρόοδο σε νόμιμα χρονικά πλαίσια κατά τα οποία ένα σύνολο γνώσεων πρέπει να διδαχθεί (αυτό εμπεριέχει και άλλες ενδογενείς πιέσεις π.χ. τον καθορισμό της αλληλουχίας των προς διδασκαλία εννοιών)

β) την αναγκαιότητα να αξιολογηθούν αυτές οι γνώσεις.

Οι περιορισμοί πάντως της διδακτικής μεταφοράς καθιστούν ρεαλιστικό ένα προτεινόμενο πρόγραμμα στρατηγικής. Χωρίς αυτούς θα μιλούσαμε για ιδανικές άρα μη πραγματικές καταστάσεις εκπαίδευσης και τα πορίσματα, στα οποία θα καταλήγαμε δεν θα ήταν ισχυρά.

1.5.2. Οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών (conceptions)

Ο L.D. Gabel [Gabel 1989] θεωρεί τρείς πηγές προέλευσης των προϋπαρχουσών ιδεών: τη φύση, τη γλώσσα και τη σχολική διδασκαλία. Ο E.O Adeniyi [Adeniyi 1985] βρίσκει πως υπάρχουν έννοιες που οι μαθητές κατέχουν πριν τη διδασκαλία και άλλες που εισάγονται με αυτήν. Εξάλλου από έρευνα σε 250 Νιγηριανούς διδάσκοντες βρέθηκε πως και οι ίδιοι οι διδάσκοντες έχουν συχνά της ίδιας φύσης σχηματισμένες ιδέες με τους μαθητές τους, αλλά λιγότερες αριθμητικά και εκφρασμένες με μια πιο σοφιστική ορολογία [Koballa 1990]. Τα χαρακτηριστικά των conceptions κατά τους R. Driver, E. Guesue και A. Tiberhien [1985] είναι τα ακόλουθα:

- έχουν ένα προσωπικό χαρακτήρα και είναι ισχυρά εξαρτημένα από τη φαντασία του υποκειμένου.
- είναι συχνά αντιφατικές και από επιστημονική σκοπιά μοιάζουν άσχετες μεταξύ τους, ενώ από τη μεριά του μαθητή παρουσιάζουν καθαρή συνάφεια
- παραμένουν σταθερές ακόμα και μετά από μακρόχρονη διδασκαλία.

Οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών συγκρούονται με τα νέα μαθησιακά αντικείμενα, γεγονός που ερμηνεύεται στα πλαίσια της γνωστικής ψυχολογίας. Οι προεπιστημονικές γνώσεις μελετήθηκαν από τον G. Bachelard (1938) ως ορισμοί επιστημολογικών κωλυμάτων.

Το τι κάνουμε με τις προϋπάρχουσες ιδέες που συχνά είναι παρανοήσεις (misconceptions) απασχόλησε το 1ο σεμινάριο διδακτικής φυσικών επιστημών Γαλλίας 1991. Όλοι συμφωνούν πως πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη μάθηση και προτείνονται τρεις στάσεις αντιμετώπισης που προσδιορίζουν με αποφασιστικό τρόπο τις εκάστοτε προτεινόμενες διδακτικές στρατηγικές:

1. η εννοιολογική αλλαγή (G.I..Posner κ.α 1982, K.A Strike & G. J Posner 1985, J. Nusbanm 1985, R. Driver K.A 1985)
2. Εννοιολογική και μεθοδολογική αλλαγή (P. Gil- Perej & J Carrascosa 1990, D. Gil - Perej κ.α. 1990, D. Gil - Perej 1991)
3. Υπέρβαση των προϋπαρχόντων ιδεών (S. Johsua & J-J Dupin 1986).

Δε θα αναφερθούμε στις δύο πρώτες στάσεις, αν και είναι ενδιαφέρουσες. Η δεύτερη ίσως, να είναι και η πιο ριζοσπαστική.

Η τρίτη στάση, όπως εκδηλώνεται από τον Joshua και Dupin, προτείνει να χρησιμποποιηθούν οι προϋπάρχουσες ιδέες ως πρώτος σταθμός για τη μοντελοποίηση. Οι

δύο ερευνητές υποστηρίζουν ότι απ' αυτές ορισμένες ανθίστανται επί μακρό χρονικό διάστημα ενώ άλλες επανεμφανίζονται αν αλλάξει το περιεχόμενο κείμενο. Η αντιμετώπιση αυτών των ιδεών στη ροή ενός υποθετικού συμπερασματικού μοντέλου (όπως είναι τα μοντέλα που βασίζονται στον πιαζέτειο εποικοδομητισμό) οδηγεί στην υπέρβαση αυτών των ιδεών. Για τους προαναφερθέντες ερευνητές κριτήριο αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας αποτελεί η ελαχιστοποίηση του χρόνου υπέρβασης αυτών των σθεναρών ή προβληματικών εννοιών.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2ο

Η ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΚΑΙ Η ΑΝΑΓΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ

2.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τη δεκαετία του 1960 τα προγράμματα σπουδών τόσο στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Γυμνάσιο και Λύκειο) όσο και στην τριτοβάθμια άρχισαν να περιλαμβάνουν όλο και πιο μικρή ποσότητα περιγραφικής χημείας. Η μείωση αυτή γίνεται όλο και πιο έντονη καθώς περνούν τα χρόνια και συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Τη θέση της περιγραφικής χημείας στα προγράμματα σπουδών του Γυμνασίου, του Λυκείου αλλά και της γενικής Πανεπιστημιακής χημείας κατέλαβαν θέματα θεωρητικά, αφηρημένα τα οπαία απαιτούν για την κατανόησή τους καλή γνώση προχωρημένων και πολλές φορές δυσνόητων μαθηματικών. Επίσης ένα μεγάλο κομμάτι της περιγραφικής χημείας έχει αντικατασταθεί από μαθήματα φυσικοχημικής προσέγγισης.

Η αντικατάσταση αυτή της περιγραφικής χημείας από θεωρητικά και πολλές φορές αφηρημένα θέματα έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές αφενός στον τρόπο διδασκαλίας της Χημείας αφετέρου στη προτίμηση που δείχνουν οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο μάθημα αυτό.

Οι αλλαγές αυτές επικεντρώνονται:

1. Στην εντυπωσιακή μείωση της χρήσεις πειραμάτων επίδειξης κατά τη διδασκαλία διότι η περιγραφική χημεία ασχολούμενη με τις ιδιότητες των χημικών ουσιών έδινε την δυνατότητα της πειραματικής επίδειξης των περισσοτέρων από τις ιδιότητες αυτέ. Τα σύγχρονα προγράμματα σπουδών στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση αντλώντας τη θεματολογία τους κυρίως από τη φυσικοχημεία και από το μικρόκοσμο δεν προσφέρονται για τέτοιου είδους προσεγγίσεις.

2. Οι ιδιότητες των χημικών ουσιών οι οποίες αποτελούν τη περιγραφική χημεία συνδέονται άμεσα με τις εφαρμογές τις οποίες βρίσκουν οι χημικές ουσίες στη καθημερινή ζωή. Με τη μείωση της διδασκαλίας των εφαρμογών αυτών οι μαθητές δεν μπορούν να βρουν τους λόγους για τους οποίου θα πρέπει να ασχοληθούν σοβαρά με τη χημεία. Διότι αποκομίζουν την εντύπωση ότι είναι ένα μάθημα τελείως θεωρητικό χωρίς εφαρμογές και

το οποίο αφορά λίγους εξειδικευμένους επιστήμονες και όχι μεγάλο μέρων ανθρώπων Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να τη βρίσκουν δύσκολη, ανιαρή, ανούσια και άχρηστη και να μην επιλέγουν σπουδές οι οποίες να έχουν χημεία μετά την αποφοίτηση τους από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

3. Πολλά από τα θέματα της γενικής χημείας των σύγχρονων προγραμμάτων σπουδών για να γίνουν κατανοητά απαιτούν γνώσεις προχωρημένων μαθηματικών. Επειδή τις γνώσεις αυτές δεν τις έχουν οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αλλά ούτε και οι σπουδαστές στο πρώτο έτος σπουδών για να γίνουν κατανοητά αυτά τα θέματα της γενικής χημείας γίνεται προσπάθεια να απλοποιηθούν η οποία όμως καταλήγει σε σημαντική αλλοίωση της πραγματικότητας σε σημείο να είναι πολύ δύσκολο ή και αδύνατο στα επόμενα έτη σπουδών να παρουσιαστούν οι θεωρίες αυτές στην πραγματική τους διάσταση. Δηλαδή αντί να βοηθά η πρόωρη παρουσίαση των θεωριών αυτών μάλλον φέρνει σύγχυση και μπερδεύει τα πράγματα σε βαθμό που είναι πιο δύσκολο να γίνουν κατανοητά μετά από το να μην είχαν αναφερθεί προηγουμένως.

Ενδεικτικά παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας ο οποίος δείχνει το ποσοστό σελίδων με περιγραφική χημεία σε σχέση με το σύνολο των σελίδων διαφόρων βιβλίων χημείας ταξινομημένα ανάλογα το έτος έκδοσή τους από τα πιο παλιά στα νεότερα.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2.1

ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΣΕ ΒΙΒΛΙΑ

ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΣΕΙΡΑ

Τίτλος βιβλίου	Έτος έκδοσης	Σύνολο σελίδων	Σελίδες περιγρα-φικής χημείας	Ποσοστό στα 100
Chemistry D. Underwood – D. Webster	1959	417	219	52,52
A New Certificate Chemistry A. Holderness & J. Lambert	1961	497	235	47,28
Ανόργανη χημεία Κ. Μανωλκίδη	1963	271	137	50,55
Ανόργανη χημεία Δ. Κρέμου	1963	381	196	51,44
Ανόργανη χημεία Π. Σακελλαρίδη	1970	254	191	75,20
Ανόργανη χημεία Α. Παπαγεωργίου-Θ Λιάτη	1971	238	117	49,16
Chimie - G. Guinier et R. Guimbal	1971	178	99	55,62
Ανόργανη χημεία Α. Γαληνού-Μ. Βασιλειάδη	1972	345	198	57,39
Ανόργανη χημεία - Γ. Κυριακού	1974	820	425	51,83
Χημεία Α΄ - Π. Σακελλαρίδη	1981	164	112	68,29
Χημεία Β΄ - Π. Σακελλαρίδη (Ανόργανο μέρος)	1982	108	74	68,52
Χημεία Β΄ Γυμνασίου (σχολ. βιβλίο)	1983	109	49	44,95
Χημεία Γ΄ - Π. Σακελλαρίδη (Ανόργανο μέρος)	1984	101	0	0,00
Χημεία Α΄ ΕΠΛ	1985	71	0	0,00
Χημεία Β΄ ΕΠΛ Ανόργανη	1986	96	28	29,17
Chimie - R. Bourdon – J. Contestin	1986	156	0	0,00
Χημεία Α΄ - Σ. Λιοδάκη και άλλοι	2000	192	0	0,00
Χημεία Β΄ Θετικής Κατ/νσης Σ. Λιοδάκη και άλλοι	2000	176	0	0,00
Χημεία Γ΄ Θετικής Κατ/νσης Σ. Λιοδάκη και άλλοι	2000	270	0	0,00

Όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στον παραπάνω πίνακα καθώς πηγαίνουμε από εκδόσεις βιβλίων πιο παλιών χρόνων σε νεότερες εκδόσεις το ποσοστό των σελίδων

περιγραφικής χημείας μειώνεται και καταλήγει τα τελευταία χρόνια να εξαφανίζεται. Τα δεδομένα του πίνακα φαίνονται πιο παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα

Ο Kempa (1983) προτείνει τρία διαφορετικά επίπεδα στα οποία μπορούν να λειτουργούν οι θεωρίες: α) *Περιγραφικό επίπεδο* (descriptive level), στο οποίο η θεωρία μπορεί να προβάλλει θεωρητικά σχήματα γνωστών δεδομένων ή φαινομένων χωρίς να επιχειρεί να τα εξηγήσει. β) *Επεξηγηματικό επίπεδο* (explanatory level), στο οποίο η θεωρία προσπαθεί να εξηγήσει γνωστά δεδομένα ή φαινόμενα, αναφέροντας αρχές ή μηχανισμούς συνδεδεμένους με τα εν λόγω φαινόμενα. γ) *Προγνωστικό επίπεδο* (predictive level), στο οποίο εξετάζεται αν μπορεί να εφαρμοστεί το δεύτερο επίπεδο.

Οι καθηγητές των Φυσικών Επιστημών προσπάθησαν να λάβουν υπόψη τις θεωρίες της Εκπαιδευτικής Ψυχολογίας και επιχείρησαν να συνδέσουν τη Φυσική και τη Χημεία με τη *νοητική ή γνωστική δομή* (cognitive structure) των μαθητών..

Τελευταία όλο και περισσότεροι καθηγητές χημείας συμφωνούν ότι αυτή η μέθοδος έχει αποτύχει, και ότι η περιγραφική χημεία πρέπει να επανέλθει και να καταλάβει τη θέση που της αρμόζει στα προγράμματα σπουδών

Παρόλο που έχουν γίνει αρκετές προσεγγίσεις Εκπαιδευτικής Ψυχολογίας, υπάρχουν τρεις προσεγγίσεις που υποστηρίζουν ότι η περιγραφικής χημείας πρέπει να έχει κυρίαρχο ρόλος στα προγράμματα σπουδών. Αυτές είναι η θεωρία του Piaget για την νοητική ανάπτυξη, το μοντέλο διδασκαλίας του R. Case και το μοντέλο διδασκαλίας του A.H. Johnstone.

2.1 Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ PIAGET

2.1.1 Η διαδικασία της γνωστικής ανάπτυξης

Η θεωρία του Piaget μπορεί να καταταγεί στις λεγόμενες γνωστικές θεωρίες, οι οποίες ερμηνεύουν την ανάπτυξη και κατ' επέκταση και τη μάθηση ως αποτέλεσμα των δημιουργικών δραστηριοτήτων του ατόμου μέσα στο περιβάλλον (Αφεντάκης 1991).

Σύμφωνα με τις θεωρίες αυτές, το άτομο κατά την αντιπαράθεσή του με το περιβάλλον κατανοεί μόνο του τη λογική δομή που βρίσκεται μέσα στα πράγματα, δηλαδή την εξωτερική δομή (αρχές, νόμους, κανόνες, σχέσεις) του κόσμου που το περιβάλλει και την οποία οικειοποιείται σιγά-σιγά, δομώντας έτσι την νοητική του δομή.

Ειδικότερα για τη θεωρία του Piaget, η δόμηση της νοητικής δομής του ατόμου δεν είναι τίποτε άλλο παρά το αποτέλεσμα της αέναης αναζήτησης, της συνεχούς προσπάθειας του ατόμου για μια ισορροπία μεταξύ του ίδιου του εαυτού του και του περιβάλλοντός του.

Εάν λοιπόν το άτομο με την υπάρχουσα νοητική του δομή καταφέρει να κατανοεί τα δεδομένα της νέας εμπειρίας του, η ισορροπία μεταξύ αυτού και του περιβάλλοντος παραμένει αδιατάρακτη. Αν όμως το άτομο με την προϋπάρχουσα νοητική του δομή δεν καταφέρει να κατανοήσει τα γεγονότα της εξωτερικής αντικειμενικής πραγματικότητας, βιώνει μια γνωστική αντίφαση ή σύγκρουση, η οποία το υποχρεώνει σε μια περαιτέρω γνωστική δραστηριότητα, προκειμένου να ξαναποκτήσει τη χαμένη του ισορροπία. Την προσπάθεια αυτή του ατόμου για επανάκτηση της χαμένης του ισορροπίας ονομάζει ο Piaget *προσαρμογή* (Piaget 1974). Είναι δηλαδή η προσαρμογή «το αποτέλεσμα μιας προοδευτικής εξισορροπητικής ή αντισταθμιστικής διαδικασίας, που επιτυγχάνεται με τη δραστηριότητα του ατόμου ως ανταπόκριση (αντίδραση) στις διαταραχές που προέρχονται από το περιβάλλον» (Μπασέτας 1990).

Με τον ορισμό της προσαρμογής στη θεωρία του Piaget, γίνεται φανερό ότι την ώθηση του ατόμου για δράση και σκέψη τη δίνει η διατάραξη της γνωστικής του ισορροπίας είτε από εξωτερικές είτε από εσωτερικές αιτίες. Τις αιτίες αυτές τις ανάγει Piaget σε τέσσερις κυρίως παράγοντες, ήτοι :

α) Στον παράγοντα της βιολογικής ωρίμασης, ο οποίος μολονότι είναι δύσκολο να καθορισθεί επακριβώς ο ρόλος του, εντούτοις είναι σίγουρο ότι επηρεάζει όλη την πορεία της ανάπτυξης. Ο ρόλος του όμως είναι κυρίως σημαντικός στις μικρές ηλικίες.

β) Στον παράγοντα της άσκησης και της εμπειρίας, στον οποίο ο Piaget διακρίνει δύο είδη εμπειρίας, τη λογικομαθηματική και τη φυσική. Με τον πρώτο όρο εννοεί τη γνώση που προέρχεται από τα αποτελέσματα των συντονισμένων δράσεων του ατόμου πάνω στα αντικείμενα και όχι από τα ίδια τα αντικείμενα, ενώ με τον δεύτερο όρο εννοεί τη γνώση που προέρχεται από τις ασκούμενες δράσεις του ατόμου επίσης επί των αντικειμένων, που γίνονται όμως με σκοπό τη γνωριμία των ίδιων των αντικειμένων και των ιδιοτήτων τους. Όπως είναι ευνόητο στον παράγοντα αυτόν ανάγεται και μία από τις βασικότερες αρχές της θεωρίας του Piaget για την οικοδόμηση της γνώσης, ότι δηλαδή η γνώση έχει την αρχή της στην πράξη και πουθενά άλλου.

γ) Στον παράγοντα της μάθησης (κοινωνικής και σχολικής), η οποία, αν και εξαρτάται πάντα από τους νόμους της αυθόρμητης ανάπτυξης, εντούτοις θα μπορούσε να βοηθήσει στην ανάπτυξη, εφόσον δημιουργεί βαθμιαία και συστηματικά, μέσω προβληματικών καταστάσεων, γνωστικές

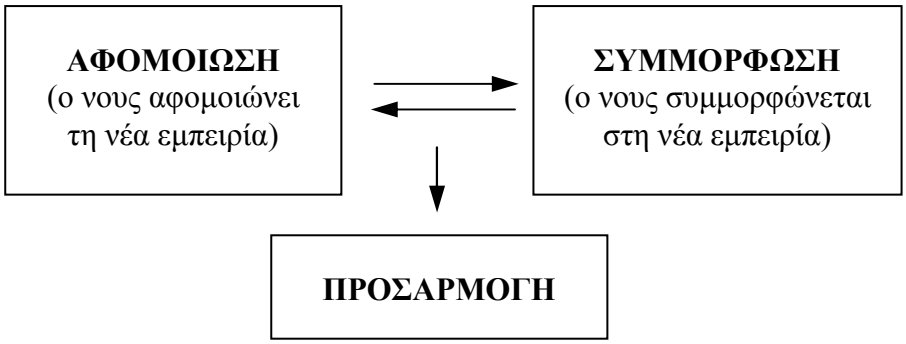
διαταραχές.

δ) Στον παράγοντα *εξισορρόπησης* ή της *αυτορρύθμισης* της αντιληπτικής προσαρμοστικότητας. Η ουσία του παράγοντα αυτού δεν έγκειται τόσο στο γεγονός ότι κατευθύνει την ανάπτυξη προς μια ισορροπία μεταξύ του περιβάλλοντος και του ατόμου ή των επί μέρους δομών του γνωστικού συστήματος, όσο στο γεγονός ότι κατευθύνει τις διαδικασίες εξισορρόπησης προς την κατεύθυνση πάντα μιας καλύτερης και σταθερότερης *δόμησης*.

Το όλο γεγονός της προσαρμογής και της διαδικασίας της προσαρμογής το περιγράφουν τρεις έννοιες: Η *αφομοίωση*, η *συμμόρφωση* και το *γνωστικό σχήμα*. Η αφομοίωση (assimilation) είναι η ενσωμάτωση, στις προϋπάρχουσες νοητικές δομές του οργανισμού, των δεδομένων του περιβάλλοντος, ενώ η συμμόρφωση (accomodation), λειτουργία αντίστροφη της αφομοίωσης, είναι η τροποποίηση των νοητικών σχημάτων για την αφομοίωση των νέων δεδομένων του περιβάλλοντος.

Η αφομοίωση και η συμμόρφωση ως διαδικασίες της προσαρμογής είναι δύσκολο να διαφοροποιηθούν μεταξύ τους. Αυτές λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα και

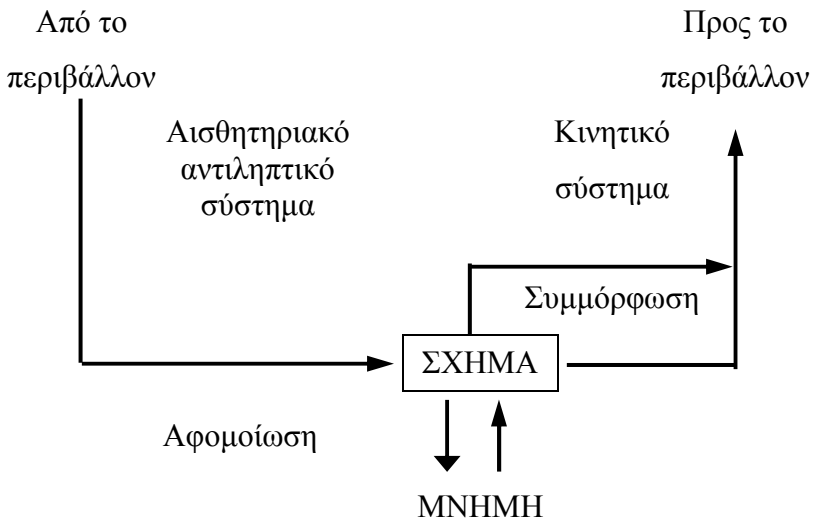
αναπαριστούν κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των γνώσεων, κατά τη διαδικασία δηλαδή της γνωστικής προσαρμογής μεταξύ του ατόμου και του περιβάλλοντος, τις δύο πλευρές του ίδιου νομίσματος. Σχηματικά τη διαδικασία της προσαρμογής μπορούμε να παραστήσουμε ως εξής:



Το αποτέλεσμα των αφομοιωτικών και συμμορφωτικών αυτών διαδικασιών είναι ο εμπλουτισμός, η τροποποίηση ή η δημιουργία νέων γνωστικών σχημάτων, δηλαδή νέων δομών με βάση τις οποίες το άτομο βρίσκει βαθμιαία πρόσβαση στις συνεχώς αυξανόμενες, πολύμορφες και πολυποίκιλες απαιτήσεις και εμπειρίες του περιβάλλοντος.

Το σχήμα (schema) είναι, για τη θεωρία του Piaget, η δομή ή η οργάνωση των δράσεων και των ενεργειών του ατόμου έτσι, όπως αυτή μεταφέρεται ή γενικεύεται κατά την επανάληψη των ίδιων δράσεων και ενεργειών, ως νέα δομή δράσεων, κάτω από όμοιες ή ανάλογες καταστάσεις. Το σχήμα στην απλούστερη μορφή του δεν είναι τίποτε άλλο παρά μια βασική αντίδραση σ' ένα ερέθισμα. Το σχήμα αποτελεί μια γνωστική δομή, η οποία υπόκειται σε διάφορες μεταμορφώσεις (μέχρις ότου λάβει την τελική του μορφή), συνθέτει την πνευματική οργάνωση και μορφοποιεί τη νοημοσύνη του ανθρώπου.

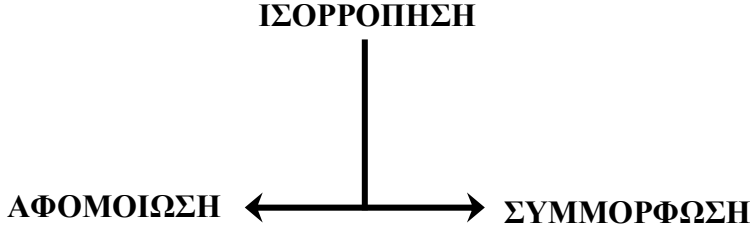
Το γνωστικό σχήμα σε σχέση με τις διαδικασίες της προσαρμογής θα μπορούσε σχηματικά να παρασταθεί, όπως παρακάτω:



Ο συσχετισμός των σχημάτων μεταξύ τους, η οργάνωση τους σε συστήματα συνόλου αποτελούν την *νοητική δομή* ή την *νοητική δύναμη* του ατόμου. Με τον όρο δομή κατανοούνται δηλαδή οι πάσης φύσεως συνδυασμοί των επί μέρους σχημάτων με ένα μεμονωμένο σχήμα ή με ένα άλλο συνδυασμό σχημάτων.

Με τη διαδικασία της προσαρμογής, τα παραπάνω περιγραφέντα σχήματα και δομές αλλάζουν συνεχώς. Οι αλλαγές όμως αυτές δεν γίνονται στην τύχη, αλλά υπακούουν σε μια γενική αρχή, την αρχή της οργάνωσης (organisationsprinzip). Την τάση δηλαδή του οργανισμού όχι απλώς για μια επίτευξη ισορροπίας μεταξύ του εαυτού του και του περιβάλλοντος, αλλά για μια καλύτερη εξισορρόπηση του συνόλου της γνωστικής δομής, στην καλύτερη δυνατή εξισορρόπηση των γνωστικών δομών, το δυνατό τέλος των οποίων είναι η πλήρης ανάπτυξη των *τυπικών νοητικών δομών.*

Για τη θεωρία του Piaget, η αρχή αυτή της οργάνωσης αποτελεί μια συμπληρωματική διαδικασία της γνωστικής ανάπτυξης, η οποία όχι μόνο συμπληρώνει, αλλά και συμπληρώνεται από τη διαδικασία της προσαρμογής, που περιγράψαμε. Και οι δύο αποτελούν λειτουργίες της ανάπτυξης. Η σχηματική παράσταση των λειτουργιών της γνωστικής ανάπτυξης είναι η εξής:



Τόσο η λειτουργία της προσαρμογής όσο και η λειτουργία της οργάνωσης παραμένουν σταθερές σε όλη τη ζωή του ατόμου. Εκείνο που αλλάζει είναι τα γνωστικά σχήματα, οι δομές και η ποιότητα της ισορροπίας, που επιτυγχάνονται από την κοινή δράση των δύο αλληλοσυμπληρούμενων αυτών λειτουργιών.

Σημειώνεται ότι, για τη θεωρία του Piaget, κάθε αλλαγή στα επί μέρους γνωστικά σχήματα και τις δομές, κάθε νέο είδος και νέα μορφή ισορροπίας ξεκινά από μια δυσαρμονία μεταξύ του ατόμου και του περιβάλλοντος, μεταξύ της γνωστικής ισορροπίας που έχει επιτύχει το άτομο και της νέας κατάστασης που δημιουργούν τα όλο και περισσότερο αυξανόμενα ερεθίσματα, προβλήματα και πληροφορίες από το περιβάλλον. Η ολοκλήρωση της νέας μορφής ισορροπίας θα επιτευχθεί ύστερα από μια μακριά πορεία ανάπτυξής της.

Ανάλογα με τις ολοκληρωμένες αυτές φάσεις ισορροπίας, ο Piaget χωρίζει τη γνωστική ανάπτυξη σε τέσσερις μεγάλες περιόδους.

2.1.2 Οι περίοδοι ανάπτυξης

Για την ανάπτυξη ισχύουν κατά τον Piaget οι εξής κανόνες:

α) Στη διαδικασία της ανάπτυξης επικρατεί μια απόλυτη συνέχεια όλων των λειτουργιών.

β) Η ανάπτυξη προχωρεί μέσω μιας συνεχούς πορείας, η οποία περιλαμβάνει αδιαφοροποίητες, διαφοροποιημένες και ολοκληρωμένες καταστάσεις.

γ) Το συνεχές της ανάπτυξης επιτυγχάνεται με τη συνεχή αναδίπλωση. Κάθε επίπεδο ανάπτυξης επιτυγχάνεται με τη συνεχή αναδίπλωση. Κάθε επίπεδο ανάπτυξης έχει τις ρίζες του σε μια προγενέστερη φάση και συνεχίζει την πορεία του στην επόμενη φάση. δ) Κάθε περίοδος συνεπάγεται επανάληψη των λειτουργιών του προηγούμενου με ένα διαφορετικό τύπο οργάνωσης. Οι προγενέστεροι τρόποι συμπεριφοράς γίνονται αντιληπτοί ως κατώτεροι και αποτελούν μέρος του ανώτερου επιπέδου.

ε) Η διαφορά στον τύπο της οργάνωσης δημιουργεί μια ιεράρχηση στην οικειοποίηση της νέας εμπειρίας και στην εκτέλεση των πράξεων.

στ) Τα άτομα επιτυγχάνουν διαφορετικά επίπεδα ιεράρχησης της πείρας και εκτέλεσης των πράξεων, παρά το γεγονός ότι στο κάθε άτομο υπάρχει η

πιθανότητα όλων των δυνατών αναπτύξεων, χωρίς αυτό να γίνεται αντιληπτό (Αφεντάκης 1991, σελ. 343).

Τα στάδια νοητικής αναπτύξεως κατά τον Piaget είναι τέσσερα:

α) Το αισθησιοκινητικό, από την γέννηση μέχρι 2 ετών.

β) Το προσυλλογιστικό, από 2 μέχρι 7 ετών.

γ) Το στάδιο των συγκεκριμένων συλλογισμών (concrete operations), από 7 μέχρι 11 ετών.

δ) Το στάδιο των αφηρημένων ή τυπικών συλλογισμών (formal operations) από 11 μέχρι 15 ετών.

Οι ακόλουθες παρατηρήσεις είναι σχετικές με τα στάδια αυτά:

1) Ουδείς μπορεί να πηδήσει ή να παραλείψει κάποιο στάδιο και να πάει σε κάποιο επόμενο.

2) Κάθε προηγούμενο στάδιο είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να προχωρήσει κανείς στο επόμενο. Με άλλα λόγια, η σειρά των σταδίων είναι καθορισμένη, όπως την αναφέραμε.

3) Δεν υπάρχει πλήρης συμφωνία ως προς τις ηλικίες.

4) Το στάδιο των τυπικών συλλογισμών μπορεί να καθυστερήσει τόσο να αρχίσει όσο και να μην ολοκληρωθεί ή και να μην ολοκληρωθεί ποτέ.

5) Στα δύο τελευταία στάδια διακρίνουμε την αρχική περίοδο και την τελική περίοδο. Προς τούτο χρησιμοποιούνται οι συμβολισμοί 2Α και 2Β για την συγκεκριμένη και 3Α και 3Β για την τυπική συλλογιστική (Τσαπαρλής 1989).

Τα πρώτα δύο στάδια νοητικής αναπτύξεως.

1ο στάδιο, αισθησιοκινητικό. Το βρέφος ενεργεί ενστικτωδώς, χωρίς σκέψη. Αλληλεπιδρά με το περιβάλλον μέσω των αισθήσεων, οι οποίες, χάρις σε αυτή την αλληλεπίδραση, αναπτύσσονται με την πάροδο του χρόνου. Δεν έχει αίσθηση του χώρου και του χρόνου, πέρα από τον χώρο όπου βρίσκεται και πέρα από τον τρέχοντα χρόνο (παρόν).

2ο στάδιο, προσυλλογιστικό. Τώρα το παιδί μαθαίνει λέξεις και προσπαθεί να συγκεντρώσει τις εμπειρίες του από την ζωή. Ζει όμως σε πολύ προσωπικό κόσμο, είναι εγωκεντρικό, δεν προσέχει ή δεν παραδέχεται αυτά που του λένε. Έχει αναπτύξει μεν τις έννοιες του χώρου και του χρόνου, εξακολουθεί όμως να έχει σύγχυση γι' αυτές.

Το 3ο στάδιο, των συγκεκριμένων συλλογισμών

Κατά τη *συγκεκριμένη συλλογιστική* ένα άτομο:

- Χρειάζεται αναφορά σε οικείες ενέργειες, αντικείμενα και ιδιότητες τις οποίες μπορεί να παρατηρεί.

- Χρησιμοποιεί ταξινόμηση, διατήρηση, διάταξη σε σειρά και ένα-προς-ένα αντιστοίχιση σε σχέση με τα συγκεκριμένα θέματα.

- Χρειάζεται βήμα-προς-βήμα καθοδήγηση σε μια μακρά διαδικασία (πείραμα-πρόβλημα).

- Δεν έχει υπόψη του τον δικό του τρόπο σκέψεως, ούτε τις ασυνέπειες μεταξύ διαφόρων διατυπώσεων ή της αντιφάσεως με άλλα γνωστά δεδομένα.

Το 4ο στάδιο, των τυπικών ή αφηρημένων συλλογισμών

Κατά την *τυπική συλλογιστική*, ένα άτομο:

- Μπορεί να χειρίζεται έννοιες, σχέσεις, αφηρημένες ιδιότητες, αξιώματα και θεωρίες.

- Χρησιμοποιεί σύμβολα για να εκφράζει ιδέες και φυσικά μεγέθη.

- Εφαρμόζει ταξινόμηση, γενίκευση, επαγωγή, ένα προς ένα, αντιστοίχιση, αντιστροφή τρόπου σκέψεως, αναλογίες, συνδυαστική, έλεγχο μεταβλητών, συναρτησιακές σχέσεις, υποθέσεις και παραγωγικό τρόπο σκέψεως τόσο για συγκεκριμένα αντικείμενα όσο και για αφηρημένες έννοιες.

- Μπορεί να σχεδιάσει μια μακρά διαδικασία προκειμένου να επιτύχει ένα συγκεκριμένο σκοπό (για να λύσει π.χ. ένα δύσκολο πρόβλημα).

- Έχει υπόψη του και αντιμετωπίζει κριτικά τον δικό του τρόπο σκέψεως, και ελέγχει την ορθότητα των συμπερασμάτων του προσφεύγοντας σε άλλες πληροφορίες.

2.1.3 Η εκπαιδευτική χρήση της θεωρίας του Piaget

Έχουν γίνει πολλές μελέτες σε όλο το κόσμο πάνω στη θεωρία του Piaget, κάποιες από αυτές προσπάθησαν να την επιβεβαιώσουν και άλλες να την εφαρμόσουν σαν οδηγό στην εκπαιδευτική διαδικασία πολλών περιοχών της μάθησης.

Οι Ginsburg και Opper (1979) συγκέντρωσαν έξι αρχές που μπορούν να καθοδηγήσουν τις εκπαιδευτικές διαδικασίες:

α) Η ομιλία και η σκέψη του παιδιού διαφέρουν από αυτές του ενήλικα

β) Τα παιδιά πρέπει να δραστηριοποιούνται πάνω σε πράγματα για να μάθουν.

γ) Τα παιδιά ενδιαφέρονται περισσότερο και μαθαίνουν καλύτερα όταν οι εμπειρίες εισάγονται με μορφή πρωτόγνωρη.

δ) Επειδή η κοινωνική αλληλεπίδραση είναι πολύ σημαντική στη νοητική ανάπτυξη, τα παιδιά πρέπει να συνομιλούν μεταξύ τους, να διαφωνούν και να συνδιαλέγονται.

ε) Οι πληροφορίες που παίρνουμε από τη θεωρία του Piaget σχετικά με τη νοητική ανάπτυξη θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό των ορίων στη μαθησιακή ικανότητα των παιδιών, για τον καθορισμό των διδασκομένων μαθημάτων που γίνονται και τον καθορισμό των αναλυτικών προγραμμάτων.

2.1.4 Σημεία κριτικής

Είναι σημαντικό να επισημάνουμε ορισμένα σημεία κριτικής της θεωρίας του Piaget.

Ο Jenkins (1978) τόνισε ότι, καθώς είναι πολύ δύσκολο να αναγνωριστεί με κάποιο τεστ το ακριβές επίπεδο της συλλογιστικής σκέψης ενός παιδιού, δεν μπορεί να καθοριστεί με μεγάλη ακρίβεια ο τρόπος προσέγγισης ενός ζητήματος προκειμένου να γίνει κατανοητό από την πλειοψηφία των μαθητών μιας τάξης.

Παρά το γεγονός ότι μερικές μελέτες διατείνονται ότι επιβεβαιώνουν την ύπαρξη των σταδίων του Piaget για τη νοητική ανάπτυξη, έχουν υπάρξει διαφωνίες σε πολλά σημεία σχετικά με το πλαίσιο της ηλικίας. Οι Carpenter (1955) και ο Lunzer (1956) συμφώνησαν ότι τα στάδια του Piaget μπορούν να σχετιστούν με τη νοητική ηλικία ενός υποκειμένου παρά με τη χρονολογική ηλικία. Η άποψη του Beard (1969) υποστήριξε αυτές τις μελέτες.

Ο Piaget τονίζει ότι η γνώση δεν έρχεται σε μας από το εξωτερικό περιβάλλον έτοιμη (Donalson, 1978). Ο νους μας δεν είναι φωτογραφική πλάκα που λαμβάνει καθαρές εικόνες της πραγματικότητας ούτε η γνώση είναι κάτι το οποίο κατέχουμε από τη γέννησή μας. Ο άνθρωπος πρέπει να διαμορφώσει τη γνώση και τη πραγματικότητα. Αυτό δομείται σιγά σιγά με την πάροδο του χρόνου.

Ο Lovell (1974) επισημαίνει ορισμένους περιορισμούς της θεωρίας του Piaget α) Η θεωρία δεν εξηγεί γιατί έννοιες με την ίδια λογική δομή δεν δομούνται την ίδια

χρονική περίοδο. Επίσης δεν εξηγεί γιατί στρατηγικές σκέψεις για τις οποίες είναι ικανοί οι μαθητές δεν χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένες περιπτώσεις β) Είναι πολύ δύσκολο να καθορίσουμε επακριβώς τα προβλήματα που μπορούν να λυθούν από εφήβους ή από παιδιά.

Η ιδέα των σταδίων προκάλεσε πολλές αντιρρήσεις. Ο Ausubel (1964) δεν συμφωνεί με τις ιδέες του Piaget. Θεωρεί ότι η ιδέα των σταδίων δημιουργεί την εντύπωση ότι η νοητική ανάπτυξη είναι ασυνεχής. Από την άλλη, η νοητική δραστηριότητα σε ένα επί μέρος στάδιο προϋποθέτει περισσότερη ποικιλία από αυτή που θα μπορούσε να γίνει σε ένα στάδιο. Η θεωρία επίσης δεν λαμβάνει υπόψη της τις διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους λαούς και τις επιδράσεις του περιβάλλοντος.

Από την άλλη κατά τον Boyde (1969), η έρευνα του Piaget δεν ικανοποιεί της απαιτήσεις της επιστημονικής έρευνας. Τα δείγματά του ήταν μικρά και η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πτωχή ή εντελώς απούσα από τις επιστημονικές αναφορές του, ενώ δεν έδινε επαρκείς πληροφορίες για τη μεθοδολογία που ακολούθησε.

2.1.5 Συμπεράσματα

Εξετάζοντας την θεωρία του Piaget θα μπορούσαμε να επισημάνουμε ορισμένα προβλήματα κατά τη χρήση της, στην εκπαιδευτική διαδικασία.

1. Τα στάδια του Piaget είναι πλατιά, χωρίς σαφή όρια, μιας και δεν συμβαίνει κάποια απότομη αλλαγή κατά τη μετάβαση από το ένα στάδιο στο άλλο. Η ηλικιακή έκταση, πνευματική ή χρονολογική μπορεί να είναι τόσο ευρεία όσο ± 2 χρόνια. Αυτό από τη μια και το εύρος της γυμνασιακής εκπαίδευσης από την άλλη καθιστούν δύσκολη τη χρήση της στο σχεδιασμό της ύλης και των μαθημάτων.

2. Είναι δύσκολη η κατάταξη των μαθητών σε νοητικά επίπεδα, μιας και ενδέχεται ένας μαθητής για μια έννοια να λειτουργεί σε ένα επίπεδο ενώ για μια άλλη σε ένα άλλο.

3. Η θεωρία του Piaget, ως περιγραφικό μοντέλο που είναι, περιγράφει τις δυνατότητες ενός μαθητή σε μια συγκεκριμένη κατάσταση. Η απόδοση του μαθητή όμως, μπορεί να μην είναι ενδεικτική των δυνατοτήτων του.

4. Δημιουργώντας κάποιο μοντέλο σύμφωνα με το οποίο οι καθηγητές αναμένουν τους μαθητές να φτάσουν στο επίπεδο της τυπικής συλλογιστικής και

κατόπιν να εισάγουν έννοιες τυπικές (κατά Shayer και Adey, 1981), μπορεί με αυτή την τακτική να μη συμβάλλουν στη νοητική ανάπτυξη των μαθητών, που πραγματοποιείται μέσω της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

2.2 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΟΥ R. CASE

2.2.1 Σχεδιασμός αποτελεσματικής διδασκαλίας βασισμένος σε αρχές της εξελικτικής Ψυχολογίας

Στο έργο του "Implications of Developmental Psychology for the design of effective instruction" ο Case [R.Case 1977] αντιμετωπίζει το ερώτημα πώς η διδασκαλία γνωστικά περίπλοκων εννοιών και διαδικασιών που αποτελούν αντικείμενο μάθησης μπορεί να βελτιωθεί, αν βασίσει κανείς το σχεδιασμό της διδασκαλίας σε αρχές που προέρχονται από τη μελέτη της νοητικής ανάπτυξης. Εντοπίζει σχέσεις μεταξύ των εμπειρικών και των θεωρητικών χαρακτηριστικών των δοκιμασιών (tasks) νοητικής ανάπτυξης και προτείνει την κατάλληλη μεταφορά τους στη διδασκαλία.

2.2.2 Τα εμπειρικά χαρακτηριστικά των δοκιμασιών νοητικής ανάπτυξης

Ο Case επισημαίνει δυο εμπειρικά χαρακτηριστικά στις δοκιμασίες των ψυχολόγων της εξέλιξης που τις καθιστούν σχετικές με τη διδασκαλία πολύπλοκων προβλημάτων της τάξης διδασκαλίας:

1^{ο}: Αν και το περιεχόμενό τους είναι συνήθως πολύ γνωστό στο παιδί, η κατανόηση που απαιτούν δεν είναι, και απαιτούνται χρόνια για να επιτευχθεί. π.χ στη δοκιμασία του Piaget της διατήρησης τα υλικά που επιδεικνύονται στα παιδιά τους είναι γνωστά από την ηλικία των τριών χρόνων. Η δοκιμασία όμως γίνεται κατανοητή στην ηλικία των 7-8 χρόνων. Το ίδιο συμβαίνει στη δοκιμασία αντιγραφής εικόνων του Binet, όπου ενώ τις κινητικές δεξιότητες που απαιτούνται τις έχει το παιδί των 4-5 χρονών και τα σχήματα που περιέχει αναγνωρίζονται και ταξινομούνται από ένα παιδί 5-6 χρονών, εντούτοις η δοκιμασία δεν μπορεί να τη συνειδητοποιήσει παρά ένα παιδί των 8-9 χρόνων.

2^{ο}: Η δοκιμασία είναι εξαιρετικά δύσκολη στη διδασκαλία με τις συνήθεις μεθόδους. Πχ αν κάποιος απλά εξηγεί τις αρχές της διατήρησης σε ένα πεντάχρονο παιδί ή απλά επιδεικνύει το σχέδιο ενός δεματιού, ελάχιστη βελτίωση θα επιτευχθεί στην απόδοση του

παιδιού. Με αρκετά εκτενή διδασκαλία επιτυγχάνεται καλύτερη απόδοση, αλλά η συγκράτηση όπως και η μεταφορά σε ανάλογα προβλήματα παραμένουν πολύ φτωχές.

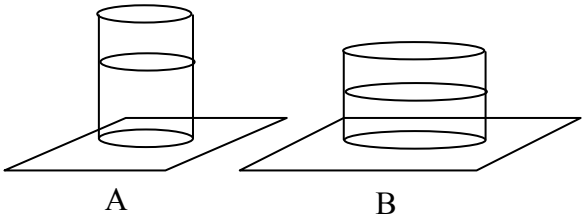
Έτσι παρόλο που οι δοκιμασίες νοητικής ανάπτυξης διαφέρουν από τις δοκιμασίες της τάξης στο ότι τελικά συλλαμβάνονται αυθόρμητα, μοιάζουν στο ότι είναι γνωστικά περίπλοκα και δύσκολα στο να διδαχθούν (εμπειρική ομοιότητα). Εφόσον υπάρχει εμπειρική ομοιότητα, φαίνεται πολύ πιθανόν να υποβόσκει επίσης και θεωρητική ομοιότητα.

2.2.3 Τα θεωρητικά χαρακτηριστικά των δοκιμασιών νοητικής ανάπτυξης

Από τη θεωρητική άποψη επισημαίνονται πάλι δύο στενά σχετιζόμενα χαρακτηριστικά στα περισσότερα τεστ νοητικής ανάπτυξης:

1ο: Από τα μικρά παιδιά απαιτούνται στρατηγικές που αν και λογικές είναι λανθασμένες.

Π.χ. στη δοκιμασία στην οποία παρουσιάζονται στα παιδιά δύο ποτήρια με ποσότητες νερού (Σχ. 2.1) και τους ζητείται να κρίνουν σε ποιο περιέχεται η μεγαλύτερη πόσιμη ποσότητα [Piaget 1957]. Η στρατηγική των πεντάχρονων παιδιών σε αυτή τη δοκιμασία μπορεί να είναι η ακόλουθη:



Σχ. 2.1 Ποιο ποτήρι περιέχει περισσότερο νερό;

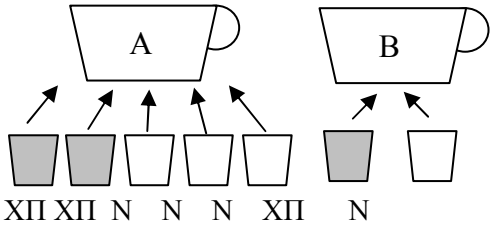
α) εκτιμούν το ύψος του νερού στο πρώτο ποτήρι

β) εκτιμούν το ύψος του νερού στο δεύτερο ποτήρι

γ) διαλέγουν το ποτήρι με την υψηλότερη στήλη νερού

Πρόκειται για μια πολύ λογική στρατηγική η οποία λειτουργεί σωστά αν τα ποτήρια είναι της ιδίας διαμέτρου. Κάτι το οποίο ισχύει στο μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων που αντιμετωπίζουν τα παιδιά συνήθως, όταν στο σπίτι ή το σχολείο τους σερβίρεται το νερό σε ίδια ποτήρια.

Σε μια άλλη δοκιμασία η οποία καλείται πρόβλημα του χυμού πορτοκαλιού παρουσιάζονται στα παιδιά δύο σύνολα φλιτζανιών. Ορισμένα περιέχουν νερό και ορισμένο συμπυκνωμένο χυμό πορτοκαλιού.. Τους ζητείται ποιο σύνολο θα σχηματίσει μίγμα με εντονότερη γεύση χυμού πορτοκαλιού. (Σχ. 2.2)



αναπαραστασιακό ή συμβολικό
Σχ. 2.2 Ποιο σύνολο φλιτζανιών θα σχηματίσει μίγμα με εντονότερη γεύση

Η στρατηγική των πεντάχρονων μάλλον είναι η ακόλουθη:

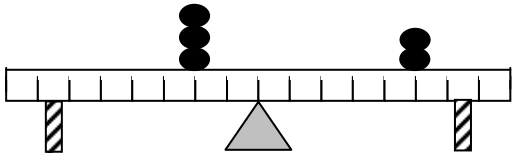
α) μετρούν τον αριθμό των φλιτζανιών πορτοκαλιού του πρώτου συνόλου,

β) μετρούν τον αριθμό των φλιτζανιών πορτοκαλιού του δεύτερου συνόλου,

γ) διαλέγουν το σύνολο που έχει τα περισσότερα.

Αν βεβαίως ο αριθμός των φλιτζανιών με νερό είναι ίδιος, έχει καλώς, θα έχουν επιτυχία, αυτό όμως δε συμβαίνει συνήθως.

Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στη δοκιμασία της ισορροπίας δοκού [Inhelder & Piaget 1964], όπου επιδεικνύονται στα παιδιά δύο σύνολα βαρών που υπάρχουν στους βραχίονες δοκού η οποία ισορροπεί, με τη βοήθεια υποστηριγμάτων (Σχ.2.3). Ζητείται ποια πλευρά της δοκού θα πάει προς τα κάτω αν αφαιρεθούν τα υποστυλώματα.



Σχ. 2.3 Ποια πλευρά της δοκού θα πάει προς τα κάτω αν αφαιρεθούν τα υποστυλώματα;

Η στρατηγική των πεντάχρονων θα είναι η ακόλουθη:

α) να μετρήσουν τον αριθμό των βαρών στο αριστερό μέρος,

β) να μετρήσουν τον αριθμό των βαρών στο δεξιό μέρος

γ) να επιλέξουν τη μεριά με το μεγαλύτερο αριθμό βαρών.

Σε περίπτωση βέβαια που το υπομόχλιο είναι στο μέσο της δοκού (εμπειρία των παιδιών από την τραμπάλα), έχει καλώς θα δώσουν επιτυχή απάντηση.

Στα τρία παραδείγματα που προηγήθηκαν βλέπουμε. **λογικές στρατηγικές αλλά όχι πλήρεις**.

2ο: Η στρατηγική, την οποία απαιτούν από τα νεαρά παιδιά οι δοκιμασίες νοητικής ανάπτυξης, τοποθετεί μια ελαφρότερη απαίτηση στη μνήμη εργασίας από ότι η σωστή στρατηγική.

Ας δούμε τη διαφορά στρατηγικής μεταξύ 5-6 χρόνων και 7-8 χρόνων στη δολιμασία της ποσότητας των υγρών του Piaget. Οι πρώτοι συγκρίνουν παράλληλα ύψος και πλάτος, προσπαθώντας να επιτύχουν κάποιο είδος αντιστάθμισης. Στην εργασία του ο Case αναλύει τις νοητικές απαιτήσεις (mental demands), που απαιτεί κάθε μια στρατηγική που αναπτύσσεται από τις διαφορετικές ηλικίες. Όπως φαίνεται, μόνο δυο αντικείμενα πληροφορίας πρέπει να κρατηθούν στη μνήμη εργασίας των πεντάχρονων για να εκτελέσουν το πιο πολύπλοκο βήμα της στρατηγικής τους:

α) το ύψος του υγρού στο πρώτο ποτήρι

β) το ύψος του υγρού στο δεύτερο ποτήρι.

Αντιθέτως στη στρατηγική των οκτάχρονων πρέπει να κρατηθούν τουλάχιστο τρία στοιχεία πληροφορίας:

α)το πλάτος του υγρού στο πρώτο ποτήρι

β) το πλάτος του υγρού στο δεύτερο ποτήρι

γ) η ήδη υπολογισθείσα διαφορά ύψους.

Ανάλογες αναλύσεις βημάτων και προσδιορισμός νοητικών απαιτήσεων καθενός μπορεί να γίνει και για τις άλλες δοκιμασίες.

Οι εξελικτικοί ψυχολόγοι δεν έχουν ακόμη συμφωνήσει στο πώς θα μετρούν το ποιοτικό βάρος που τοποθετεί η στρατηγική στη μνήμη εργασίας του παιδιού. Ούτε ακόμη συμφωνούν κατά πόσο η μετρηθείσα ανάπτυξη της μνήμης εργασίας των παιδιών έχει κάποια δομική και λειτουργική βάση [Case-1978, Chi-1975, Dempster-1976, Paschal-Leone 1970, Simon-1972]. Υπάρχει εντούτοις συμφωνία στα ακόλουθα σημεία:

1ο: ότι οι στρατηγικές που οδηγούν τα παιδιά σε σφάλμα είναι λογικές, αλλά υπεραπλουστευμένες.

2ο: ότι οι σωστές στρατηγικές συχνά τοποθετούν ένα μεγαλύτερο φόρτο στη μνήμη εργασίας των νεότερων παιδιών από ότι οι λανθασμένες

3ο: τα παιδιά δεν είναι εξοικειωμένα επαρκώς με τις απαιτούμενες βασικές διεργασίες.

2.2.4 Η σχέση εμπειρικών και θεωρητικών χαρακτηριστικών

Δεδομένου ότι σε πολλές δοκιμασίες διακρίνονται τα προαναφερθέντα θεωρητικά χαρακτηριστικά μπορεί κανείς να ισχυριστεί ότι είναι υπεύθυνα της ανάπτυξης των εμπειρικών φαινομένων που παρατηρήθηκαν. Δηλαδή της μακράς χρονικής διάρκειας αποτυχίας κάτω από συνθήκες αυθόρμητης απόκτησης των γνώσεων και της συνεχούς αποτυχίας εξαιτίας της συμβατικής διδασκαλίας.

Θεωρείται από τη ψυχολογία ότι είναι πολύ δύσκολο για τα αντικείμενα που έχουν ένα συγκεκριμένο τρόπο να αντιμετωπίζουν ή να αναπαράγουν ένα κάποιο task να ξεπεράσουν αυτά τα χαρακτηριστικά και να ανταποκριθούν με νέους τρόπους [Dunker-1945]. Κλινικές αναλύσεις αποκαλύπτουν ότι αυτή η τάση μπορεί να εξακολουθήσει ακόμη και μπροστά σε άμεση διδασκαλία [Case 1975]. Κάποιο υποκείμενο δείχνει να έχει αποκτήσει τη γνώση κάποιου ειδικού σημείου αλλά κατόπιν αγνοεί και επανακάμπτει στην αρχική του απόκριση μετά από λίγο.

Κάτι ανάλογο μπορεί να γίνει σχετικά και με το φόρτο στη μνήμη εργασίας. Όπως από πολύ νωρίς γνωρίζουμε [Jacobs 1887] η μνήμη εργασίας του ανθρώπου είναι περιορισμένη και αυτό μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα του υποκειμένου να συλλάβει πολύπλοκα θέματα και προβλήματα, κάτι που απαντάται και κατά τη διδασκαλία [Case 1975]. Ένα παιδί που δείχνει να κατανοεί τέλεια ένα στοιχείο πληροφορίας, μόλις απομακρύνεται της προσοχής του το σημείο προς το οποίο πρέπει να το ενσωματώσει, το παιδί εμφανίζεται να χάνει τη συγκράτηση της αρχικής κατάστασης. Από πειραματικές ενδείξεις φαίνεται ότι η ικανότητα των παιδιών να αντισταθούν σε παραπλανητικές και συνηθισμένες οδούς, συσχετίζεται με την απόδοσή-τους σε δοκιμασίες νοητικής ανάπτυξης [Pascua-Leone 1969, Dale 1976]. Επίσης έχει φανεί ότι το μέγεθος της μνήμης εργασίας συσχετίζεται από τη μια με την αυθεντική τους απόδοση και από την άλλη με τη δυνατότητά τους να επωφεληθούν από τη διδασκαλία [Case1976].

2.2.5 Τα θεωρητικά χαρακτηριστικά της αποτελεσματικής διδασκαλίας την οποία ορίζει ο Case.

Κατά τον Case [Case 1980] για να ξεπεραστούν τα δυο προαναφερθέντα προβλήματα που εμφανίζονται στη συμβατική διδασκαλία, πρέπει η προτεινόμενη διδασκαλία που φιλοδοξεί να είναι αποτελεσματική, να επιτύχει τρεις στόχους.

1ο: Να εντοπίσει τη λανθασμένη στρατηγική, να επιδείξει την ανεπάρκειά της και να προβάλει τη σωστή στρατηγική.

2ο: Πρέπει να ελαχιστοποιεί το φόρτο στη μνήμη εργασίας του μαθητή.

3ο: Πρέπει να προβλέπει μακρά εξάσκηση σε βασικές διεργασίες.

Ας δούμε αναλυτικά αυτούς τους τρεις στόχους.

1ο: Από τη λανθασμένη στη σωστή στρατηγική.

Για να επιτευχθεί ο πρώτος στόχος φαίνεται αναγκαίο η διδασκαλία να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

α) να παρέχει στο μαθητή κάποια λογική διαδικασία, για να προσδιορίσει αν η προσέγγισή του είναι ή όχι επιτυχής.

β) πρέπει να παρουσιάζει στο μαθητή προβλήματα, στα οποία η τρέχουσα του στρατηγική δε δουλεύει.

γ) πρέπει να παρέχει μια εξήγηση-δικαιολόγηση γιατί η τρέχουσά του στρατηγική δεν εξυπηρετεί.

δ) πρέπει να παρέχει μια επίδειξη (ή να προκαλεί το μαθητή να την ανακαλύψει) της σωστής στρατηγικής.

ε) πρέπει να εξηγεί στο μαθητή γιατί η σωστή στρατηγική λειτουργεί καλύτερα, αν αυτό δεν του έχει γίνει ήδη σαφές.

στ) πρέπει να παρέχει μια περίοδο εξάσκησης της νέας στρατηγικής, κάτω από οδηγίες, μαζί με την ευκαιρία μεταφοράς της νέας στρατηγικής σε νέες καταστάσεις.

2ο: Ελαχιστοποίηση του φόρτου στη μνήμη εργασίας του μαθητή.

Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος η διδασκαλία, πρέπει να χαρακτηρίζεται από τα εξής:

α) να ελαττώνει στο απολύτως ελάχιστο τα αντικείμενα πληροφορίας που απαιτούν τη σύγχρονη προσοχή του μαθητή. Λιγότερα στοιχεία πληροφορίας απαιτούν μικρότερη μνήμη εργασίας.

β) να εξασφαλίζει ότι όλες οι νύξεις που πρέπει να προσέξει ο μαθητής καθώς και όλες οι αποκρίσεις που πρέπει να επιδείξει είναι οικείες. Όσο πιο οικείο είναι ένα στοιχείο, τόσο λιγότερη μνήμη εργασίας απαιτείται.

γ) πρέπει να εξασφαλίζει ότι όλες οι διεργασίες στις οποίες το υποκείμενο πρέπει να ανταποκριθεί είναι ξεχωριστές είτε διότι τα φυσικά τους χαρακτηριστικά τις κάνουν να διακρίνονται από τα συμφραζόμενα, είτε διότι επιδεικνύονται προφορικά από το

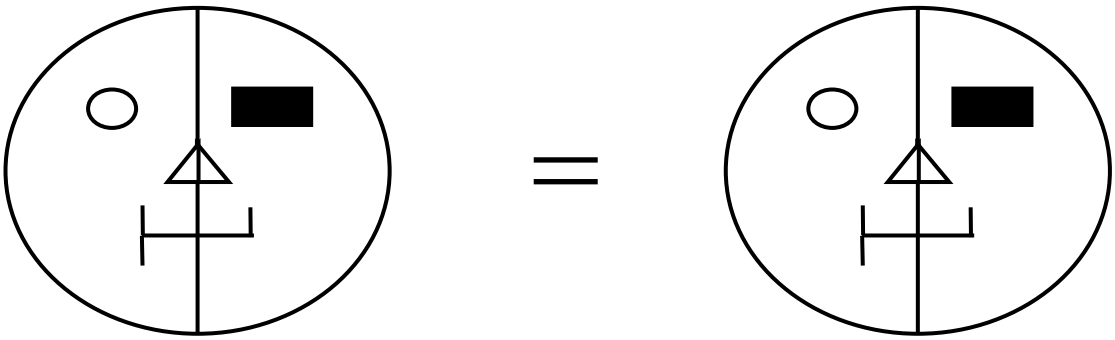
δάσκαλο. Όσο πιο εξέχουσα είναι μια διέγερση, τόσο λιγότερη μνήμη εργασίας απαιτείται.

Διάφορα προγράμματα διδασκαλίας, που έχουν σχεδιαστεί για να διδάξουν εξελικτικές ικανότητες και αποδείχθηκαν επιτυχή, διακρίνονται από τα δυο σύνολα θεωρητικών χαρακτηριστικών που προαναφέρθηκαν. Στην εργασία του Case [Case 1977] παρατίθενται δυο προγράμματα διδασκαλίας ως παράδειγμα. Το ένα αφορά μία δοκιμασία νοητικής ανάπτυξης σχεδιασμένη από την Inhelder και τον Piaget το 1964 γνωστό στη βιβλιογραφία ως δοκιμασία «των καμπτόμενων ράβδων» (bending rods). Το άλλο παράδειγμα αφορά μία δοκιμασία σχολικής τάξης, το πρόβλημα «της πρόσθεσης του στοιχείου που λείπει». Και στα δυο παραδείγματα εντοπίζονται τα χαρακτηριστικά που προϋποθέτει ο Case για επιτυχή διδασκαλία.

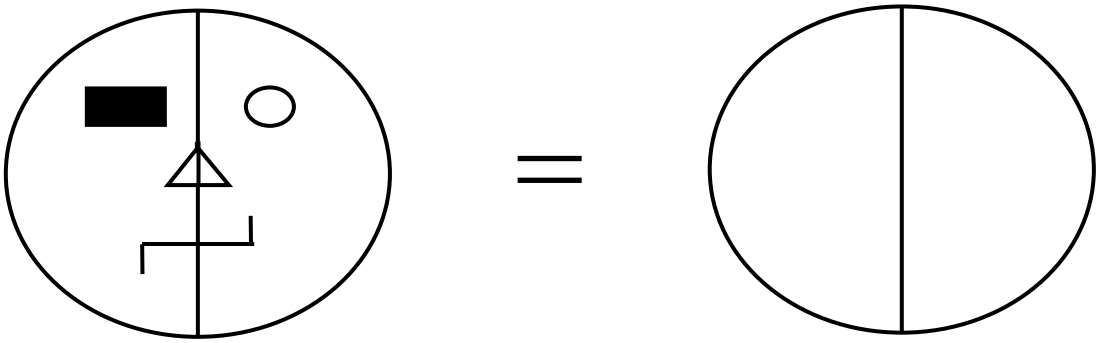
Θεωρούμε σκόπιμο να αναφερθούμε στο παράδειγμα «της πρόσθεσης του στοιχείου που λείπει», διότι πρόκειται για εφαρμογή των απόψεων του Case στη σχολική πραγματικότητα για τρέχουσα διδασκαλία σε τάξη.

Παρουσιάζουμε στα παιδιά την εξίσωση 4 + □ = 7 και τους ζητούμε να συμπληρώσουν τον αριθμό που λείπει. Αν και η δοκιμασία εμφανίζεται εντελώς στοιχειώδες και αποτελεί μέρος του πιο τυπικού περιεχομένου της Α΄ δημοτικού, στην πραγματικότητα όπως και η δοκιμασία για τον καθορισμό της νοητικής ανάπτυξης, είναι αρκετά δύσκολο. Η πλειονότητα των παιδιών αποτυχαίνει επιδεικνύοντας λογική και συνάμα λανθασμένη στρατηγική. Συνήθως ξεκινούν από τον αριθμό 4 και τον αυξάνουν 7 φορές καταλήγοντας στον 11 ως απάντηση. Προτάθηκαν αρκετά προγράμματα χωρίς επιτυχία για την αντιμετώπιση του προβλήματος [Ο' Hara 1975, Case 1977, Gold 1974].

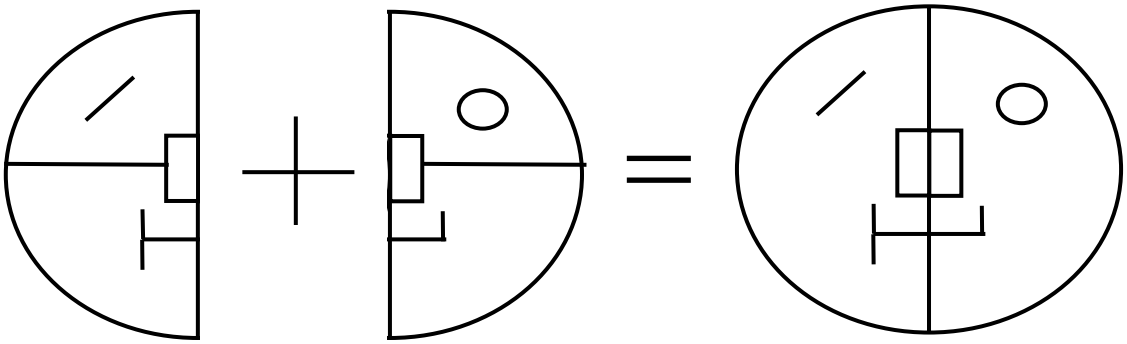
Το 1ο θεωρητικό χαρακτηριστικό αποτελεσματικής διδασκαλίας προϋποθέτει ότι πρέπει να εισάγει στα παιδιά μερικά απλά και αξιοσημείωτα παραδείγματα δια μέσου των οποίων να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα της σωστής τους στρατηγικής. Στο πρόγραμμα που εξετάζουμε χρησιμοποιήθηκε μια άσκηση με προσομοιώματα: αντί αριθμών χρησιμοποιήθηκαν «σκίτσα με προσωπάκια» (βλ Σχ 2.4)



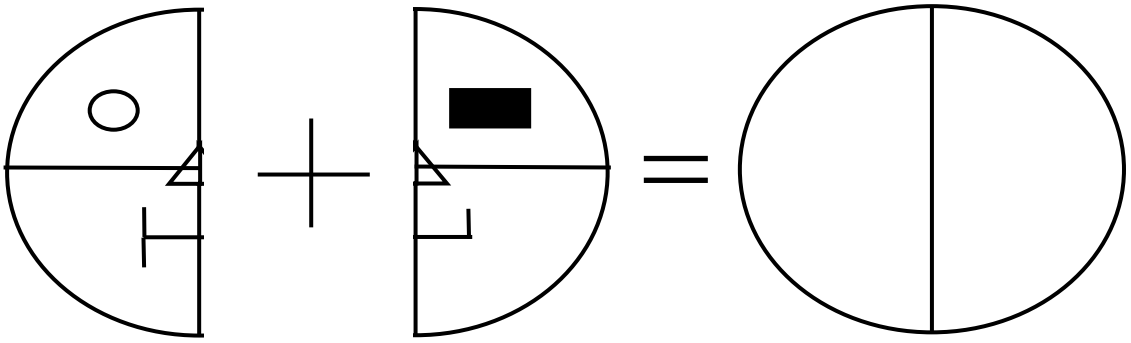
Σχ 2.4.α Μοιάζουν αυτά τα πρόσωπα ίδια; Το (=) δηλώνει ότι είναι ίδια



Σχ 2.4.β Εδώ υπάρχουν δυο ακόμη πρόσωπα. Μπορείς να κάνεις το δεύτερο ίδιο με το πρώτο; Βάλε κάποια από τα σχήματα και κάνε τη μια πλευρά ίδια με την άλλη πλευρά.



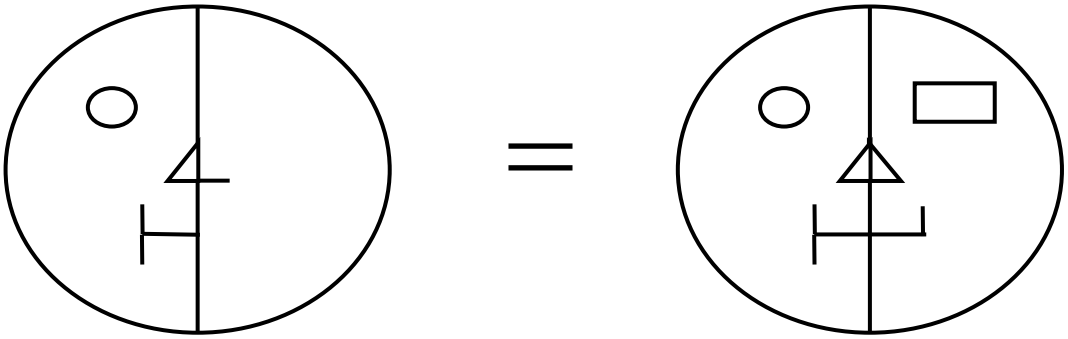
Σχ 2.4.γ Το (+) σημαίνει να τα βάλεις μαζί. Μπορείς να δεις αυτό, όταν βάζουμε αυτά μαζί έχουμε ένα πρόσωπο που είναι ίδιο με αυτό εδώ;



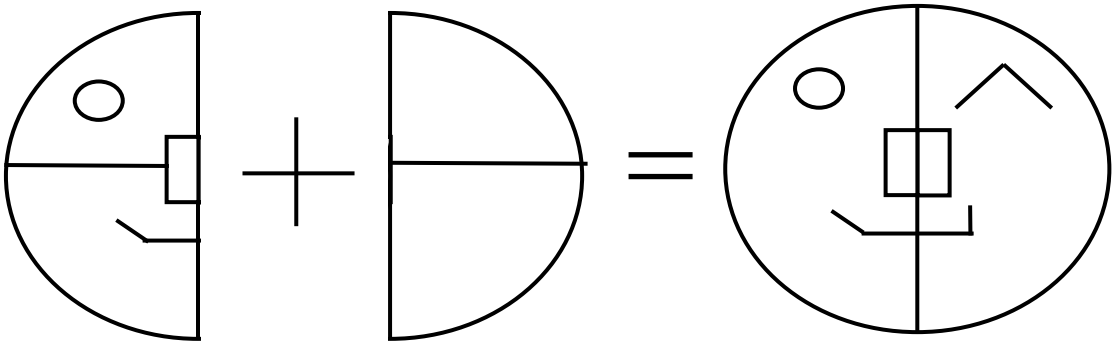
Σχ 2.4.δ Θυμήσου, το (+) σημαίνει να το βάλεις μαζί. Τώρα μπορείς να κάνεις αυτή την πλευρά ίδια με την άλλη πλευρά;

Με αυτό το παράδειγμα δίνεται η ευκαιρία στα παιδιά να ελέγξουν τα αποτελέσματα της πρόσθεσής τους κατά τρόπο που ικανοποιεί όλα τα κριτήρια για ελαχιστοποίηση του φόρτου στη μνήμη εργασίας. Άλλο ένα σημαντικό σημείο είναι ότι τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι και εξέχοντα και ιδιαιτέρως οικεία**.**

Το 2ο θεωρητικό χαρακτηριστικό προϋποθέτει την ανάδειξη της ανεπάρκειας της αυθόρμητης στρατηγική των παιδιών. Στο παράδειγμα που αναλύουμε αυτό επιτεύχθηκε σχεδόν αμέσως με την παρακάτω άσκηση, πάλι με προσομοιώματα στη θέση των αριθμών (βλ. Σχ 2.5.)



Σχ 2.5.α Θυμήσου το (=) σημαίνει να κάνεις και τα δυο ίδια. Τοποθέτησε κάποια από τα σχήματα και φτιάξε τη μια πλευρά ίδια με την άλλη.



Σχ 2.5.β Θυμήσου το (+) σημαίνει να τα βάλεις μαζί. Τώρα μπορείς να κάνεις αυτήν την πλευρά ίδια με την άλλη;

Το 3ο χαρακτηριστικό προϋποθέτει ότι πρέπει να δίνει στα παιδιά μια απλή και σαφή εξήγηση για την ακαταλληλότητα της αυθόρμητής του στρατηγικής (αν δεν είναι πρόδηλη). Στο πρόγραμμα που αναλύεται, αυτό χρειαζόταν σπανίως στις αρχικές φάσεις. Εντούτοις επανερχόμενοι στην αρχική δοκιμασία με τους αριθμούς παρατηρήθηκε ξανά η λανθασμένη στρατηγική στον τρόπο μέτρησης. Έτσι σε όσα παιδιά πέφτουν στο λάθος

δίνεται η εξήγηση «θυμήσου αυτό - δείχνοντας το (+) - λέει να βάλεις αυτά τα δυο μαζί έτσι, ώστε να βρεις το ίδιο αποτέλεσμα με αυτό εδώ. Βάλε αυτά τα δυο μαζί και να δεις αν παίρνεις το ίδιο με αυτό εδώ.

Αξιοσημείωτη είναι η λεκτική δομή των επεξηγήσεων : γλώσσα οικεία, προτάσεις σύντομες, σύνταξη απλή. Επίσης ο διδάσκων εντοπίζει ποιό στοιχείο δεν έλαβε υπόψη ο μαθητής και του το τονίζει - στην περίπτωσή μας το (+). Παράλληλα φροντίζει να ελαχιστοποιεί τα αντικείμενα πληροφορίας που πρέπει να κρατά στη μνήμη εργασίας του το υποκείμενο.

Το 4ο χαρακτηριστικό - σαφής επίδειξη της σωστής στρατηγικής - εξασφαλίζεται αυτόματα με την αναλογία των προσώπων, γιατί τα παιδιά παρατηρώντας τα μέρη που λείπουν τα βάζουν στην ανάλογη θέση. Στη μεταφορά όμως στην πρόσθεση αριθμών υπάρχει πρόβλημα. Οι ενήλικοι συνήθως αφαιρούν τον προσθετέο από το άθροισμα. Δεν καταλήγουν όμως στην αφαίρεση εύκολα οι 8χρονοι, παραμένουν στην πρόσθεση. Κάτι που μοιάζει με τη διαδικασία της επιστροφής χρημάτων (ρέστα) στην αγορά. Τα παιδιά ξεκινώντας από το μικρότερο αριθμό μετρούν προς τα επάνω μέχρι να βρουν τον υψηλότερο (συχνά χρησιμοποιώντας τα δάκτυλά τους), επίσης σωστή στρατηγική.

Στο τρέχον πρόγραμμα μερικά παιδιά έδειχναν να βρίσκουν ότι ο σωστός αριθμός "εμφανιζόταν στη σκέψη τους μόλις κατανοούσαν ότι έψαχναν για τον προσθετέο που λείπει και όχι για το σύνολο που λείπει και ακολουθούσαν την ενόρασή τους. Άλλα παιδιά δεν το κατάφερναν και τους δινόταν κέρματα, για να εκτελούν τη στρατηγική με τα «ρέστα». Πάλι παρατηρούμε την εφαρμογή ενός μοντέλου-αναλογίας.

Το 5ο χαρακτηριστικό προϋποθέτει απαραίτητα προφορική εξήγηση, ώστε να καταστήσει προφανή τη σωστή στρατηγική. Έγινε, στην προκειμένη περίπτωση, στα παιδιά υπενθύμιση της έννοιας του σημείου της πρόσθεσης. Στη συνέχεια τους ζητήθηκε να ελέγξουν τις απαντήσεις τους μετά από κάθε προσπάθεια για να δουν ότι όταν οι δυο προσθετέοι τοποθετηθούν μαζί, όπως το σύμβολο δείχνει, πρακτικά έδινε την απάντηση στην άλλη πλευρά από το σημείο της ισότητας.

Το 6ο χαρακτηριστικό προϋποθέτει περίοδο εξάσκησης. Έτσι η άσκηση και οι εξηγήσεις που είχαν ήδη παρουσιαστεί με τα *«πρόσωπα»* επαναλαμβάνονταν πρώτα χρησιμοποιώντας «κουκκίδες» και «μέτρηση» και έπειτα μεταφορά σε αριθμούς. Το πλήθος των νέων ασκήσεων είναι τέτοιο, ώστε να ελαχιστοποιεί το φορτίο στη μνήμη εργασίας, ενώ παράλληλα να μεγιστοποιεί την οικειότητα της βασικής στρατηγικής. Αν

κάποιο υποκείμενο έκανε λάθος, ο διδάσκων το επανέφερε στο αρχικό παράδειγμα και επαναλάμβανε την έννοια των βασικών σημείων.

Μια γενική αρχή που πηγάζει από τα τρία χαρακτηριστικά που θεωρήθηκαν αναγκαία, για την ελαχιστοποίηση του φόρτου της μνήμης εργασίας και τηρήθηκε ήταν η ακόλουθη: Υπήρχε γενική ώθηση να αποτραπούν κατά το δυνατόν από τη λανθασμένη στρατηγική παρά να εγκλωβιστούν μέσα σ' αυτήν και έπειτα να τους εξηγηθεί το λάθος της. Στην προκειμένη περίπτωση της πρόσθεσης οι εξηγήσεις συνίστανται στην επισήμανση της έννοιας των συμβόλων παρά με τα παρατηρούμενα αποτελέσματα στο φυσικό κόσμο.

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα έδειξε καταπληκτικά αποτελέσματα έναντι των συμβατικών [Case 1977] και βρήκε πολλούς μιμητές. Ανάλογη προσέγγιση δοκιμάστηκε [Hunt 1977] στη διδασκαλία της περιμέτρου, όπου η λανθασμένη στρατηγική είναι να μετράει κανείς τα τετράγωνα σε χαρτί milimetre γύρω από την περίμετρο οποιουδήποτε σχήματος παρά να μετράει τα σωματίδια στην ίδια περίμετρο.

Ο Steinback το 1977 δοκίμασε τη στρατηγική, ώστε να διδάξει στα παιδιά πώς να «διαβάζουν την ώρα», όπου η στρατηγική είναι να χρησιμοποιούν τα διαθέσιμα νούμερα για να προσδώσουν τιμές και στα λεπτά και στις ώρες. Άλλος εφάρμοσε αυτήν την προσέγγιση στο να διδάξει την πρόσθεση κλασμάτων, όπου μια από τις λανθασμένες στρατηγικές είναι να προσθέτουν και τους αριθμητές και τους παρονομαστές [Stevens 1977]. Τέλος ένας φοιτητής χρησιμοποίησε την προσέγγιση ως βοήθημα στη διδασκαλία «θεραπευτικής φωνολογίας», όπου μια αποτυχημένη στρατηγική είναι να ηχούν τα ονόματα των γραμμάτων μάλλον παρά οι αντίστοιχοι ήχοι.

2.2.6 Πρακτικές εφαρμογές της εξελικτικής προσέγγισης

Ο Case υπερθεματίζει τα θεωρητικά χαρακτηριστικά τόσο για την κατάρτιση προγραμμάτων με σκοπό τη διάγνωση της νοητικής ανάπτυξης των παιδιών, ως εξελικτικός ψυχολόγος που είναι, όσο και για εφαρμογή τους σε διδακτικά μοντέλα για μάθημα σε τάξη.

Οι δοκιμασίες που εφαρμόζονται στην τάξη πρέπει να χαρακτηρίζονται από τα ακόλουθα:

α) να είναι δύσκολο να ανταποκριθούν σ' αυτές οι μαθητές με τις συνήθεις συμβατικές μεθόδους

β)να έχουν προσδιορισμένους στόχους και μέθοδο λύσης

γ) να είναι τέτοιες που να εξάγουν συνεπείς αντιδράσεις από αυτούς που αποτυχαίνουν σε αυτό.

Με αυτές τις προϋποθέσεις των δοκιμασιών, ο μαθητής μπορεί να ωφεληθεί, αν φυσικά εφαρμοστούν σε ένα κατάλληλο επίπεδο τάξης. Είναι φυσικό ότι αν εφαρμοστούν σε υψηλότερο επίπεδο, ίσως να μην έχουν να προσφέρουν υπηρεσίες, γιατί οι δυσκολίες για τους μαθητές είναι προφανώς μικρότερες.

Όταν λοιπόν δεν υπάρχουν κάποιες ξεχωριστές συνθήκες οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη, οι φυσιολογικοί μαθητές (όχι παιδιά με προβλήματα καθυστέρησης, διαφορές πολιτιστικού περιβάλλοντος κ. ά.) έχουν πολλά να ωφεληθούν από διδακτικές στρατηγικές με τα χαρακτηριστικά που προτείνει ο R. Case.

2.3 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΟΥ A.H. JOHNSTONE

Η Joint Committee on Chemical Education στη Βρετανία θεώρησε, στις αρχές τις δεκαετίας του 80, ότι έπρεπε να ληφθούν κάποια μέτρα ώστε να προνοηθεί στο εκπαιδευτικό τους πρόγραμμα μια συνιστώσα της χημείας, που να είναι «Χημεία για όλους», (Chemistry for All), για μαθητές από 16 ετών και πάνω. Ζητήθηκε λοιπόν από τον A.H.Johnstone να υποστηρίξει μια πρόταση πάνω σ' αυτό.

2.3.1 Η Χημεία σε τρία επίπεδα. Μακροσκοπικό-Μικροσκοπικό-Συμβολικό

Με το άρθρο του Macro and microchemistry [Johnstone 1982] υποστηρίζει για πρώτη φορά τρία επίπεδα διδασκαλίας της χημείας.

«Εκείνοι από μας που είναι ακαδημαϊκοί χημικοί έχουν μια άποψη επί του αντικειμένου τουλάχιστον τριών επιπέδων».

Υπάρχει ένα επίπεδο στο οποίο μπορούμε να δούμε και να χειριστούμε υλικά, να περιγράψουμε τις ιδιότητές τους με όρους όπως πυκνότητα, χρώμα, ευφλεκτότητα και άλλες ανάλογες. Ενδιαφερόμαστε επίσης για τη δυνατότητα συνεύρεσης ενός υλικού μέσα σε ένα άλλο με τις συνέπειες αλλαγής των ιδιοτήτων.

Ένα δεύτερο επίπεδο είναι το συμβολικό στο οποίο προσπαθούμε να παραστήσουμε χημικές ουσίες με τύπους και τις αλλαγές τους με εξισώσεις. Αυτό είναι μέρος της γλώσσας των μυημένων του αντικειμένου.

Το τρίτο επίπεδο είναι ατομικό και μοριακό, ένα επίπεδο στο οποίο επιχειρούμε να ερμηνεύσουμε το γιατί οι χημικές ουσίες έχουν τον τρόπο να συμπεριφέρονται έτσι. Επικαλούμαστε άτομα, μόρια, ιόντα, δομές, ισομερή, πολυμερή κτλ. να μας δώσουν μια διανοητική εικόνα από την οποία να κατευθύνουμε τη σκέψη μας και να τη φέρουμε σε αναλογία με το περιγραφικό επίπεδο που μνημονεύθηκε παραπάνω. Αυτά τα τρία επίπεδα θα μπορούσαν να ονομαστούν

$1^{ο}$: περιγραφικό & λειτουργικό, $2^{ο}$: συμβολικό, $3^{ο}$: επεξηγηματικό (ερμηνευτικό).

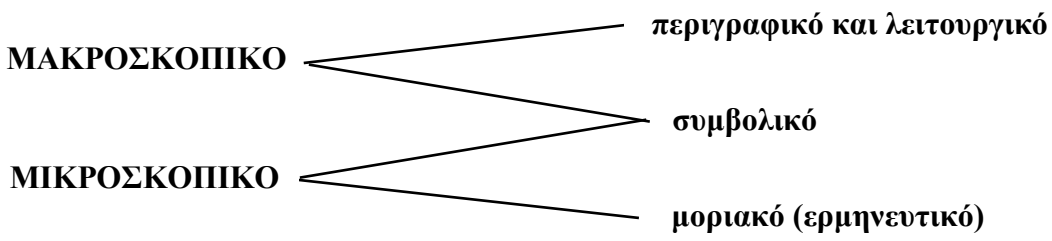
Εξασκημένοι οι χημικοί πηδούν ελεύθερα από επίπεδο σε επίπεδο σε μια σειρά νοητικών γυμναστικών ασκήσεων. Είναι πολύ δύσκολο τελικά να διαχωρίσει κανείς αυτά τα επίπεδα. Π.χ. όταν κοιτάζουμε ένα τμήμα βενζολίου, είμαστε σχεδόν σίγουροι ότι βλέπουμε εξάγωνα και ανατρέχουμε στον εντοπισμό του ηλεκτρονικού νέφους, το ίδιο εύκολα όπως σε ευφλεκτότητα και τοξικότητα. Η ηλεκτρόλυση υδατικού διαλύματος χλωριούχου χαλκού με ηλεκτρόδια από πλατίνα φέρουν στη μνήμη εικόνες από κατιόντα χαλκού και ανιόντα χλωρίου να κατευθύνονται σε αντίθετες κατευθύνσεις, προσλαμβάνοντας ή χάνοντας ηλεκτρόνια και μετατρεπόμενα στα ηλεκτρόδια σε κρυστάλλους μεταλλικού χαλκού και μόρια χλωρίου (διατομικά ασφαλώς!).

Εντούτοις ένα παιδί βλέποντας τα ίδια φαινόμενα για πρώτη φορά μάλλον βλέπει κάτι διαφορετικό, διότι λειτουργεί στο περιγραφικό / λειτουργικό επίπεδο. Βλέπει ένα κοκκινωπό απόθεμα στο αρνητικό ηλεκτρόδιο και βλέπει φυσαλίδες στο άλλο. Οι φυσαλίδες του αερίου έχουν άσχημη οσμή και μπορούν να αποχρωματίσουν ένα κομματάκι χρωματισμένο χαρτί. Το χρώμα του διαλύματος γίνεται πιο χλωμό μέχρις ότου ξεθωριάσει ολόκληρο.

Σε αντανάκλαση αυτό είναι ακριβώς το επίπεδο στο οποίο οι περισσότεροι από μας, κατά μέσο όρο τώρα ή στην κατοπινή μας καριέρα, διδαχθήκαμε στο σχολείο. Σ' αυτό προστέθηκε το συμβολικό επίπεδο σε άλλη σχολική βαθμίδα. Όμως με τους νεωτερισμούς που εισήγαγε η μεταρρύθμιση με τις καινούριες εκδόσεις των βιβλίων του 60 και του 70 η χημεία στράφηκε περισσότερο στην επιβολή του τρίτου επιπέδου.....

Κατά τον Johnstone η χημεία δε χρειάζεται «τίποτε μικρότερο από ένα τούβλο», το οποίο είναι περιγραφικό και λειτουργικό και το οποίο θα μπορούσε να είναι ο «πυρήνας» για την εκπαίδευση του καθενός. Μπορεί να είναι ή να μην είναι απαραίτητο να

ακολουθείται από συμβολικό επίπεδο. Το τρίτο επεξηγηματικό επίπεδο το περιλαμβανόμενο στη μικροχημεία δεν είναι απαραίτητο για τον πυρήνα εκπαίδευσης κάθε πολίτη.



Ο Johnstone δίνει μια κοντινή αναλογία μεταξύ αυτού του επιχειρήματος και της χρήσης του αυτοκινήτου, που για την πλατιά πλειονότητα του κόσμου το αυτοκίνητο υπάρχει στο περιγραφικό / λειτουργικό επίπεδο. Γνωρίζουν πώς να το οδηγούν μπορούν να περιγράψουν ελαττώματα σ' αυτό και να βρουν πολύ ευχαρίστηση και αξία στη χρήση του. Ορισμένοι πηγαίνουν μακρύτερα και μπορούν να χρησιμοποιούν ένα συμβολικό λεξιλόγιο όπως καρμπυρατέρ, διανομέας, έμβολο, αναφλεκτήρας κ.ά. Λίγοι ωστόσο, βλέπουν την ανάγκη, να φροντίζουν μόνοι τους για τη συντήρησή του, να γνωρίζουν λεπτομερώς τις εξηγήσεις των απώτερων σημείων της λειτουργίας της μηχανής, του μίγματος του καυσίμου, για πρόσθετα λαδιών και εκπομπές καυσαερίων.

Αυτή η μακροχημεία του κάθε πολίτη, του John Citizen όπως τον αποκαλεί, μπορεί να φαίνεται μια πολύ φτωχή μορφή του αντικειμένου. Απλώς μια οδηγία στη μάθηση ρουτίνας, εξαίρεση και αποστέρηση τόσο της ουσιώδους ομορφιάς (όπως την αντιλαμβάνονται οι χημικοί) όσο και του ενυπάρχοντος υπόβαθρου του αντικειμένου. Αλλά πιστεύει ότι αυτό είναι μακριά από την αλήθεια.

Κατά τους φιλοσόφους της παιδαγωγικής Hirst και Phenix, μεταξύ όλων των άλλων η εκπαίδευση του καθενός θα έπρεπε να συνίσταται στο να θέτει ερωτήματα από το φυσικό κόσμο. Ερωτήματα που μπορεί να είναι διαφορετικού τύπου, που να απαιτούν διαφορετικές τεχνικές για να κατανοηθούν, που να επιδέχονται διαφορετικές απαντήσεις και απαιτούν διαφορετικές ερμηνείες. Άλλα ερωτήματα μπορεί να απαντηθούν μόνο με ένα πείραμα και συχνά με ένα πείραμα το οποίο θα παραχθούν ερμηνευτικές απαντήσεις. Όπως μια ερώτηση θα μπορούσε να είναι:

Πώς μπορώ να ξέρω αν αυτή η πράσινη πέτρα περιέχει χαλκό;

Ένα πείραμα κατά το οποίο παράγεται από την πέτρα χαλκός μπορεί να απαντήσει σ' αυτό. Το πλέον άμεσο πείραμα, θερμαίνοντας την πέτρα με γαιάνθρακα, θα ήταν

προτιμότερο από το να τη διαλύσει κανείς σε οξύ και να ηλεκτρολύσει στη συνέχεια το διάλυμα, που απαιτεί περισσότερα στάδια. Εντούτοις ερωτήματα όπως «είναι αυτή η πράσινη πέτρα πιο χαριτωμένη από αυτήν εδώ;» είναι έξω από τη δικαιοδοσία της πειραματικής χημείας.

Η μακροσκοπική χημεία μπορεί να προνοεί πολλές ευκαιρίες στο να επεξηγεί επιστημονικές ερωτήσεις σχεδιάζοντας πειράματα, ελέγχοντας τα και κάνοντας χρήσιμες και έγκυρες ερμηνείες. Ο Johnstone θεωρεί αλαζονικό από μέρους των χημικών να υποθέτουν πως για να είναι σεβαστή η διδασκόμενη χημεία και να ενδιαφέρει τον καθένα πρέπει να εξελίσσεται ταυτόχρονα και στα τρία επίπεδα. Πιστεύει ότι δεν είναι στα ενδιαφέροντα όλων ή δεν το επιθυμούν ή ακόμη δεν είναι ικανοί όλοι να εκτελούν νοητικές γυμναστικές ασκήσεις εκτεινόμενοι από επίπεδο σε επίπεδο, όπως έχουν οι χημικοί την ευχέρεια να κάνουν. Αντίθετα θα έβρισκαν διασκεδαστικό, ενδιαφέρον και ικανοποιητικό να κινούνται στο μάκρο-επίπεδο.

Η μακροσκοπική χημεία μπορεί να αποτελέσει κοινό παρονομαστή για όλους , ένα υπόβαθρο για την καθημερινή επιστήμη, υποστήριξη για τη χρήση του αυτοκινήτου, τη χημεία του «κήπου», για κόλλες, πλαστικά, καύσιμα, ρύπανση του περιβάλλοντος κτλ. Επίσης μια περιοχή γενικού ενδιαφέροντος, που θα μπορούσε επαρκώς να αντιμετωπιστεί από μια «μακροχημεία για όλους και μια μικροχημεία για ορισμένους» είναι οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές συνέπειες της χημείας. Θέματα όχι ιδιαίτερα φωτισμένα, τουλάχιστο για το μέσο πολίτη από μοριακές μελέτες. Μια γνώση των μακροσκοπικών ιδιοτήτων των υλικών θα μπορούσε να κάνει αίσθηση για τη σχετική μολυντική ικανότητα των διαφόρων πλαστικών έναντι των "*φυσικών*" υλικών, θα έδινε τη δυνατότητα επιλογής υλικών με τη βοήθεια των αισθήσεων, για να υλοποιηθούν διάφορες δοκιμασίες· θα ενθάρρυνε σε ασφαλέστερη δουλειά στο σπίτι και στην εργασία και θα έριχνε φως στις βιομηχανικές αποφάσεις, οι οποίες επηρεάζουν τον καθένα.

Εξάλλου, κατά τον Johnstone, κάθε υπαινιγμός ότι η μακροσκοπική μελέτη είναι νοητικά κατώτερη μπορεί να ανατραπεί προβάλλοντας ως επιχείρημα ότι και στην κλασική θερμοδυναμική εκτεινόμαστε μόνο σε μακροσκοπικό και συμβολικό επίπεδο. Όσοι την εξασκούν έδειξαν την ισχύ της μακροσκοπικής μελέτης χωρίς να επικαλεστούν μίκρο- επίπεδο.

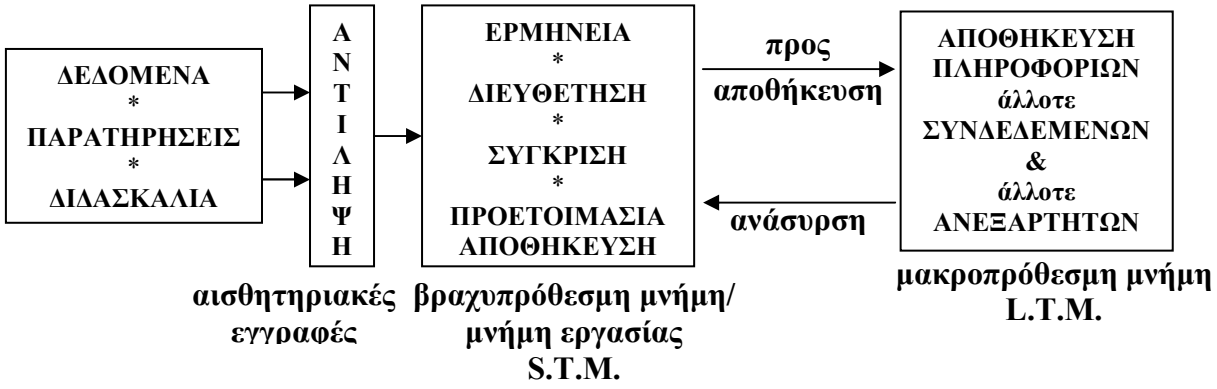
2.3.2 Η επανάσταση του 1960 στα προγράμματα σπουδών

Ο Johnstone επανέρχεται ενισχύοντας τις απόψεις του εκ νέου, μετά από δέκα περίπου χρόνια με την εργασία του «Thinking about thinking « [Johnstone 1991]. Στην προσπάθειά του να δικαιολογήσει την έλλειψη ενθουσιασμού από μέρους των μαθητών, στην ύλη της χημείας που πραγματεύονται τα αναλυτικά προγράμματα, μετά τις επαναστατικές αλλαγές στις Αγγλοσαξονικές χώρες το 1960, εκφράζει τις ανησυχίες του και ερμηνεύει με βάση ένα μοντέλο μάθησης, παρεμφερές αυτού του Gagné, τις δυσκολίες που αντιμετωπίζει ο μαθητής στην κατανόηση της χημείας.

Πιστεύει ότι έχει παραμεληθεί η παιδαγωγική - διδακτική συνιστώσα, ενώ όλη η προσοχή δόθηκε στη «χημική» συνιστώσα, με αποτέλεσμα ενώ οι χημικοί αισθάνονται δικαιωμένοι και ικανοποιημένοι, οι μαθητές αισθάνονται απογοητευμένοι. Χαρακτηριστική είναι η μείωση του αριθμού των εγγραφόμενων φοιτητών στα κολλέγια και τα πανεπιστήμια της Βρετανίας, σε τμήματα χημείας. Και αποδίδει αυτό στο ασυμβίβαστο της διαδικασίας για τη μάθηση με την «προσλαμβάνουσα έννοια» (conception) των ενηλίκων για τη χημεία.

2.3.3 Ένα χρήσιμο μοντέλο λειτουργίας της σκέψης

Σύμφωνα με το μοντέλο μάθησης της «επεξεργασίας των πληροφοριών» στη μνήμη μας διεξάγονται οι ακόλουθες νοητικές διεργασίες [Sanford 1985].



Σχ. 2.6 Μοντέλο της λειτουργίας της σκέψης

Όταν φθάσουν οι πληροφορίες στη μακροπρόθεσμη μνήμη αναγνωρίζουμε το οικείο και παραξενευόμαστε από το μη οικείο. Στην όλη πορεία παίζει ρόλο το ενδιαφέρον, η κουλτούρα και η προηγούμενη εξάσκηση. Συχνά η πληροφορία δεν είναι πλήρης και μπορούμε να την απενσωματώσουμε από αποθηκευμένες στη μακροπρόθεσμη μνήμη ιδέες.

Το νέο πληροφοριακό υλικό, που φτάνει στη μακροπρόθεσμη μνήμη, αποθηκεύεται πιο αποτελεσματικά αν συνδεθεί με προϋπάρχουσα γνώση της μακροπρόθεσμης μνήμης. Μια ματιά στη φύση της χημείας και στο πώς παραδοσιακά διδάσκεται, θα ερμηνεύσει γιατί είναι εύκολο να έρθει σε σύγκρουση με το προηγούμενο μοντέλο μάθησης.

2.3.4 Εφαρμόζοντας το μοντέλο στη μάθηση της χημείας

Σε αυτή την εργασία τροποποιεί τις ονομασίες των τριών επιπέδων και εν μέρει στη σειρά της διδακτικής παρουσίασης της χημείας. Διακρίνει τρεις κύριες συνιστώσες ή επίπεδα:

α) το μακροσκοπικό επίπεδο (macro) που αντιπροσωπεύει: το αισθητό (ορατό, απτό κτλ.) και το χρησιμοποιήσιμο.

β) το μικροσκοπικό ή μοριακό επίπεδο (sub-micro) που συναλλάσσεται με: άτομα, μόρια, δομές, δεσμούς, αλληλεπίδραση μορίων που οδηγούν σε χημικές αντιδράσεις, μηχανισμούς αντιδράσεων.

γ) το συμβολικό επίπεδο που πραγματεύεται: χημικά σύμβολα, εξισώσεις και στοιχειομετρικούς υπολογισμούς.

Οι τρεις συνιστώσες μπορούν να προσομοιαστούν ως γωνίες ενός τριγώνου.

(Παρατηρούμε μια αλλαγή στη σειρά διδασκαλίας των τριών συνιστωσών, αν και δεν είναι απολύτως σαφής με την τοποθέτηση των συνιστωσών στις κορυφές του τριγώνου.)

Ο Johnstone επισημαίνει ότι ο κοινός άνθρωπος όταν σκέφτεται γύρω από τη χημεία, σκέφτεται αποκλειστικά σε μακροσκοπικό επίπεδο, σε αντίθεση με τον επιστήμονα χημικό ή το διδάσκοντα της χημείας, που σκέπτεται ταυτόχρονα και στα τρία επίπεδα. Η σκέψη του θα μπορούσε να παρασταθεί με μια ακολουθία σημείων στο εσωτερικό του τριγώνου που αναλογούν και στις τρεις συνιστώσες ανά πάσα στιγμή. Π.χ. ο όρος βενζόλιο, για ένα χημικό, φέρνει στο νου ένα οσμηρό, εύφλεκτο, καρκινογόνο υγρό με δομή κανονικού εξαγώνου, και χημικό τύπο C_6H_6. Θα ήταν μεγάλο λάθος να φανταζόμαστε, ισχυρίζεται ο Johnstone, ότι όλοι ή οι περισσότεροι μαθητές μας μπορούν να μας ακολουθήσουν στο εσωτερικό του τριγώνου. Η νοητική εκγύμναση της λειτουργίας στο εσωτερικό του τριγώνου απαιτεί από τους μαθητές μας να χρησιμοποιούν ιδέες οι οποίες δε βρίσκονται φυσιολογικά στη μακροπρόθεσμη μνήμη τους σε τάξη, ώστε να λειτουργεί η αντιληπτική ροή ή να τους βοηθά να οργανώσουν την πληροφορία στην περιορισμένη μνήμη εργασίας τους.

Η δική μας αντίληψη ως προς το τι είναι σημαντικό, ενδιαφέρον και κατανοητό εξαρτάται κατά μείζονα λόγο από το τι υπάρχει ήδη στη μακροπρόθεσμη μνήμη εργασίας τους.

Οι κανονικοί μας τρόποι σκέψης σχετικά με το φυσικό κόσμο είναι από τη φύση τους μακροσκοπικοί και οι έννοιες σχετίζονται με αισθητά αντικείμενα.

Π.χ. πώς το παιδί σχηματίζει την έννοια *γάτα* και τη διαχωρίζει από την αντίστοιχη *σκύλος*; Στην αρχή κάθε τετράποδο μπορεί να το αποκαλεί *σκύλο* αλλά με τη βοήθεια των γονιών του συναντά παραδείγματα ζώων με κοινά χαρακτηριστικά που τους αποδίδεται η ετικέτα *γάτα*. Σύντομα το παιδί θα επιτρέπει την είσοδο σ' αυτή την έννοια (ή κατηγορία) γάτες ενός χρώματος που δε συνάντησε προηγουμένως. Μπορεί ακόμη να κατατάξει *στις γάτες* και μια *τίγρη*, αν και το μέγεθός της είναι πολύ διαφορετικό. Όλα αυτά γίνονται με ένα δίκτυο επεξεργασίας στη μακροπρόθεσμη μνήμη.

Τι γίνεται στην προκειμένη περίπτωση με την έννοια στοιχείο; Μπορούμε να επιδείξουμε στους μαθητές λίγη μαύρη σκόνη (άνθρακα), καστανή (πυρίτιο) και κίτρινη (θείο), και να πούμε ότι όλα είναι στοιχεία και ότι καθένα συνίσταται από άτομα του ιδίου είδους; Από αυτές τις πληροφορίες δε βοηθιέται ο μαθητής να συμπεράνει την έννοια *στοιχείο*. Στην έκθεση των εννοιών με σημασία για τους μαθητές η έννοια του ατόμου δεν είναι διαθέσιμη και σχεδιάζεται πάνω σε μια ιδέα που οι μαθητές δεν έχουν φυσιολογικά, ως στέρεο οικοδόμημα στη μακροπρόθεσμη μνήμη.

Το πρόβλημα οξύνεται όταν επιδεικνύουμε παραδείγματα ενώσεων: μια μαύρη σκόνη (CuO), μια καστανή (PbO_2), και μια κίτρινη (PbO). Τι υπάρχει προσιτό στο μαθητή ώστε να διακρίνει στοιχεία από ενώσεις; Μόνο μέσα από την ατομική σύσταση μπορούμε να εξασφαλίσουμε τη διαφορά. Ούτε όταν δείχνεται πειραματικά το πως εξάγεται ο χαλκός από το οξείδιό του, βοηθιέται περισσότερο ο αρχάριος. Αποτελεί απόδειξη ότι ο Cu είναι απλούστερης σύστασης από ότι το CuO. Κάποιος μπορεί ακόμη να δείξει ότι το CuO προέρχεται από το Cu. Αυτό είναι ένα είδος διλήμματος, το οποίο φέρνει τη χημική θεωρία τόσο αργοπορημένα στην επιφάνεια της ιστορίας της ανθρώπινης διανοητικής εξέλιξης. Γι' αυτό το φλογιστόν επέζησε για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι υποστηρικτές του δεν ήταν ανόητοι· η φύση των εννοιών ήταν τόσο συνολικά διαφορετική από την πλειονότητα των εννοιών του φυσικού κόσμου.

Προσπαθώντας να «περάσουμε» τις έννοιες του στοιχείου και της ένωσης, πρέπει ταυτόχρονα να «περάσουμε» τις μικροσκοπικές έννοιες του ατόμου και του μορίου και να παραστήσουμε όλα αυτά με σύμβολα, τύπους και εξισώσεις. Βρισκόμαστε στο εσωτερικό

του τριγώνου, πριν να το καταλάβουμε και λίγοι από τους μαθητές μας μας παρακολουθούν σε αυτό με κάποια ευκολία. Αυτό το νέο είδος έννοιας παίρνει πολύ χρονικό διάστημα να αναπτυχθεί. Αλλά εφόσον το έχουμε ενσωματώσει στη μακροπρόθεσμη μνήμη, μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε ως ένα δυναμικό τρόπο αντιμετώπισης του κόσμου.

2.3.5 Η εργαστηριακή διδασκαλία

Οι χημικοί πιστεύουν ακράδαντα στην αποτελεσματικότητα της εργαστηριακής διδασκαλίας, αλλά εδώ η σύγκρουση με το μαθησιακό μοντέλο ίσως να είναι ακόμα χειρότερη. Διότι παρ' όλο που όργανα, συσκευές και ουσίες είναι απτά και πράγματα τα οποία μπορούμε να τα παρατηρούμε, δε μένουμε ευχαριστημένοι να περιοριστούμε στο μακροσκοπικό επίπεδο αλλά προσπαθούμε να διευκρινίσουμε και διαφωτίσουμε το μοριακό. Αυτό είναι άραγε σκοπός του εργαστηρίου;

Ο Johnstone αναφέρει πως μελετάται εργαστηριακά η ηλεκτρόλυση διαλύματος $CuCl_2$. Αυτό που παρατηρείται είναι: στο θετικό ηλεκτρόδιο να βγαίνουν φυσαλίδες ενός οσμηρού αερίου που αποχρωματίζει το βάμμα του ηλιοτροπίου και ένα καστανοκόκκινο στερεό να καλύπτει το αρνητικό ηλεκτρόδιο, ενώ το γαλάζιο χρώμα του διαλύματος ξεθωριάζει βαθμιαία. Εδώ σταματά το ορατό και παρατηρήσιμο μέρος (μακροσκοπικό).

Πώς θα ερμηνεύσουμε γιατί δημιουργήθηκαν οι φυσαλίδες στο θετικό ηλεκτρόδιο και γιατί το καστανοκόκκινο στερεό στο αρνητικό ηλεκτρόδιο, χωρίς να καταφύγουμε σε φαινόμενα μη ορατά τα οποία δεν μπορούμε να παρατηρούμε. Και αναφερόμαστε λοιπόν στα ανιόντα του χλωρίου που κατευθύνθηκαν στην άνοδο όπου απέθεσαν ηλεκτρόνια. Τα άτομα που προέκυψαν, έδωσαν ανά ζεύγη, μόρια αερίου χλωρίου. Τα κατιόντα του χαλκού κατευθύνθηκαν στην κάθοδο όπου απέσπασαν ηλεκτρόνια για να μετατραπούν σε μεταλλικό χαλκό. Και για πληρέστερη ερμηνεία προχωρούμε συμβολίζοντας:

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s) \quad \text{και} \quad 2Cl^-(aq) - 2e^- \rightarrow Cl_2(g)$$

Δεν υπάρχει βέβαια κανένα λάθος αλλά δεν υπάρχει και τίποτε στην μακροπρόθεσμη μνήμη του μαθητή, που να τον βοηθά να συλλάβει τι είναι σχετικό με την παρατήρηση και τι είναι άσχετο (όπως οι αλλαγές της θερμοκρασίας). Εκτός των άλλων έχουμε υπερφόρτωση της βραχυπρόθεσμης μνήμης (εργασίας).

Το πρόβλημα επιτείνεται, όταν επιδιώκουμε ανακαλυπτική *μάθηση* στο εργαστήριο, και δεν δίνεται η ερμηνεία από τον διδάσκοντα. Τότε οι μαθητές ανακαλύπτουν πράγματα

που εμείς ουδόλως επιδιώκαμε και χάνουν αυτό ακριβώς που εμείς θέλαμε να ανακαλύψουν. Αυτό συμβαίνει διότι όσα ανακάλυψαν ερμηνεύθηκαν και ρυθμίστηκαν βάσει των όσων γνωρίζουν ή δε γνωρίζουν στη μακροπρόθεσμή τους μνήμη.

2.3.6 Κανόνες για αποτελεσματική πρακτική εργασία

Ο Johnstone προτείνει τις ακόλουθες συνθήκες:

1η: Η μακροπρόθεσμη μνήμη - LTM πρέπει να ετοιμαστεί έτσι, ώστε να μπορεί να ελέγχει την πορεία σύλληψης των ιδεών και να καθιστά ικανό το μαθητή να διαχωρίσει το σήμα από το θόρυβο. Ακόμη να δίνει την ικανότητα στο μαθητή να οικοδομήσει την έννοια από την πληροφορία που απόκτησε από το πείραμα.

2η: Ο μαθητής πρέπει να παίρνει ενεργό μέρος στο σχεδιασμό του πειράματος έτσι, ώστε να κατανοεί και να έχει την αίσθηση ότι συμμετέχει. Πρέπει επίσης να έχει συλλογιστεί επί των συνεπειών των διαφόρων πιθανών εκβάσεων έτσι, ώστε η ερμηνεία των αποτελεσμάτων να έχουν νόημα.

3η: Οι μαθητές θα πρέπει εκ των προτέρων να έχουν ασκηθεί ήδη στις εργαστηριακές "χειρωνακτικές" τεχνικές που εμπεριέχονται έτσι, ώστε να μην μπαίνει στη διαδικασία μάθησης ο χειρισμός συσκευών και οργάνων. Για πολύπλοκες τεχνικές μια λεκτική περιγραφή είναι απαραίτητη έτσι, ώστε να απελευθερωθεί ο μαθητής από τον προβληματισμό.

4η: Να αναγκάσουμε το μαθητή να σκέφτεται σφαιρικά και συνολικά. Ευκαιρίες θα μπορούσαν να δοθούν με τη λύση προβλημάτων στο θρανίο έτσι, ώστε οι μαθητές να ενθαρρύνονται στο να σχεδιάζουν, να εκφράζουν και ερμηνεύουν τόσο καλά όσο να εξερευνούν το δίκτυο της LTM σε πλευρική σκέψη. Αυτό δεν πρέπει να συγχέεται με τις συνήθεις διαβάσεις προς την ανακαλυπτική μάθηση.

Όλες αυτές οι προϋποθέσεις πρέπει να εξασφαλίζονται στα φύλλα εργασίας που χρησιμοποιούν ατομικά οι μαθητές. Αν και ο Johnstone δε θεωρεί πάντα καλύτερη την ατομική εργαστηριακή άσκηση ως αποτελεσματικότερη σε μαθησιακά ωφελήματα.

Πολλοί στόχοι εξυπηρετούνται καλύτερα από εργαστηριακή (πειραματική) επίδειξη, όπου ζητείται η συμπερασματική σκέψη των μαθητών. Σε όποια όμως περίπτωση ο μαθητής πρέπει να διαθέτει ένα κορμό γνώσεων εν δυνάμει στη μακροπρόθεσμή του μνήμη, να είναι νοητικά επιλεγμένος στο σκοπό, στο σχεδιασμό και την ερμηνεία της

πρακτικής εργασίας, για να εφαρμοστεί αποτελεσματικά σύμφωνα με τα όσα γνωρίζουμε για τη μάθηση.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3ο

ΤΑ ΤΕΣΤ ΜΕ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΜΕΤΡΗΘΗΚΑΝ ΟΙ ΤΡΕΙΣ ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

3.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έρευνα της Εκπαιδευτικής Ψυχολογίας χρησιμοποιήθηκε για να καλύψει το κενό ανάμεσα στους περιορισμούς και της δυσκολίες της μάθησης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών.

Η θεωρία του Piaget για την νοητική ανάπτυξη περιγράφει τι μπορεί να κάνει ένα άτομο σε μια ιδανική κατάσταση. Η πιο σημαντική εκπαιδευτική εφαρμογή της θεωρίας των σταδίων πνευματικής ανάπτυξης, είναι το μοντέλο του συνταιριάσματος (matching model) ή το μοντέλο ετοιμότητας (readiness model). Σύμφωνα με αυτό οι καθηγητές πρέπει να περιμένουν οι μαθητές να φτάσουν σε ένα στάδιο για να διδάξουν κάποια έννοια.

Υπάρχει μια προσέγγιση ηλικιακής εξάρτησης που προέρχεται από την ιδέα της περιοριζόμενης νοητικής ικανότητας, η οποία αναφέρει ότι υπάρχει ένας περιορισμένος νοητικός χώρος στο νου ενός ατόμου. Αυτό θέτει περιορισμούς στην ικανότητα του ατόμου να διεκπεραιώνει ζητήματα μάθησης και επίλυσης προβλημάτων. Αυτό σημαίνει ότι αν ένα πρόβλημα απαιτεί για να λυθεί, μεγαλύτερο από την νοητική ικανότητα του μαθητή αριθμό πνευματικών προσπαθειών ή βημάτων, θα είναι αδύνατο να το επιλύσει, εκτός και αν γνωρίζει στρατηγικές που μειώνουν το φορτίο στο χώρο-Μ του μαθητή.

Ο Witkin (1974) και ο Goodenough (1961) διακρίνουν τα υποκείμενα σε *εξαρτώμενα* και *ανεξάρτητα από το πεδίο*. Τα υποκείμενα που δεν κατορθώνουν να ξεπεράσουν την επιρροή του περιβάλλοντος πεδίου και δεν μπορούν να ξεχωρίσουν ένα στοιχείο από ένα σύνολο έχουν αντίληψη που καλείται εξαρτημένη από το πεδίο. Από την άλλη πλευρά, τα υποκείμενα που μπορούν να κάνουν τον παραπάνω διαχωρισμό έχουν αντίληψη που καλείται *ανεξάρτητη πεδίου*. Πρέπει να

σημειώσουμε ότι δεν υπάρχει σαφής διαχωρισμός ανάμεσα στους εξαρτώμενους και ανεξάρτητους πεδίου, μιας και η συμπεριφορά του πληθυσμού αντανακλά μια συνεχή διαβάθμιση περισσότερο, παρά μια ένταξη σε δύο ξεχωριστές ομάδες.
Ο Pascual-Leone (1970) πιστεύει ότι ένα υποκείμενο μπορεί να λειτουργήσει καλά με ένα κλάσμα της δομικής νοητικής του χωρητικότητας. Το γνωστικό πεδίο της εξάρτησης-ανεξαρτησίας είναι μια από τις κρυμμένες παραμέτρους που ρυθμίζουν τη λειτουργία του χώρου-Μ. Τα ευρήματα των Case και Globerson (1974) υποστηρίζουν αυτή την άποψη.

3.1 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΜΕΛΕΤΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Πολλά έργα που ενώ έχουν την ίδια λογική δομή κατά Piaget παρατηρήθηκε ότι ποικίλουν στη δυσκολία, δηλαδή εμφανίζουν το φαινόμενο της οριζόντιας ανάπτυξης (horizontal decalage) (Vuyk 1981). Ο Piaget (1971) απόδωσε το φαινόμενο της οριζόντιας ανάπτυξης στην «αντίσταση» που μπορεί να παρουσιάσει ένα έργο κατά την αφομοίωση του στις ήδη υπάρχουσες λειτουργικές δομές. Ο Pascual-Leone όμως οδηγήθηκε στην ανάλυση έργου για τον προσδιορισμό της απαίτησης-Μ (του έργου) και απέδειξε ότι το φαινόμενο της οριζόντιας ανάπτυξης μπορεί να ερμηνευθεί με την αύξηση της απαίτησης της επεξεργαζόμενης πληροφορίας (Pascual-Leone και Goodman 1979). Για παράδειγμα, έδειξε ότι η διατήρηση της μάζας έχει απαίτηση-Μ τρία, η διατήρηση του βάρους έχει απαίτηση-Μ τέσσερα και η διατήρηση του όγκου έχει απαίτηση-Μ πέντε (Pascual-Leone 1972). Συνεπώς, δεν μας προκαλεί έκπληξη γιατί προβλήματα διατήρησης έχοντας την ίδια λογική δομή λύνονται με την εξής χρονική ακολουθία:

Διατήρηση μάζας, στα 7 έως 8 έτη

Διατήρηση βάρους, στα 9 έως 10 έτη

Διατήρηση όγκου, στα 11 έως 12 έτη

Σύμφωνα με τον Pascual-Leone (1970) παιδιά 7 έως 8 χρόνων έχουν χωρητικότητα-Μ ίση με 3 δηλ. μπορούν να συντονίσουν τρία «σχήματα» (κομμάτια πληροφορίας). Το Νεοπιαζέτεια θεωρία του Pascual-Leone προτείνει ότι η γνωστική λειτουργία μπορεί να αναλυθεί σε σχέση με τα σχήματα. Γενικά, ένα σχήμα είναι η ψυχολογική οντότητα που μετρά ένα οργανωμένο μοντέλο συμπεριφοράς. Έτσι παιδιά 7-8 ετών έχουν

χωρητικότητα-Μ ίση με τρία, παιδιά 9-10 ετών έχουν χωρητικότητα-Μ ίση με 4 και παιδιά 11-12 ετών έχουν χωρητικότητα ίση με 5. Γι' αυτό θα μπορούσαμε να πούμε ότι το φαινόμενο της οριζόντιας ανάπτυξης που αναφέρεται στη βιβλιογραφία του Piaget μπορεί να μετρηθεί αυξάνοντας το ποσό επεξεργασίας της πληροφορίας Vuyk, 1981 και Scardamalia, 1977. Για παράδειγμα, απέδειξε ότι αν η συνδυαστική ικανότητα ενός έργου ελαττωθεί σημαντικά, ενώ διατηρεί τη λογική δομή του, υποκείμενα 8 ετών, θα μπορούσαν να απαντήσουν σωστά.

Οι Sayre και Ball (1975) ερεύνησαν τις σχέσεις ανάμεσα στις σχολικές βαθμίδες στις φυσικές επιστήμες σε μικρότερους και μεγαλύτερους μαθητές λυκείου και την ικανότητα τους να λύνουν προβλήματα που απαιτούν τυπική συλλογιστική. Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι μαθητές που ήταν στο τυπικό επίπεδο συλλογιστικής έπαιρναν σημαντικά μεγαλύτερους βαθμούς ανεξάρτητα της ηλικίας τους.

Ο Herron (1975) αναφέρει ότι υπάρχει μια συσχέτιση 0,8 ανάμεσα στις επιδόσεις των σπουδαστών σε ένα τεστ νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget και στους συνολικούς βαθμούς που πήραν στο τμήμα Χημείας που επέβλεπε. Χρησιμοποιώντας ένα άλλο δείγμα πρωτοετών σπουδαστών, επανέλαβε την έρευνα με το ίδιο τεστ κατά Piaget, το οποίο συσχέτισε με τις επιδόσεις τους στις κατατακτήριες εξετάσεις χημείας. Η συσχέτιση αυτή τη φορά ήταν 0,7.

Ο Martin (1978) πραγματοποίησε ένα ανάλογο τεστ στην αρχή της σχολικής χρονιάς και ανακάλυψε ότι μαθητές λυκείου που απαντούν στις ερωτήσεις που απαιτούν τυπική συλλογιστική αποδίδουν καλύτερα στις εξετάσεις.

Ο Beard (1969) πρότεινε ότι οι μέθοδοι διδασκαλίας για τα δύο πρώτα έτη γυμνασίου θα πρέπει να γίνονται σε συγκεκριμένο επίπεδο για να ταιριάζουν με το νοητικό στάδιο των μαθητών, αφού η τυπική συλλογιστική δεν έχει αναπτυχθεί στην ηλικία 13-14 ετών.

Οι Lawson και Renner (1975), σε σχετική έρευνα, άσκησαν μαθητές τους οποίους προηγουμένως είχαν κατατάξει σύμφωνα με τη θεωρία του Piaget σε συγκεκριμένους - μεταβατικούς - τυπικούς, σε έννοιες που είχαν ταξινομηθεί σε συγκεκριμένες και τυπικές . Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η κατανόηση τυπικών εννοιών δεν μπορεί να επιτευχθεί εφόσον οι μαθητές δεν φτάσουν στο επίπεδο των τυπικών συλλογισμών κατά Piaget.

Ο Rowell (1984) αργότερα βασιζόμενος στα ευρήματα του Piaget και των άλλων ερευνητών προτείνει :

1. Την αναγνώριση του σταδίου κατά Piaget στο οποίο βρίσκεται ένα άτομο μέσω ενός τεστ και τη χρησιμοποίηση των αποτελεσμάτων ως προβλεπτικού δείκτη της συλλογιστικής του ατόμου σε ένα μεγάλο εύρος θεμάτων των φυσικών επιστημών.

2. Τα θέματα της Φυσικής και της Χημείας πρέπει να καταταγούν σε διάφορα στάδια νοητικής ανάπτυξης.

3. Η νοηματική μάθηση (meaningful learning) μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο όταν είναι διαθέσιμες οι κατάλληλες νοητικές δομές από το μαθητή.

Εξάλλου ο Phillips (1971) αναφέρει ότι η ανάπτυξη των προγραμμάτων των φυσικών επιστημών επηρεάστηκε από τη θεωρία του Piaget, όμως τα αποτελέσματα δεν είναι ικανοποιητικά αφού τα στάδια που καθόρισε ο Piaget είναι ευρέα και δεν μπορεί να ειπωθεί με ακρίβεια ότι η σκέψη ενός παιδιού στα 8 χρόνια είναι προλειτουργική ή συγκεκριμένη.

Οι Mc Kinnon και Renner (1971) ανακάλυψαν, ότι όλοι οι φοιτητές Πανεπιστημίου δεν έχουν ολοκληρώσει την νοητική τους ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, έδειξαν ότι το 50 % των εισαγόμενων φοιτητών λειτουργούν σε συγκεκριμένο επίπεδο συλλογιστικής και το 25% δεν έχουν ολοκληρωτικά αναπτύξει την τυπική συλλογιστική.

Οι Sayre και Ball (1973), τονίζουν την αναγκαιότητα της καλής γνώσης των παραπάνω θεωριών από τους καθηγητές, προκειμένου να ανταποκριθούν στα καθήκοντά τους .

Αργότερα οι Shayer και Adey (1981) κατατάσσοντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών σε στάδια κατά Piaget και δημιούργησαν ένα μοντέλο εφαρμογής της θεωρίας του Piaget στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Ο Ginsburg (1985) αντίθετα τονίζει ότι η προσπάθεια εφαρμογής των παραπάνω θεωριών στην εκπαίδευση οδηγεί σε λάθος εφαρμογή της θεωρίας των σταδίων του Piaget. Συγκεκριμένα αναφέρει: "Μια πιο χρήσιμη προσέγγιση είναι η τροποποίηση των μαθημάτων που γίνονται λαμβάνοντας υπόψη τα στάδια του Piaget, χωρίς ωστόσο να δίνουμε σ' αυτά υπερβολική έμφαση.

Ο Case (1979) υποστηρίζει ότι μπορούμε να μειώσουμε τη δυσκολία καταστάσεων που υπερβαίνουν τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας, μειώνοντας τον αριθμό των κομματιών της πληροφορίας και αυξάνοντας τα γνώριμα στοιχεία σε σχέση με την πληροφορία. Περαιτέρω θεωρεί ότι οι καθηγητές δεν πρέπει να ακολουθούν κάποια από

τις θεωρίες (Piaget, Ausubel, Νεοπιαζέτεια). Είναι προτιμότερο να ακολουθούνται διάφορες προσεγγίσεις προκειμένου να μελετηθεί η απόδοση των μαθητών.

Ο Lawson (1983) ερεύνησε την επίδραση των παραπάνω παραγόντων στην απόδοση στη Χημεία χρησιμοποιώντας ένα τεστ με τρεις τύπους προβλημάτων-ερωτήσεων α) θέματα πολλαπλής επιλογής, β) θέματα υπολογιστικά, γ) θέματα εφαρμογής. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ικανότητα διαχωρισμού και η προηγούμενη γνώση ήταν οι καλύτεροι προβλεπτικοί παράγοντες στη συνολική επίδοση του τεστ. Το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης όμως βρέθηκε να συσχετίζεται καλύτερα με την απόδοση στα υπολογιστικά προβλήματα, ενώ η προηγούμενη γνώση στα προβλήματα πολλαπλής επιλογής. Η νοητική ικανότητα βρέθηκε ο καλύτερος προβλεπτικός παράγων στα θέματα εφαρμογής.

Οι Niaz και Lawson (1985) ερεύνησαν τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στις γνωστικές μεταβλητές (νοητική ανάπτυξη, εξάρτηση από το πεδίο, χωρητικότητα μνήμης) και την ισοστάθμιση χημικών αντιδράσεων με την μέθοδο δοκιμής και πλάνης (trial-error). Οι μαθητές είχαν διδαχτεί τη συγκεκριμένη μεθοδολογία. Υπάρχει σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης και την ικανότητα ισοστάθμισης απλών και σύνθετων χημικών αντιδράσεων. Η χωρητικότητα μνήμης εργασίας δίνει σημαντική συσχέτιση μόνο με την ικανότητα στάθμισης σύνθετων αντιδράσεων. Η ανεξαρτησία από το πεδίο δεν φαίνεται να επηρεάζει την απόδοση. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι ορισμένοι συγκεκριμένοι μαθητές πετυχαίνουν στο παραπάνω έργο. Το γεγονός ότι μερικοί «συγκεκριμένοι» μαθητές ισοσταθμούσαν σωστά ορισμένες αντιδράσεις δηλώνει ότι έστω και μια μικρή εισαγωγική ανάλυση της μεθόδου ώθησε τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν ένα μοντέλο που απαιτούσε υποθετικο-αφαιρετική συλλογιστική.

Τα αποτελέσματα του Lawson (1983) και των Lawson και Niaz (1985) επιβεβαίωσαν οι Chandran, Treagust και Tobin (1987). Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους που διεξάχθηκε σε ένδεκα λύκεια δείχνουν ότι η προηγούμενη γνώση και ικανότητα τυπικής συλλογιστικής συσχετίζονται σημαντικά με την επίδοση των μαθητών, ενώ η εξάρτηση από το πεδίο και η χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης δεν παίζουν σημαντικό ρόλο.

Οι Staver και Jacks (1988) εξέτασαν τη σχέση των γνωστικών μεταβλητών (επίπεδο νοητικής ανάπτυξης, χωρητικότητα μνήμης εργασίας, προηγούμενη γνώση) με την απόδοση των μαθητών στην ισοστάθμιση εξισώσεων με απλή εποπτεία. Ανάλυση παραγόντων και δεδομένων συσχέτισης έδειξαν ότι οι μεταβλητές της συλλογιστικής αναδόμησης και εξάρτησης από το πεδίο θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως μία μεταβλητή. Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι τα εξής: α) Η προηγούμενη γνώση έχει σημαντική

συσχέτιση με την επίδοση. β) Όταν θεωρούνται μαζί προηγούμενη γνώση, αναδόμηση, μνήμη εργασίας, μόνο η αναδόμηση συσχετίζεται σημαντικά με απόδοση. γ) Η μνήμη εργασίας δε σχετίζεται σημαντικά με την απόδοση δ) Η προηγούμενη γνώση και η αναδόμηση συσχετίζονται σημαντικά με ορισμένα τεστ. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα υποκείμενα για να πετύχουν, επιχειρούν κάποια γνωστική αναδόμηση η οποία συμβαίνει παρόλους τους περιορισμούς της χωρητικότητας της μνήμης. Από την άλλη, αύξηση της λειτουργίας της αναδόμησης επιτρέπει στους μαθητές να συνδέουν άσχετα γεγονότα, ιδέες, κανόνες και να κάνουν «σβολοποίηση» και έτσι να μην υπερφορτώνουν την μνήμη εργασίας.

Η σπουδαιότητα του γνωστικού μοντέλου του Witkin (1965,1970,1981) (εξάρτηση από το πεδίο) παίζει σπουδαίο ρόλο στην επίλυση προβλημάτων. Ο Goodenough (1976) βασιζόμενος στα αποτελέσματα έρευνας που διεξήγαγε πάνω στην εξάρτηση-ανεξαρτησία από το πεδίο κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι ανεξάρτητοι πεδίου έχουν ένα σχετικά αναλυτικό γνωστικό μοντέλο (analical cognitive style) που αφήνει τις εμπειρίες τους να αναλυθούν και να αναπτυχθούν, και συγχρόνως έχουν την ικανότητα να αναδομούν το πεδίο όπως απαιτείται αυτό από το έργο. Οι εξαρτημένοι από το πεδίο κυριαρχούνται από την πιο βασική ιδιότητα του ερεθίσματος και είναι ανίκανοι να αναδομήσουν το πεδίο όπως απαιτείται από το συγκεκριμένο έργο, δεχόμενοι παθητικά το πεδίο όπως τους δίνεται. Ο Goodenough θεωρεί ότι η εξάρτηση ή όχι από το πεδίο αποτελεί παράγοντα συμμετοχής στη διαδικασία της μάθησης, μιας και σχετίζεται με την ικανότητα δόμησης του πεδίου, όμως δεν επιφέρει τόσο σημαντικές διαφορές στην κατάκτηση της γνώσης, όσο στην αποτελεσματικότητα δράσης κατά την πραγματοποίηση ενός πολύπλοκου έργου.

Ο Pascual-Leone (1970) αναφερόμενος στα ευρήματα του Witkin θεωρεί ότι οι εξαρτημένοι πεδίου λειτουργούν με δύναμη-Μ μικρότερη από τη δομική τους χωρητικότητα (structural capacity) και απέδειξε ότι η ανεξάρτητοι πεδίου είναι υψηλοί επεξεργαστές-Μ (M-processors), ενώ οι εξαρτημένοι πεδίου είναι χαμηλοί επεξεργαστές-Μ. Τα συμπεράσματα αυτά εξήγαγε βασιζόμενος στην υπόθεση ότι όλες οι γνωστικές λειτουργίες γίνονται μέσα σε ένα κεντρικό υπολογιστικό χώρο που καλείται χώρος-Μ (central computing space) .

Ο Case (1974) υποστηρίζει την υπόθεση του Pascual-Leone. Πραγματοποιώντας σχετική έρευνα ανακάλυψε ότι ορισμένα υποκείμενα έχουν χαμηλή απόδοση στα τεστ του, καθώς χρησιμοποιούν μη επαρκή κεντρικό υπολογιστικό χώρο-Μ (central

computing space M), ενώ άλλοι αποδίδουν καλά χρησιμοποιώντας επαρκή υπολογιστικό χώρο-Μ.

Ο Pascual-Leone (1969) δηλώνει ότι η εξάρτηση από το πεδίο μειώνεται με την ανάπτυξη των υποκειμένων (μέχρι την ηλικία των 16 χρόνων). Ο Case επιβεβαιώνει ότι η μετρούμενη μείωση της εξάρτησης από το πεδίο είναι αποτέλεσμα μιας λειτουργίας αναπτυξιακών αλλαγών στο χώρο-Μ και της εννοιολογικής γνώσης ή διαδικασίας που συντονίζεται σ' αυτό το χώρο-Μ. Επιπροσθέτως ο Case υποστηρίζει τα ευρήματα του Witkin , ενώ προτείνει την υποστήριξη των εξαρτημένων από το πεδίο υποκειμένων, υπολογίζοντας τον χώρο-Μ που χρησιμοποιούν και διδάσκοντάς τους στρατηγικές που θα έχουν στόχο να μειώσουν τα λάθη τους .

Επεκτείνοντας τη δουλειά του Pascual-Leone, οι Davis και Frank (1979) συμπεραίνουν από τη μελέτη τους ότι οι ανεξάρτητοι πεδίου είναι πιο αποδοτικοί από τους εξαρτημένους όταν χρησιμοποιούν διαφορετικές στρατηγικές, ενώ όταν χρησιμοποιούν την ίδια στρατηγική η αποτελεσματικότητα ποικίλει. Διαφωνούν με τον Goodenough ότι οι διαφοροποιήσεις πηγάζουν από τη διαδικασία που ακολουθούν τα υποκείμενα, ενώ υποστηρίζουν την υπόθεση ότι οι ανεξάρτητοι πεδίου είναι πιο αποτελεσματικοί . Άλλωστε οι ανεξάρτητοι πεδίου φαίνεται να ανακαλούν πιο αποτελεσματικά κάποια πληροφορία που είναι αποθηκευμένη στην μακρόχρονη μνήμη (long - term memory), όταν το φορτίο της πληροφορίας είναι υψηλό και επίκεινται πιθανές επεμβάσεις.

Ο Frank (1983) τονίζει ότι οι ανεξάρτητοι πεδίου αποδίδουν καλύτερα και πιο σωστά από τους εξαρτημένους πεδίου σε έργα με υψηλή απαίτηση, ενώ δεν υπάρχουν διαφορές για έργα χαμηλής απαίτησης εκτός και αν εμπλέκονται σ' αυτά εξωτερικές αποθηκευτικές καταστάσεις οπότε οι εξαρτημένοι δρουν με ένα παθητικό και επιφυλακτικό τρόπο . Ο Frank επισημαίνει ότι οι εξαρτημένοι- ανεξάρτητοι πεδίου διαφέρουν στην αποτελεσματικότητα της απόδοσης τους σε συγκεκριμένες καταστάσεις .

Ο El-Banna (1987) δέχεται ότι οι εξαρτημένοι από το πεδίο μαθητές δεν είναι ικανοί να κάνουν διαχωρισμό ανάμεσα στις σχετικές και άσχετες πληροφορίες, καθώς ο περιορισμένος χώρος συγκράτησης σκέψης (holding - thinking space) διαιρείται ανάμεσα στο «σήμα» και στο «θόρυβο». Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι οι εξαρτημένοι

πεδίου μαθητές χάνουν την ικανότητα λύσης προβλημάτων, ιδιαίτερα σε μια πολύπλοκη κατάσταση.

Ο Niaz (1989) έδειξε ότι οι μαθητές που λειτουργούν σε τυπική συλλογιστική, μπορεί να οδηγηθούν σε λάθος από τις σιωπηλές υποδείξεις του προβλήματος, δηλ. από την επίδραση της εξάρτησης από το πεδίο. Έτσι διακρίνουμε τα υποκείμενα σε ενεργά υποκείμενα (mobile subjects) αυτά που έχουν διαθέσιμο ένα προχωρημένο τρόπο ανάπτυξης (ανεξάρτητοι πεδίου), ενώ ως εξαρτημένους πεδίου αυτούς που έχουν ένα πρωθύστερο τρόπο σκέψης. Ο Niaz (1987) έδειξε ότι τα υποκείμενα που είναι ανεξάρτητα πεδίου έχουν καλύτερη απόδοση επειδή έχουν μεγαλύτερη ποικιλία δράσης και δυναμικό προσαρμογής σε μια ευρύτερη σειρά εμπειριών σε μαθήματα Φυσικής, Χημείας και Μαθηματικών.

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Niaz (1988) ερεύνησε τη σχέση του M_f με την επίδοση στα προβλήματα. Τα αποτελέσματα δείχνουν υψηλούς συσχετισμούς ανάμεσα στο M_f και την απόδοση στα προβλήματα όταν αυξάνεται η απαίτηση-Μ ενός προβλήματος. Περαιτέρω για να διευκολύνουμε την επιτυχία των μαθητών, μπορούμε να εισαγάγουμε μία ακολουθία προβλημάτων με χαμηλή απαίτηση και όταν οι μαθητές αποκτήσουν εμπειρία, τότε μπορούμε να εισαγάγουμε προβλήματα υψηλής απαίτησης. Είναι σπουδαίο οι καθηγητές να είναι γνώστες της διαστασιακής ανάλυσης για να μπορούν να αποφεύγουν την υπερφόρτωση της μνήμης εργασίας, δηλ. να αυξάνουν την απαίτηση-Μ ενός προβλήματος χωρίς να αλλάζουν τη λογική δομή του.

Οι Johnstone και El-Banna (1989) προτείνουν ένα προβλεπτικό μοντέλο για έρευνα. Περιγράφουν ένα μοντέλο επεξεργασίας πληροφοριών το οποίο σχετίζει την απόδοση των μαθητών με τις πληροφορίες που πρέπει να επεξεργαστούν σε μια διαδικασία μάθησης επίλυσης προβλημάτων. Όταν η μνήμη εργασίας ξεπερνιέται υπάρχει μια μεγάλη πτώση στην απόδοση. Παρ' όλα αυτά, ορισμένοι μαθητές συνεχίζουν να λειτουργούν επιτυχώς με προβλήματα που υπερβαίνουν τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας τους. Αυτοί πιθανόν χρησιμοποιούν «σβολοποίηση» η οποία τους καθιστά ικανούς να μειώνουν την απαίτηση του προβλήματος σε επίπεδο χαμηλότερο από το όριο της χωρητικότητας τους. Οι ίδιοι ερευνητές τονίζουν επίσης τη σημασία του «σήματος» (signal) και του «θορύβου» (noise) στη λύση ενός προβλήματος.

Αξίζει να σημειωθεί ο ορισμός της απαίτησης-Μ ενός προβλήματος σύμφωνα με τους Johnstone και El-Banna. Αυτοί ορίζουν σαν απαίτηση-Μ:

α) Πληροφορία σε μία ερώτηση που μπορεί να επεξεργαστεί.

β) Πληροφορία που πρέπει να ανακαλεστεί και να προστεθεί στη δεδομένη πληροφορία.

γ) Διαδικασία που πρέπει να ενεργοποιηθεί για να δράσει με την πληροφορία, πληροφορία που πρέπει να συμπεριληφθεί, μετασχηματιστεί, υπολογιστεί.

Οι Johnstone και El-Banna (1986) βρήκαν ότι η απόδοση των μαθητών κατά τη λύση χημικών προβλημάτων συσχετίζεται υψηλά με μια ψυχολογική παράμετρο της χωρητικότητας της μνήμης εργασίας. Σύμφωνα με την υπόθεση του Johnstone, υπάρχει μια απότομη πτώση στην απόδοση όταν η απαίτηση του προβλήματος υπερβεί τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας. Τα αποτελέσματα της έρευνας που διεξήγαγαν ο Obdenacker κ.α. (1990) σε φοιτητές Ιατρικής δεν δείχνουν κάποια απότομη πτώση όπως αναφέρεται παραπάνω. Παρ' όλα αυτά βρήκαν μικρή συσχέτιση ανάμεσα στην επίδοση και στη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.

Τα περισσότερα έργα τυπικής συλλογιστικής δείχνουν μια οριζόντια ανάπτυξη (horizontal decalage) δηλ. τα υποκείμενα πετυχαίνουν σε ορισμένα έργα και αποτυγχάνουν σε άλλα που έχουν την ίδια λογική δομή. Η έρευνα που διεξάγεται από τον Niaz (1991) αναλύει τη σπουδαιότητα των ψυχομετρικών μεταβλητών στην προσπάθεια εξήγησης της επίδοσης των μαθητών. Ένα δείγμα 72 μαθητών εξετάστηκαν σε ένα τεστ τυπικής συλλογιστικής και τεστ ψυχομετρικών μεταβλητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η δομική χωρητικότητα M_s είναι ο καλύτερος προβλεπτής της επιτυχίας σε διαφορετικά έργα τυπικής συλλογιστικής, ενώ ακολουθεί το πεδίο ανεξαρτησίας του Witkins και ακολουθούν το τεστ του Raven και το M_f. Οι συντελεστές συσχέτισης θεμάτων που έχουν ίδιο τυπικό μοντέλο και ίδιο περιεχόμενο είναι αντίστοιχα υψηλοί. Αυτά τα αποτελέσματα δίνουν έμφαση στη σπουδαιότητα της χωρητικότητας-επεξεργασίας πληροφοριών (Pascual-Leone) και της εξάρτησης από το πεδίο του Witkin. Είναι απαραίτητο προκειμένου να κατανοούμε την απόδοση των μαθητών σε έργα τυπικής συλλογιστικής, να αναμένουμε το φαινόμενο της οριζόντιας ανάπτυξης ως ένα κανόνα και όχι ως εξαίρεση όπως έχει αναφέρει ο Piaget.

Οι Case (1985), Fisher (1980), Halford (1980) και Pascual-Leone (1970) τονίζουν την σπουδαιότητα της βραχύχρονης μνήμης. Σε αντίθεση με άλλες θεωρίες, πρόσφατες έρευνες της Γνωστικής Ψυχολογίας (Baddeley 1983, Burtis 1982, Case 1985, Hitch 1984, Marschburn και Lester 1983) έδειξαν ότι το συνολικό διάστημα της βραχύχρονης μνήμης είναι άθροισμα δύο συστατικών ενός λειτουργικού συστήματος (O.S.) και ενός αποθηκευτικού βραχύχρονου χώρου (S.T.S.S.) (short-term-storage space). Σύμφωνα με

αυτά, το λειτουργικό σύστημα (O.S.) είναι ένα σύστημα που κάνει επεξεργασία και είναι υπεύθυνο για την ενεργοποίηση των σχημάτων της βραχύχρονης μνήμης (S.T.S.S.) που αποτελείται από οπτικοχωρικά και προφορικά στοιχεία [Baddeley 1983, Oakhill και Jonhson-Laird (1984), Vallar και Baddeley 1984]. Η βραχύχρονη μνήμη (S.T.S.S.) φαίνεται ότι σχετίζεται με αναπτυξιακά έργα παιδιών και ενηλίκων.

Ο Roth (1988) έχει αναφέρει σημαντικές συσχετίσεις της βραχύχρονης μνήμης (S.T.S.S.) με τη χρήση στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων και με την ικανότητα λύσης πολύπλοκων προβλημάτων. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι: α) Η απόδοση σε έργα που απαιτούσαν ανάκληση δε σχετίζονται με το ποσό της βραχύχρονης μνήμης που έχει διαθέσιμο το υποκείμενο. Η παρατηρούμενη ποικιλία στην απόδοση συνδέεται με τον τρόπο που παρουσιάζεται το θέμα στην τάξη. β) Υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες που κατατάσσονται οι μαθητές ανάλογα με τη βραχύχρονη μνήμη και σε υπολογιστικά πολύπλοκα προβλήματα. Σε θέματα που δεν υπερβαίνουν το μέγεθος της βραχύχρονης μνήμης, οι ομάδες, δεν διαφέρουν σημαντικά αν και υπάρχει η τάση να έχουν χαμηλές επιδόσεις οι ομάδες που έχουν χαμηλή χωρητικότητα βραχύχρονης μνήμης. Τα παραπάνω συμπεράσματα μπορούν να εξηγηθούν σε σχέση: α) την πολυπλοκότητα των προβλημάτων και β) τη διαθεσιμότητα του χώρου προς επεξεργασία που χειρίζεται πληροφοριακά και συμπεριφέρεται ανάλογα για την επιτυχία της ολοκλήρωσης του έργου.

Ένας τρόπος υπέρβασης των περιορισμών της βραχύχρονης μνήμης είναι να γίνεται εργασία σε ομάδες. Ο Kroll (1989) έδειξε ότι τα ζεύγη μαθητών μπορούσαν να λύσουν προβλήματα που δεν μπορούσαν να λύσουν ατομικά. Αυτά τα ζεύγη πετύχαιναν γιατί ένωναν τις γνωστικές τους πηγές και κάθε υποκείμενο χειριζόταν ένα κομμάτι του έργου. Εφόσον οι μαθητές γίνονταν ικανοί με αυτή τη διαδικασία, μπορούσαν κατόπιν να λύσουν τα προβλήματα μόνοι τους.

3.2 ΟΙ ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια να μελετηθεί αν επηρεάζουν και σε ποιο βαθμό τρεις ψυχομετρικές παράμετροι:

α) την διαφοροποίηση που επιφέρει στην μάθησή τους η ιεραρχική μέθοδος διδασκαλίας.

β) την προτίμηση στις επεξηγήσεις στα φυσικά και χημικά φαινόμενα.

γ) την ικανότητα στη λύση προβλημάτων με διαφορετική απαίτηση Z.

Οι τρεις ψυχομετρικές παράμετροι είναι:

1. το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

2. η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας..

3. ο βαθμός ανεξαρτησίας πεδίου.

Οι τρεις αυτές ψυχομετρικές παράμετροι μετρήθηκαν με τεστ που επελέγησαν από τη βιβλιογραφία με μικρές αλλαγές για να προσαρμοστούν στις ιδιαιτερότητες της Ελληνικής σχολικής αξιολόγησης.

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά τα τεστ που χρησιμοποιήθηκαν, ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόστηκαν, μια μικρή ανάλυσης της θεωρίας που βασίζονται καθώς και οι μικρές αλλαγές που έχουν γίνει για τη προσαρμογή στην Ελληνική πραγματικότητα.

3.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET

3.3.l Γενικά για τη θεωρία του Piaget

Στο δεύτερο κεφάλαιο όπου αναπτύχθηκαν εκτενώς οι θεωρίες για τη μάθηση παρουσιάστηκε και η πιαζέτια θεωρία για τη νοητική ανάπτυξη. Υπάρχουν όπως γράφτηκε κάποια ασθενή σημεία σε αυτήν, γεγονός που επιστράτευσε πολλούς επικριτές της. Οι παιδαγωγοί και ψυχολόγοι επί το πλείστον έχουν κλασικές βασικές σπουδές και δεν έχουν ίσως ασχοληθεί σε βάθος με την ερμηνεία φυσικοχημικών φαινομένων, τους νόμους που τα διέπουν και την κατάκτηση τέτοιου είδους θεωρίας και γνώσης που απαιτεί τυπική συλλογιστική και υψηλή κριτική ικανότητα.

Σε αντίθεση οι ασχολούμενοι με τη διδακτική των φυσικών επιστημών παραμένουν αρκετά προσηλωμένοι [Stork 1992] με κάποιες παρεκκλίσεις ή προσθήκες [Sayer & Ball 1975], στη θεωρία της νοητικής ανάπτυξης της ελβετικής ψυχολογικής σχολής. Ίσως γιατί ο ίδιος ο Piaget προερχόταν από τους κόλπους των θετικών επιστημόνων και τα περισσότερα ερωτήματα που επινόησε για την ταξινόμηση των ατόμων σε επίπεδα νοητικής ανάπτυξης. δεν είναι τίποτε άλλο από πειράματα που άπτονται των φυσικών νόμων και μαθηματικών λογισμών. Η θεωρία του δε προσφέρεται για τη μελέτη και ερμηνεία των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν ακόμη και οι καλοί μαθητές, όταν εκτίθενται σε φυσικές και χημικές θεωρήσεις [Herron 1975].

Στην παρούσα έρευνα υποθέσαμε ότι οι μαθητές, παρ' όλο το κοινό της βιολογικής ηλικίας, δεν αντιμετωπίζουν με την ίδια κριτική σκέψη τη χημική γνώση, εξαιτίας της διαφορετικής τους νοητικής ανάπτυξης. Κρίθηκε λοιπόν σκόπιμο και ενδιαφέρον να ερευνηθεί πώς συμπεριφέρονται, μετά τη διδασκαλία του ιδίου αντικειμένου, μαθητές του δείγματος ευρισκόμενοι σε διαφορετικό στάδιο νοητικής ανάπτυξης. Σκοπός η επιβεβαίωση ή η απόρριψη της ισχύος της περί τη νοητική ανάπτυξη πιαζέτιας θεωρίας στην προκειμένη περίπτωση.

Όπως αναπτύχθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο ο Piaget διακρίνει τέσσερα στάδια στην ανάπτυξη της ανθρώπινης νόησης.

α) Το αισθησιοκινητικό (Sensorimotor) από τη γέννηση μέχρι τα 2 έτη (βρεφική ηλικία)

β) Το προσυλλογιστικό (Pre-operational) από 2 μέχρι 7 ετών (νηπιακή ηλικία)

γ) Το στάδιο των συγκεκριμένων συλλογισμών (Concrete operational) από 7 μέχρι 11 ετών (παιδική ηλικία). Διακρίνεται σε δύο περιόδους: 2A (αρχική) και 2B (τελική)

δ) Το στάδιο των αφηρημένων ή τυπικών συλλογισμών (Formal operational) από 11 μέχρι 15 ετών (πρώτη εφηβική ηλικία). Διακρίνεται σε δυο περιόδους 3A (αρχική) και 38 (τελική).

Η νεο-πιαζέτια σχολή προνοεί ένα ενδιάμεσο στάδιο, ανάμεσα στο 2B και 3A, που ονομάζει μεταβατικό (Transitional) και καλύπτει τα άτομα που ορισμένες περιπτώσεις - ερωτήματα τις αντιμετωπίζουν με συγκεκριμένη συλλογιστική, ενώ άλλες με τυπική. [Lawson & Renner 1974].

3.3.2 Διάκριση των μαθητών του δείγματος σε επίπεδα νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget

Θέλοντας να απαντήσουμε στα ερωτήματα:

1^{ο} αν η ιεραρχική μέθοδος διδασκαλίας που εφαρμόσαμε σε κάποιους μαθητές τους επηρεάζει ή όχι στη μάθηση τους και αν ναι ποιους επηρεάζει περισσότερο αυτούς που βρίσκονται στο στάδιο των συγκεκριμένων συλλογισμών, στο μεταβατικό στάδιο ή αυτούς που βρίσκονται στο στάδιο των τυπικών συλλογισμών

2^{ο} αν τις επεξηγήσεις στα φυσικά και χημικά φαινόμενα τις προτιμούν περισσότερο οι μαθητές που βρίσκονται στο στάδιο των συγκεκριμένων συλλογισμών, στο μεταβατικό στάδιο ή αυτοί που βρίσκονται στο στάδιο των τυπικών συλλογισμών

$3^{ο}$ αν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ του επίπεδου νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget των μαθητών και της ικανότητας αυτών να λύνουν προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z, μετρήσαμε για κάθε ομάδα μαθητών οι οποίοι μετείχαν στην έρευνα το επίπεδο νοητικής ανάπτυξής τους κατά Piaget

3.3.3 Το τεστ του A. E. Lawson (Lawson' s test of logical reasoning)

Για την κατάταξη των μαθητών σε επίπεδα νοητικής ανάπτυξής τους κατά Piaget χρησιμοποιήθηκε το τεστ του A. E. Lawson. Ο ίδιος ο Piaget χρησιμοποιούσε τη μέθοδο των συνεντεύξεων με τους μαθητές προκειμένου να χαρακτηρίσει το επίπεδα νοητικής ανάπτυξής τους. Η μέθοδος αυτή αν και είναι η εγκυρότερη, λόγω του μεγάλου χρόνου που απαιτεί η ατομική εξέταση του παιδιού, δεν ενδείκνυται αφενός για μεγάλο πλήθος υποκειμένων, αφετέρου για να εφαρμόζεται από μη εξειδικευμένο ψυχολόγο. Για τη διάκρισή τους σε στάδια νοητικής ανάπτυξης. χρησιμοποιήθηκε ένα διαγνωστικής σκοπιμότητας ψυχολογικό τεστ κατάλληλο για ταχύτερη και ομαδική χρήση [Howe & Durr 1982]. Πρόκειται για μια γραπτή δοκιμασία (paper and pen test) με σχεδιασμένες τις πειραματικές διατάξεις, παραλλαγή του "Classroom Test of Formal Reasoning", που επινοήθηκε από τον Anton E. Lawson (Lawson 1978] τότε καθηγητή του πανεπιστημίου Berkeley της Καλιφόρνιας των Η.Π.Α., και μέχρι πρότινος (Lawson 1991] ένθερμο υποστηρικτή της πιαζέτιας θεωρίας. Στο "Classroom Test of Formal Reasoning" οι πειραματικές διατάξεις είναι πραγματικές και οι μαθητές οφείλουν να επιλέξουν από λίστα την ορθή απάντηση και να τη δικαιολογήσουν.

Πέραν των διαγνωστικών ως προς το νοητικό επίπεδο τεστ που επιμελήθηκε ο Ε. Lawson είχε εργαστεί και με άλλα τεστ αποβλέποντας να προσδιορίσει τέσσερις ακόμη νοητικές μεταβλητές: τη δυνατότητα απενσωμάτωσης, την πνευματική ικανότητα, την προϋπάρχουσα γνώση και την εμπιστοσύνη στην αξιολόγηση. Οι τύποι εξέτασης που χρησιμοποίησε ήταν θέματα πολλαπλής επιλογής, υπολογιστικά τεστ και πραγματείες-δοκίμια.

Τα ευρήματά του [Lawson 1983] έδειξαν ότι η δυνατότητα απενσωμάτωσης, η προϋπάρχουσα γνώση και η εμπιστοσύνη στην αξιολόγηση βρέθηκαν να συνδέονται με την τελική επίτευξη. Από την άλλη το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης και η πνευματική ικανότητα δε συνδέονται με την τελική επίτευξη. Αλλά το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης βρέθηκε να είναι ο καλύτερος προγνωστικός παράγοντας της εκτέλεσης στα υπολογιστικά

τεστ, ενώ η πνευματική ικανότητα βρέθηκε να είναι ο καλύτερος προγνωστικός παράγοντας των αποτελεσμάτων στα δοκίμια. Η εμπιστοσύνη στην αξιολόγηση και η προϋπάρχουσα γνώση βρέθηκαν να είναι οι καλύτεροι προγνωστικοί παράγοντες στην εκτέλεση Θεμάτων πολλαπλής επιλογής.

Στο διαγνωστικό, ως προς τη νοητική ανάπτυξη και κριτική ικανότητα, τεστ υποβλήθηκαν 223 μαθητές Γ Λυκείου στις αρχές του σχολικού έτους, κάτω από τις ίδιες κατά το δυνατό συνθήκες. Δόθηκαν οι ίδιες εξηγήσεις, η ίδια χρονική διάρκεια και δεν προηγήθηκε προειδοποίηση.

Οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν και τεκμηριώσουν, όπως ο καθένας πίστευε καλύτερα, τις απαντήσεις τους σε 15 ερωτήματα. Τονίστηκε ιδιαίτερα ότι για τον εξεταστή δεν έπαιζε ρόλο η σωστή μονολεκτική απάντηση, αλλά η πορεία της ιδιαίτερης σκέψης του καθενός.

Τα ερωτήματα εξετάζουν

α) διατήρηση μάζας

β) διατήρηση όγκου,

γ) αναλογική συλλογιστική

δ) εξάρτηση κίνησης από δυο παράγοντες (έλεγχος μεταβλητών),

ε) συνδυαστική ικανότητα,

στ)διατάξεις,

ζ) πιθανότητες.

Από την αξιολόγηση του τεστ προέκυπτε αριθμητική βαθμολογία. Ερώτηση που απαντήθηκε και δικαιολογήθηκε άψογα έπαιρνε πέντε μονάδες, η σωστή απάντηση με ασθενή ή ελλιπή δικαιολόγηση τρεις μονάδες, σωστή απάντηση χωρίς δικαιολόγηση μια μονάδα, η λάθος απάντηση, όπως και η έλλειψη απάντησης, μηδέν μονάδες

. Το τεστ όπως σχεδιάστηκε και δόθηκε στους μαθητές παρουσιάζεται στο τέλος αυτού του κεφαλαίου.

3.3.4 Κατανομή των μαθητών του δείγματος σε επίπεδα νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget

Οι μαθητές ανάλογα με ιη βαθμολογία που συγκέντρωσαν ταξινομήθηκαν σε ομάδες. Λόγω του μικρού σχετικά πλήθους συγχωνεύτηκαν οι ευρισκόμενοι στα στάδια της συγκεκριμένης συλλογιστικής, 2Α και 2Β, σε ενιαία κατηγορία που από εδώ και στα εξής

θα αναφέρονται ως **συγκεκριμένοι**. Πρόκειται για όσους συγκέντρωσαν από 0 ως 25 μονάδες στο τεστ του Lawson. Ενδιάμεση ομάδα αποτέλεσαν όσοι συγκέντρωσαν από 26 ως 50 μονάδες που στο εξής θα αναφέρονται ως **μεταβατικοί** Ευρισκόμενοι στο στάδια της τυπικής συλλογιστικής, 3Α κατατάχθηκαν όσοι συγκέντρωσαν από 51 ως 62,5 μονάδες και θα αναφέρονται ως **τυπικοί 3Α**. Τέλος όσοι συγκέντρωσαν από 63 ως 75 μονάδες κατατάχθηκαν στο στάδιο της τυπικής συλλογιστικής 3Β και θα αναφέρονται ως **τυπικοί 3Β**.

Το ψυχολογικό-διαγνωστικό τεστ δεν υποβλήθηκε από εξειδικευμένο εξελικτικό ψυχολόγο, έτσι διατηρούνται κάποιες επιφυλάξεις ως προς την απόλυτη ορθότητα της αξιολόγησής του. Κρίθηκε λοιπόν σκόπιμο να γίνουν όλες οι συγκρίσεις ως προς κατηγορικές και όχι ως προς ποσοτικές μεταβλητές όσον αφορά το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης των μαθητών, αν και υπήρχαν απόλυτες τιμές αριθμητικής βαθμολογίας ενός εκάστου.

Το σύνολο των μαθητών που αποτελούν το δείγμα είναι 319. Από αυτούς ένα μικρό μέρος αποτελούμενο από 96 μαθητές δεν κατέστη δυνατόν για διάφορους λόγους να υποβληθεί στο τεστ του Lawson και δεν μετέχει στη μελέτες που αναφέρονται στη νοητική ανάπτυξη κατά Piaget

Οι 223 μαθητές Γ΄ Λυκείου που απαρτίζουν το δείγμα που μετέχει στη μελέτες που αναφέρονται στη νοητική ανάπτυξη κατά Piaget κατατάχθηκαν σε ομάδες όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 3.1

Ομάδες μαθητών	Πλήθος	Ποσοστό
Συγκεκριμένοι	**27**	**12,11**
Μεταβατικοί	**62**	**27,80**
Τυπικοί 3Α	**69**	**30,94**
Τυπικοί 3Β	**65**	**29,15**
Σύνολο	**223**	**100,00**

Η μέση βιολογική ηλικία των μαθητών της Γ Λυκείου, την εποχή που υποβλήθηκαν στο τεστ του Lawson, ήταν 17 έτη. Το ποσοστό των μαθητών που διαθέτουν τυπική συλλογιστική σε αυτή την τάξη κυμαίνεται μεταξύ 35 - 45% [Τσαπαρλής 1989] και μέχρι την ηλικία των 16 ετών μόνο το 40% έχουν φθάσει στο στάδιο αυτό [Ingle & Shayer 1971]. Συγκρίνοντας με το διάγραμμα που παριστά πώς κατανέμεται ο εφηβικός

πληθυσμός σε σχέση με την ηλικία, σε στάδια νοητικής ανάπτυξης, του M. Shayer του King College του Λονδίνου [Shayer 1991] παρατηρείται ικανοποιητική σύμπτωση.

3.4 ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

3.4.1 Γενικά για τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.

Η μνήμη εργασίας είναι ένας περιορισμένος χώρος στον οποίο κρατάμε πληροφορίες για λίγο χρονικό διάστημα και δουλεύουμε πάνω σ' αυτές όπως μνήμη RAM στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αποτελεί δηλαδή ένα περιορισμένο αποθηκευτικό χώρο συγκράτησης-σκέψης-επεξεργασίας. Αν η πληροφορία που επεξεργαζόμαστε προσεγγίσει τα ανώτερα όρια της μνήμης εργασίας, τότε μπορεί να συμβεί μια υπερφόρτωση στην μνήμη εργασίας, που πιθανώς θα οδηγήσει σε αποτυχία στην εκτέλεση του συγκεκριμένου έργου.

Με τον όρο «υπερφόρτωση» εννοούμε την τροφοδότηση της εργαζόμενης μνήμης με περισσότερα κομμάτια πληροφοριών από αυτά που μπορεί να επεξεργαστεί με αποτέλεσμα να μπλοκάρεται και να μην μπορεί να λειτουργήσει με επιτυχία.

Σύμφωνα με την υπόθεση του Miller (1956), σε μια σειρά λειτουργιών αυξανόμενης πολυπλοκότητας μπορούμε να περιμένουμε μια ξαφνική πτώση στην απόδοση όταν το φορτίο που εισέρχεται στην εργαζόμενη μνήμη υπερβεί τα 7 ± 2 κομμάτια.

Οι Jonhstone και Kellet (1980) θεωρούν ότι το υποκείμενο θα μπορέσει να εκτελέσει μια εργασία που υπερβαίνει τη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης του μόνο, αν είναι καλός γνώστης της τεχνικής της «τμηματοποίησης» ή «σβολοποίησης» (chunking) του έργου σε επεξεργάσιμα κομμάτια, αλλιώς θα πρέπει να χρησιμοποιεί κάποια τεχνική που να ελαφρύνει το φορτίο της επεξεργαζόμενης πληροφορίας.

Η υπερφόρτωση επίσης μπορεί να συμβεί αν ο μαθητής δεν είναι ικανός στο διαχωρισμό σχετικών πληροφοριών (αυτών που ο καθηγητής θεωρεί σημαντικές για τη λύση του προβλήματος) από άσχετες πληροφορίες. Ας σημειωθεί ότι η χρήση

λανθασμένων λεξιλογικών εκφράσεων μπορεί να οδηγήσει στην απασχόληση χώρου στη μνήμη εργασίας και να προκαλέσει μείωση στην επίδοση.

3.4.2 Διάκριση των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.

Θέλοντας να απαντήσουμε στα ερωτήματα:

1^{ο} αν η ιεραρχική μέθοδος διδασκαλίας που εφαρμόσαμε σε κάποιους μαθητές τους επηρεάζει ή όχι στη μάθηση τους και αν ναι ποιους επηρεάζει περισσότερο αυτούς με μεγαλύτερη ή μικρότερη μνήμη εργασίας

2^{ο} αν τις επεξηγήσεις στα φυσικά και χημικά φαινόμενα τις προτιμούν περισσότερο οι μαθητές με μεγαλύτερη ή μικρότερη μνήμη εργασίας

3^{ο} αν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ της χωρητικότητας της μνήμης εργασίας Χ των μαθητών και της ικανότητας αυτών να λύνουν προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z, μετρήσαμε για κάθε ομάδα μαθητών οι οποίοι μετείχαν στην έρευνα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας τους Χ.

Η μέτρηση αυτή γινόταν με το τεστ των αντίστροφων αριθμών το οποίο περιγράφεται αναλυτικά στην ενότητα 3.4.3 αμέσως πιο κάτω.

3.4.3 Το τεστ των αντιστρόφων αριθμών (the Digit Backward Span test - DBS)

Το τεστ των αντίστροφων αριθμών, το οποίο είναι τμήμα του τεστ που δημιούργησε ο Wechsler (l955), χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να μετρηθεί η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας . Σε αυτό το τεστ, υπαγορεύονται αριθμοί στους μαθητές. Η υπαγόρευση γίνεται ψηφίο – ψηφίο και ο χρόνος που μεσολαβεί από την υπαγόρευση ενός ψηφίου μέχρι την υπαγόρευση του άλλου είναι σταθερός. Όταν τελειώσει η υπαγόρευση και του τελευταίου ψηφίου του αριθμού μεσολαβεί χρονική παύση ανάλογη με το πλήθος των ψηφίων του αριθμού. Στη χρονική αυτή παύση ο μαθητής πρέπει να γράψει στο κατάλληλο έντυπο που του έχει δοθεί όλα τα ψηφία του αριθμού που μόλις άκουσε αλλά με αντίστροφη σειρά.

Από την πρώτη εφαρμογή του τεστ φάνηκαν ότι κάποιοι μαθητές αλλοίωναν τη ορθή εκτέλεση του άρα και την αξιοπιστία του. Έγραφαν το κάθε ψηφίο στο αντίστοιχο κελί του εντύπου μόλις γινόταν η εκφώνηση του από δεξιά προς τα αριστερά. Έτσι στο τέλος στο

έντυπο οι αριθμοί φαίνονταν σωστά γραμμένοι χωρίς ο μαθητής να έχει χρησιμοποιήσει την μνήμη του, τη χωρητικότητα της οποίας επιδιώκει να μετρήσει το τεστ.

Για να αποκλιστεί η δυνατότητα των παραπάνω αλλοιώσεων το τεστ τροποποιήθηκε ελαφρά. Έτσι στο έντυπο που οι μαθητές έπρεπε να γράψουν τους αριθμούς που άκουγαν υπήρχαν δέκα κελιά για όλους τους αριθμούς και ο αριθμός των ψηφίων των αριθμών που υπαγορεύονταν δεν αυξανόταν απόλυτα προοδευτικά αλλά με κάποια εναλλαγή. Το πλήθος των ψηφίων των αριθμών κατά σειρά υπαγόρευσης έγινε: 2, 2, 2, 3, 3, 4, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 5, 6, 6, 7, 7, 8, 7, 8, 8.

Όπως φαίνεται υπάρχουν τρεις αριθμοί για κάθε πλήθος ψηφίων. Δηλαδή τρεις αριθμοί με δύο ψηφία, τρεις με τρία ψηφία, τρεις με τέσσερα και ούτω καθεξής μέχρι και τα οκτώ. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές δε γνώριζαν το πλήθος των ψηφίων κάθε αριθμού, και αν ξεκινούσαν να τους γράφουν από δεξιά προς τα αριστερά δε γνώριζαν από ποιο τετράγωνο να ξεκινήσουν με αποτέλεσμα να αφήνουν κενά τετράγωνα ή να γράφουν ψηφία και πριν από το πρώτο τετράγωνο. Ως τιμή της χωρητικότητας της μνήμης εργασίας X του κάθε μαθητή θεωρήθηκε το πλήθος των ψηφίων των αριθμών που είχαν τα περισσότερα ψηφία και που ο μαθητής είχε γράψει σωστά δύο από τους τρεις αριθμού με το ίδιο πλήθος ψηφίων.

Το έντυπο με τα τετραγωνάκια που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και τα σωστά νούμερα που έπρεπε να γράψει ο μαθητής σε κάθε τετραγωνάκι παρουσιάζονται στο τέλος αυτού του κεφαλαίου.

3.4.4 Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα την χωρητικότητα της μνήμης εργασίας X.

Ο αριθμός των μαθητών που πήραν μέρος στην έρευνα αυτή ήταν συνολικά N = 319. Όλοι ήταν μαθητές Γ΄ τάξεως Λυκείου, (17–18 ετών) υποψήφιοι φοιτητές Α΄ δέσμης (Πολυτεχνείο, Θετικές Επιστήμες, Γεωπονία) και Β΄ δέσμης (Ιατρική, Φαρμακευτική).

Ανάλογα την επίδοση τους οι μαθητές κατατάχθηκαν σε τέσσερις ομάδες. Οι μαθητές που μπόρεσαν να γράψουν σωστά μέχρι δύο αριθμούς με τέσσερα ψηφία και έναν ή κανένα αριθμό με περισσότερα από τέσσερα ψηφία, αποτελούν την ομάδα X = 4 δηλαδή την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας ίσο με τέσσερα. Αντίστοιχα αυτοί που μπόρεσαν να γράψουν σωστά μέχρι δύο αριθμούς με πέντε ψηφία και έναν ή κανένα

αριθμό με περισσότερα από πέντε ψηφία, αποτελούν την ομάδα Χ = 5. Με τον ίδιο τρόπο σχηματίστηκαν και οι υπόλοιπες ομάδες Χ = 6 και Χ = 7.

Ο αριθμός των μαθητών του δείγματος, που αποτελεί την κάθε ομάδα, όπως προέκυψε από. το τεστ των αντίστροφων αριθμών φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 3.2

Χωρητικότητα μνήμης εργασίας	Πλήθος	Ποσοστό
Χ = 4	**Ν = 139**	**43,57**
Χ = 5	**Ν = 109**	**34,17**
Χ = 6	**Ν = 58**	**18,18**
Χ = 7	**Ν = 13**	**4,08**
Σύνολο	**Ν = 319**	**100,00**

3.5 Ο ΒΑΘΜΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

3.5.1 Γενικά για την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Ο Witkin (1978) θεωρεί ότι οι γνωστικοί τύποι της ανεξαρτησίας ή όχι από το πεδίο (the field - dependent and field independent cognitive styles) σχετίζονται με τη θεωρία της διαφοροποίησης. Η θεωρία της διαφοροποίησης (differentiation) από την άλλη πλευρά σχετίζεται με τη πολυπλοκότητα της δομής ενός ψυχολογικού συστήματος στο οποίο ο οργανισμός πρέπει να δράσει. Ο διαχωρισμός ενός αντικειμένου από μια ολότητα δείχνει τον τρόπο με τον οποίο η θεωρία της διαφοροποίησης επιδρά στην συμπεριφορά ενός ατόμου.

Ο Witkin υποθέτει ότι οι εξαρτημένοι πεδίου είναι πιο ευάλωτοι σε επιδράσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος στην προσπάθεια τους να επεξεργαστούν μια πληροφορία. Αντίθετα οι ανεξάρτητοι πεδίου έχουν την τάση να ερμηνεύουν τις πληροφορίες εμπιστευόμενοι εσωτερικές αναφορές.

Οι Witkin ,Dyk ,Goodenough και Karp (1976) θεωρούν ότι η εξάρτηση-ανεξαρτησία από το πεδίο σχετίζεται με την ικανότητα του υποκειμένου να υπερνικά την επίδραση των

στοιχείων που τείνουν να του αποσπούν την προσοχή και έτσι ξεχωρίζει ένα περιεχόμενο που είναι ενσωματωμένο (embedded) μέσα σε κάποιο πολύπλοκο σύνολο. Έτσι θεωρεί ανεξάρτητο πεδίου το υποκείμενο που έχει την ικανότητα να σπάει ένα οργανωμένο πεδίο και να διαχωρίζει αυτόματα ένα θέμα στα περιεχόμενα του, Αντίθετα οι εξαρτημένοι πεδίου δεν έχουν επαρκώς αυτή την ικανότητα και έτσι δέχονται την κυριαρχία του πεδίου ή του περιεχομένου .

Ο Goodenough (1976) βασιζόμενος στα αποτελέσματα έρευνας που διεξήγαγε πάνω στην εξάρτηση-ανεξαρτησία από το πεδίο κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι ανεξάρτητοι πεδίου έχουν ένα σχετικά αναλυτικό γνωστικό τύπο (analycal cognitive style) που αφήνει τις εμπειρίες τους να αναλυθούν και να αναπτυχθούν, και συγχρόνως έχουν την ικανότητα να αναδομούν το πεδίο όπως απαιτείται αυτό από το έργο. Οι εξαρτημένοι από το πεδίο κυριαρχούνται από την πιο βασική ιδιότητα του ερεθίσματος και είναι ανίκανοι να αναδομήσουν το πεδίο όπως απαιτείται από το συγκεκριμένο έργο, δεχόμενοι παθητικά το πεδίο όπως τους δίνεται. Ο Goodenough θεωρεί ότι η εξάρτηση ή όχι από το πεδίο αποτελεί παράγοντα συμμετοχής στη διαδικασία της μάθησης, μιας και σχετίζεται με την ικανότητα δόμησης του πεδίου, όμως δεν επιφέρει τόσο σημαντικές διαφορές στην κατάκτηση της γνώσης, όσο στην αποτελεσματικότητα δράσης κατά την πραγματοποίηση ενός πολύπλοκου έργου.

Ο Pascual-Leone (1970) αναφερόμενος στα ευρήματα του Witkin θεωρεί ότι οι εξαρτημένοι πεδίου λειτουργούν με δύναμη- Μ μικρότερη από τη δομική τους χωρητικότητα (structural capacity) και απέδειξε ότι η ανεξάρτητοι πεδίου είναι υψηλοί επεξεργαστές-Μ (M- processors), ενώ οι εξαρτημένοι πεδίου είναι χαμηλοί επεξεργαστές-Μ. Τα συμπεράσματα αυτά εξήγαγε βασιζόμενος στην υπόθεση ότι όλες οι γνωστικές λειτουργίες γίνονται μέσα σε ένα κεντρικό υπολογιστικό χώρο που καλείται χώρος-Μ (central computing space) .

Ο Case (1974) υποστηρίζει την υπόθεση του Pascual-Leone. Πραγματοποιώντας σχετική έρευνα ανακάλυψε ότι ορισμένα υποκείμενα έχουν χαμηλή απόδοση στα τεστ του καθώς χρησιμοποιούν μη επαρκές κεντρικό υπολογιστικό χώρο-Μ (central computing space M), ενώ άλλοι αποδίδουν καλά χρησιμοποιώντας επαρκή υπολογιστικό χώρο-Μ.

Ο Pascual-Leone (1969) δηλώνει ότι η εξάρτηση από το πεδίο μειώνεται με την ανάπτυξη των υποκειμένων (μέχρι την ηλικία των 16 χρόνων). Ο Case

επιβεβαιώνει ότι η μετρούμενη μείωση της εξάρτησης από το πεδίο είναι αποτέλεσμα μιας λειτουργίας αναπτυξιακών αλλαγών στο χώρο-Μ και της εννοιολογικής γνώσης ή διαδικασίας που συντονίζεται σ' αυτό το χώρο-Μ. Επιπροσθέτως ο Case υποστηρίζει τα ευρήματα του Witkin , ενώ προτείνει την υποστήριξη των εξαρτημένων από το πεδίο υποκειμένων, υπολογίζοντας τον χώρο-Μ που χρησιμοποιούν και διδάσκοντάς τους στρατηγικές που θα έχουν στόχο να μειώσουν τα λάθη τους .

Επεκτείνοντας τη δουλειά του Pascual-Leone, οι Davis και Frank (1979) συμπεραίνουν από τη μελέτη τους ότι οι ανεξάρτητοι πεδίου είναι πιο αποδοτικοί από τους εξαρτημένους όταν χρησιμοποιούν διαφορετικές στρατηγικές, ενώ όταν χρησιμοποιούν την ίδια στρατηγική η αποτελεσματικότητα ποικίλει. Διαφωνούν με τον Goodenough ότι οι διαφοροποιήσεις πηγάζουν από τη διαδικασία που ακολουθούν τα υποκείμενα, ενώ υποστηρίζουν την υπόθεση ότι οι ανεξάρτητοι πεδίου είναι πιο αποτελεσματικοί . Άλλωστε οι ανεξάρτητοι πεδίου φαίνεται να ανακαλούν πιο αποτελεσματικά κάποια πληροφορία που είναι αποθηκευμένη στην μακρόχρονη μνήμη, όταν το φορτίο της πληροφορίας είναι υψηλό και επίκεινται πιθανές επεμβάσεις.

Ο Frank (1983) τονίζει ότι οι ανεξάρτητοι πεδίου αποδίδουν καλύτερα και πιο σωστά από τους εξαρτημένους πεδίου σε έργα με υψηλή απαίτηση, ενώ δεν υπάρχουν διαφορές για έργα χαμηλής απαίτησης εκτός και αν εμπλέκονται σ' αυτά εξωτερικές αποθηκευτικές καταστάσεις οπότε οι εξαρτημένοι , δρουν με ένα παθητικο - επιφυλακτικό τρόπο. Και ο Frank σε άλλη μελέτη επισημαίνει ότι οι εξαρτημένοι - ανεξάρτητοι πεδίου διαφέρουν στην αποτελεσματικότητα της απόδοσης τους σε συγκεκριμένες καταστάσεις .

Ο El-Banna (1987) δέχεται ότι οι εξαρτημένοι από το πεδίο μαθητές δεν είναι ικανοί να κάνουν διαχωρισμό ανάμεσα στις σχετικές και άσχετες πληροφορίες, καθώς ο περιορισμένος χώρος συγκράτησης σκέψης (holding - thinking space) διαιρείται ανάμεσα στο «σήμα» και στο «θόρυβο». Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι οι εξαρτημένοι πεδίου μαθητές χάνουν την ικανότητα λύσης προβλημάτων, ιδιαίτερα σε μια πολύπλοκη κατάσταση.

3.5.2 Διάκριση των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα το βαθμό εξάρτησης από το πεδίο.

Θέλοντας να απαντήσουμε στα ερωτήματα:

1^{ο} αν τις επεξηγήσεις στα φυσικά και χημικά φαινόμενα τις προτιμούν περισσότερο οι μαθητές οι οποίοι εξαρτώνται από το πεδίο ή αυτοί οι οποίοι δεν εξαρτώνται από το πεδίο

2^{ο} αν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ του βαθμού εξάρτησης από το πεδίο των μαθητών και της ικανότητας αυτών να λύνουν προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z, μετρήσαμε για κάθε ομάδα μαθητών οι οποίοι μετείχαν στην έρευνα το βαθμό εξάρτησής τους από το πεδίο.

Η μέτρηση αυτή έγινε με το τεστ των ενσωματωμένων σχημάτων του Witkin το οποίο περιγράφεται αναλυτικά πιο κάτω.

3.5.3 Το τεστ του Witkin των ενσωματωμένων σχημάτων (Witkin's Group Embedded Figures' Test - GEFT).

Με το τεστ αυτό μετρήθηκε η ικανότητα των μαθητών να διαχωρίζουν μια σχετική πληροφορία από ένα άσχετο περιβάλλον. Το τεστ σχεδιάστηκε από τον Witkin (1971) και χρησιμοποιήθηκε σε πολλές μελέτες. Το τεστ αποτελείται από δεκαοκτώ πολύπλοκα σχήματα στα οποία οι μαθητές πρέπει να εντοπίσουν ένα απλό σχήμα που είναι ενσωματωμένο σε κάθε ένα από αυτά τα πολύπλοκα σχήματα. Τα απλά σχήματα που τους δίνονται είναι έξι και πρέπει να προσδιορίσουν σε ποιο μέρος του κάθε πολύπλοκου σχήματος οι γραμμές του περιγράφουν το απλό σχήμα που τους αναφέρει το τεστ. Πρέπει να προσδιορίσουν το κάθε απλό σχήμα με το ίδιο μέγεθος και με τον ίδιο προσανατολισμό με αυτό που τους δίνεται. Το τεστ έχει χρονικό περιορισμό Πρέπει αφού εξηγηθεί στους μαθητές τι ακριβώς τους ζητιέται να κάνουν και ότι να μην μένουν πολύ σε κάθε πολύπλοκο σχήμα γιατί αυτό που μετράει είναι το πλήθος των σωστών απαντήσεων τους μοιράζουμε τα έντυπα και τα μαζεύουμε σε είκοσι λεπτά της ώρας.

Από την πρώτη εφαρμογή του τεστ διαπιστώσαμε προσπάθεια αλλοίωσης της αξιοπιστίας του τεστ. Οι Έλληνες μαθητές εθισμένοι στο να καταφεύγουν σε πλάγια μέσα όταν καλούνται να απαντήσουν σε οποιοδήποτε τεστ αντί να προσπαθούν να βρουν τα απλά σχήματα μέσα στα πολύπλοκα έκαναν το εξής:

Έφερναν το χαρτί με τα απλά σχήματα πάνω από τα χαρτιά με τα πολύπλοκα και σηκώνοντας τα δύο χαρτιά στον αέρα φαίνονταν τα πολύπλοκα σχήματα και

προσπαθούσαν να δουν που ταιριάζει το απλό σχήμα. Για να αντιμετωπίσουμε αυτήν την αλλοίωση της διαδικασίας δίναμε στους μαθητές το χαρτί με τα απλά σχήματα έχοντας μαυρίσει το πίσω μέρος ώστε όταν σήκωναν στον αέρα τα δύο χαρτιά να μη φαίνονται τα πολύπλοκα σχήματα.

Το τεστ όπως δόθηκε στους μαθητές καθώς και οι θέσεις των απλών σχημάτων που έπρεπε να προσδιορίσουν σε κάθε πολύπλοκο σχήμα παρουσιάζεται στο τέλος αυτού του κεφαλαίου.

Οι μαθητές ανάλογα με τη βαθμολογία που έλαβαν κατατάχθηκαν στις ακόλουθες ομάδες.

3.5.4 Κατανομή των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Οι 285 μαθητές που απαρτίζουν το δείγμα ανάλογα με τη βαθμολογία που συγκέντρωσαν ταξινομήθηκαν σε ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από τους μαθητές που συγκέντρωσαν στο τεστ του Witkin βαθμολογία από 0 ως 6 μονάδες. Αυτοί συγκροτούν την ομάδα των μαθητών που εξαρτώνται από το πεδίο, είναι στο πλήθος 44 και αποτελούν το 15,44%. Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από τους μαθητές που συγκέντρωσαν στο τεστ του Witkin βαθμολογία από 7 ως 12 μονάδες. Αυτοί συγκροτούν την ομάδα των μαθητών που θεωρούνται ενδιάμεσοι, είναι στο πλήθος 168, αποτελούν την πιο πολυπληθή ομάδα και είναι σε ποσοστό το 58,95%. Τέλος η τρίτη ομάδα αποτελείται από τους μαθητές που συγκέντρωσαν στο τεστ του Witkin βαθμολογία από 13 ως 18 μονάδες. Αυτοί συγκροτούν την ομάδα των μαθητών που είναι ανεξάρτητοι από το πεδίο, είναι στο πλήθος 73 και αποτελούν το 25,61%.

Η παραπάνω κατανομή των μαθητών σε ομάδες ανάλογα το βαθμό εξάρτησης από το πεδίο φαίνεται στον παρακάτω πίνακα

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 3.3

Ομάδες μαθητών	Πλήθος	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Ποσοστό
Εξαρτώμενοι πεδίου	**44**	**34,25**	**20,41**	**15,44**
Ενδιάμεσοι	**168**	**45,32**	**25,45**	**58,95**
Ανεξάρτητοι πεδίου	**73**	**51,66**	**26,42**	**25,61**
Σύνολο	**285**	**45,24**	**25,50**	**100,00**

3.6 Η ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΤΕΣΤ

Ο Lawson (1978) υπολόγισε την αξιοπιστία του τεστ που ήταν 0,78.

Η αξιοπιστία του FIT είναι 0,8 (Bereiter,1981; Burtis & Pascual-Leone, 1974) . Οι συντελεστές διχοτομήσεως (split-half reliability coefficient) για τα ψυχομετρικά τεστ στη παρούσα εργασία είναι:

α) Για το τεστ του Lawson για τη νοητική ανάπτυξη 0,91 (r_{AB} = 0,8408)

β) Για το τεστ των αντιστρόφων αριθμών 0,88 (r_{AB} = 0,7912)

γ) Για το τεστ του Witkin των ενσωματωμένων σχημάτων 0,78 (r_{AB} = 0,6501)

Οι συντελεστές διχοτομήσεως υπολογίσθηκαν με τον ακόλουθο τύπο:

$sr = 2(r_{AB})/(1+r_{AB})$ (όπου sr ο συντελεστής διχοτομήσεως και r_{AB} ο συντελεστής Pearson ανάμεσα στις δύο βαθμολογίες.

Στις επόμενες τέσσερις σελίδες παρουσιάζεται το τεστ του A. E. Lawson (Lawson's test of logical reasoning) όπως σχεδιάστηκε και δόθηκε στους μαθητές.

ΕΠΩΝΥΜΟ: ΟΝΟΜΑ: ΤΜΗΜΑ: ΗΜΕΡ/ΝΙΑ:

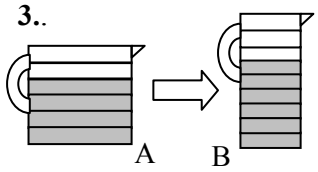
ΟΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΝΑ ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΟΥΝΤΑΙ

1. Δύο μπάλες από πλαστελίνη ● ● έχουν το ίδιο βάρος. Κάνουμε την μία μπάλα σαν μπανάνα ◡ ● και τις ζυγίζουμε. Ποιο από τα παρακάτω συμβαίνει:

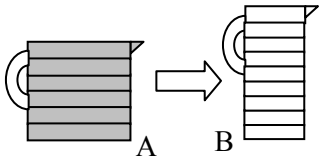
2. Σε δοχείο με νερό βυθίζουμε μια μπάλα από πηλό ○ και έχουμε την παρακάτω εικόνα.

Αν βυθίσουμε μια μπάλα από σίδηρο ● με την ίδια διάμετρο, ● → σε ίδιο δοχείο. Ποια από τις παρακάτω εικόνες Α, Β, Γ θα έχουμε;

3..

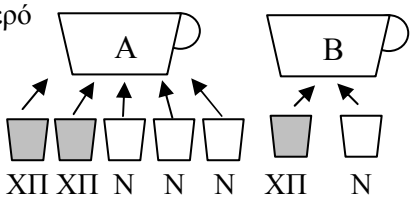


Αν αδειάσουμε το περιεχόμενο του Α στο Β έχουμε τη διπλανή εικόνα



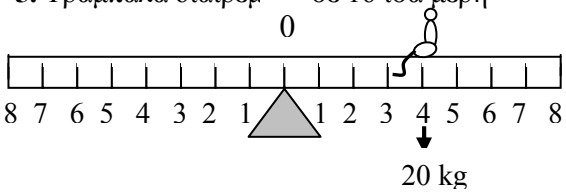
Αν αδειάσουμε το περιεχόμενο του Α στο Β μέχρι που θα φθάσει το υγρό στο Β;

4. Κανάτες Α και Β και κύπελα με την ίδια ποσότητα υγρού. ΧΠ=χυμός πορτοκαλιού, Ν=νερό



Προσθέτουμε στις κανάτες το περιεχόμενο από τα κύπελαόπως δείχνουν τα βέλη. Ποια από τις δύο κανάτες περιέχει πορτοκαλάδα πιο πλούσια σε χυμό;

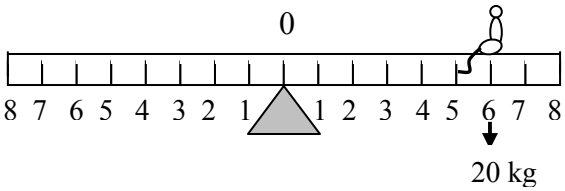
5. Τραμπάλα διαιρεμένη σε 16 ίσα μέρη



Στη θέση 4 κάθεται ένα παιδί 20 kg. Σε ποια θέση από την άλλη μεριά πρέπει να καθίσει ένα άλλο παιδί 10 kg για να ισορροπεί η τραμπάλα;
(Η θέση μπορεί να είναι και κλασματική π.χ. 7 1/3)

---

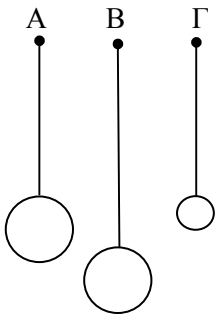
6. Τραμπάλα διαιρεμένη σε 16 ίσα μέρη



Στη θέση 6 κάθεται ένα παιδί 20 kg. Σε ποια θέση από την άλλη μεριά πρέπει να καθίσει ένα άλλο παιδί 50 kg για να ισορροπεί η τραμπάλα;
(Η θέση μπορεί να είναι και κλασματική π.χ. 7 1/3)

---

7. Τρία εκκρεμή Α, Β και Γ. Οι σφαίρες τους είναι από το ίδιο υλικό.
Ποιο από τα παρακάτω ζευγάρια εκκρεμών πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να εξετάσουμε αν το μήκος του νήματος επηρεάζει τη συχνότητα αιωρήσεως του εκκρεμούς;
Α και Β, Β και Γ,
ή Γ και Α

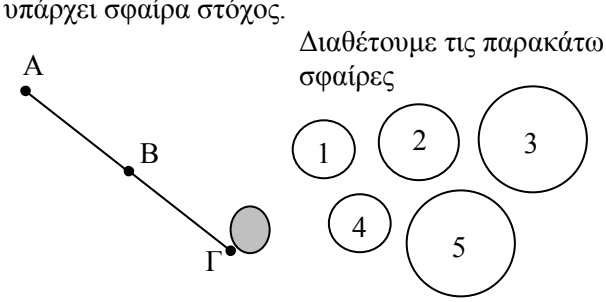


---

8. Παίρνουμε ξανά τα τρία εκκρεμή Α, Β και Γ. του ερωτήματος 7.
Ποιο από τα παρακάτω ζευγάρια εκκρεμών πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να εξετάσουμε αν το αναρτημένο βάρος επηρεάζει τη συχνότητα αιωρήσεως του εκκρεμούς;
Α και Β, Β και Γ, ή Γ και Α

---

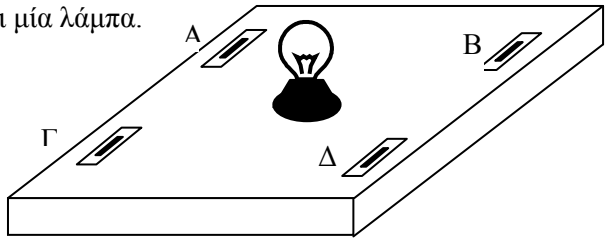
9. Έχουμε την τσουλήθρα Α, Β, Γ. Στη θέση Γ υπάρχει σφαίρα στόχος.



Κάθε φορά εκτελούμε το εξής πείραμα: Από τη θέση Α ή Β αφήνουμε μια σφαίρα να κυλήσει και μετράμε την απόσταση που πηγαίνει η σφαίρα στόχος σε οριζόντιο επίπεδο. Ποιο ή ποια ζευγάρια σφαιρών πρέπει να αφήσουμε διαδοχικά από τη θέση Α και Β για να εξετάσουμε αν η θέση από την οποία αφήνουμε την κάθε σφαίρα επηρεάζει την απόσταση στην οποία θα μετακινείται η σφαίρα στόχος όταν χτυπιέται από τη σφαίρα που κυλάει;

10. Παίρνουμε ξανά την τσουλήθρα Α, Β, Γ και τις σφαίρες 1,2,3,4 και 5 του ερωτήματος 9 και εκτελούμε το ίδιο πείραμα. Ποιο ή ποια ζευγάρια σφαιρών πρέπει να αφήσουμε διαδοχικά από τη θέση Α για να εξετάσουμε αν το βάρος της σφαίρας που αφήνουμε επηρεάζει την απόσταση στην οποία θα μετακινηθεί η σφαίρα στόχος όταν χτυπηθεί από τη σφαίρα που κυλάει;

11. Κιβώτιο έχει τέσσερεις διακόπτες Α, Β, Γ, Δ και μία λάμπα.



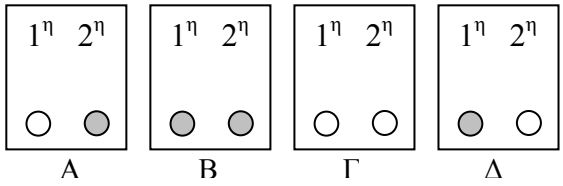
Η λάμπα μπορεί να ανάβει με το πάτημα ενός από τους τέσσερεις διακόπτες ή με συνδυασμό αυτών. Να βρεθούν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί που πρέπει να δοκιμαστούν για να βρεθεί αυτός που θα ανάβει την λάμπα.

12. Στη μία πλευρά ενός δρόμου βρίσκονται στη σειρά τέσσερα μαγαζιά. Ένα κουρείο (Κ), ένα μανάβικο (Μ), ένας φούρνος (Φ) και ένα γαλατάδικο (Γ). Να γράψετε όλους τους δυνατούς τρόπους που μπορούν να μπουν στη σειρά τα τέσσερα παραπάνω μαγαζιά.

13.. Τοποθετούμε αυτά τα μπαλάκια

μέσα σε ένα κουτί.

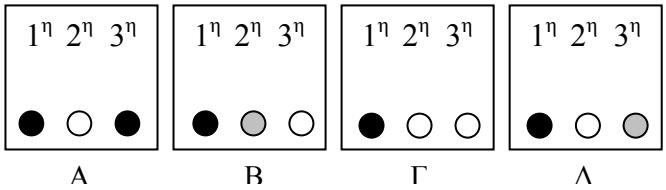
Τραβάμε από το κουτί χωρίς να βλέπουμε ένα μπαλάκι και μετά από τα υπόλοιπα ένα άλλο. Ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις Α, Β, Γ ή Δ είναι η πιο πιθανή;



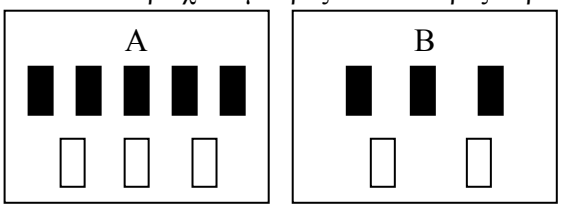
14. Τοποθετούμε αυτά τα μπαλάκια

μέσα σε ένα κουτί.

Τραβάμε από το κουτί χωρίς να βλέπουμε ένα μπαλάκι. Από αυτά που μένουν τραβάμε ένα δεύτερο και μετά από τα υπόλοιπα ένα τρίτο. Ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις Α, Β, Γ ή Δ είναι η πιο πιθανή;



15. Διαθέτουμε δύο κλειστά κουτιά το Α και το Β.
Το κουτί Α περιέχει 5 μαύρες και 3 άσπρες κάρτες.
Το κουτί Β περιέχει 3 μαύρες και 2 άσπρες κάρτες.



Από ποιο κουτί έχουμε μεγαλύτερη πιθανότητα να τραβήξουμε χωρίς να βλέπουμε μια άσπρη κάρτα;

Από το Α, Από το Β,

Την ίδια πιθανότητα από το Α και από το Β

Στις επόμενες δύο σελίδες παρουσιάζεται το έντυπο με τα τετραγωνάκια όπως σχεδιάστηκε και. χρησιμοποιήθηκε για το τεστ των αντιστρόφων αριθμών (the Digit Backward Span test - DBS) καθώς και τα σωστά νούμερα που έπρεπε να γράψει ο μαθητής σε κάθε τετραγωνάκι.

.

ΕΠΩΝΥΜΟ: ……

ΟΝΟΜΑ: ……..

ΤΜΗΜΑ: ……

ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: ……

Α Ν Τ Ι Σ Τ Ρ Ο Φ Ο

1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									

Ε Υ Θ Υ

1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									

ΕΠΩΝΥΜΟ: ……

ΟΝΟΜΑ: ……..

ΤΜΗΜΑ: ……

ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: ……

	Ε	Υ	Θ	Υ					
1	5	8	2						
2	6	9	4						
3	6	4	3	9					
4	7	2	8	6					
5	4	2	7	3	1				
6	7	5	8	3	6				
7	6	1	9	4	7	3			
8	3	9	2	4	8	7			
9	5	9	1	7	4	2	8		
10	4	1	7	9	3	8	6		
11	5	8	1	9	2	6	4	7	
12	3	8	2	9	5	1	7	4	
13	2	7	5	8	6	2	5	8	4
14	7	1	3	9	4	2	5	6	8

	Α	Ν	Τ	Ι	Σ	Τ	Ρ	Ο	Φ	Ο
1	8	5								
2	3	9								
3	1	6								
4	4	7	5							
5	6	3	8							
6	2	5	8	4						
7	4	1	7							
8	8	5	2	9						
9	6	1	8	3						
10	4	7	3	9	2					
11	9	1	8	5	7					
12	4	2	9	6	1	3				
13	8	1	4	2	6					
14	8	5	6	1	7	4				
15	2	7	4	3	9	5				
16	3	6	4	9	2	8	1			
17	8	2	5	3	1	4	7			
18	6	9	1	3	5	4	7	2		
19	7	2	3	1	8	6	9			
20	6	2	9	7	3	5	1	4		
21	7	3	6	4	1	5	8	2		

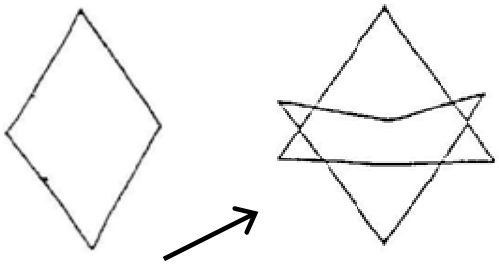
Στις επόμενες τέσσερις σελίδες παρουσιάζεται το τεστ του Witkin των ενσωματωμένων σχημάτων (Witkin's Group Embedded Figures' Test - GEFT) όπως σχεδιάστηκε και δόθηκε στους μαθητές.

Στη συνέχεια στις επόμενες τρεις σελίδες παρουσιάζονται τα πολύπλοκα σχήματα με διαγραμμισμένη τη θέση του απλού σχήματος το οποίο είναι ενσωματωμένο σε καθένα από αυτά. Δηλαδή οι σωστές απαντήσεις στο παραπάνω τεστ του Witkin.

Αυτό είναι ένα τεστ που εξετάζει τη δυνατότητα σου να βρίσκεις ένα απλό σχήμα, όταν αυτό είναι κρυμμένο μέσα σε ένα πολύπλοκο σχήμα.

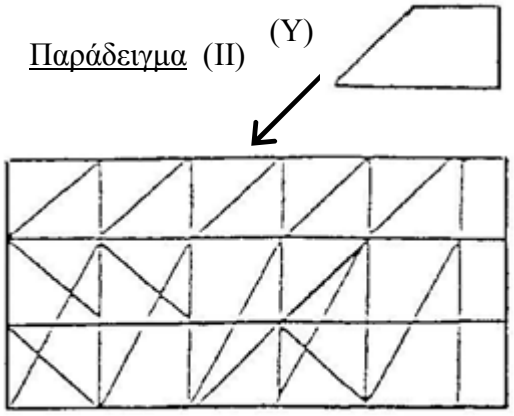
ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΝ ΠΡΟΚΕΙΤΑΙ ΝΑ ΕΧΟΥΝ ΚΑΜΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΟΥ

Παράδειγμα (Ι)



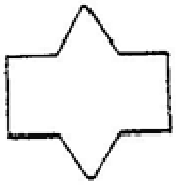
(X)

Παράδειγμα (ΙΙ)

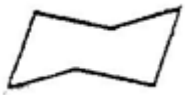


(Y)

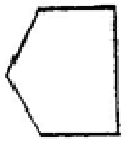
ΑΠΛΑ ΣΧΗΜΑΤΑ



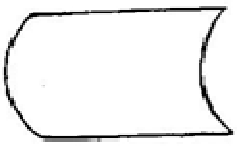
(Α)



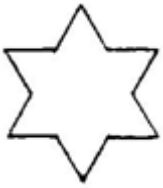
(Β)



(Γ)



(Δ)



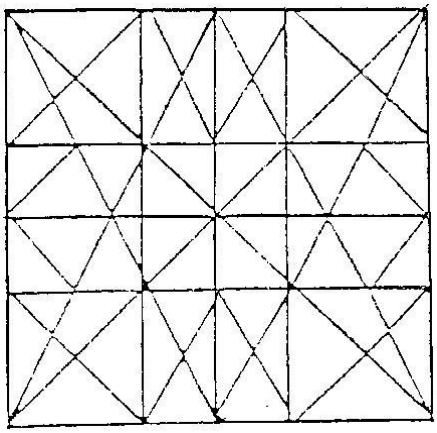
(Ε)

(Ζ)

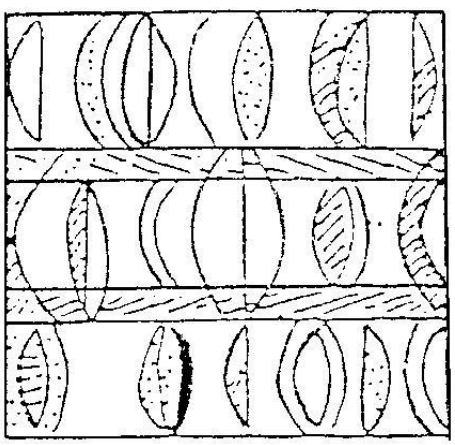
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

ΣΧΟΛΕΙΟ: ΤΜΗΜΑ:

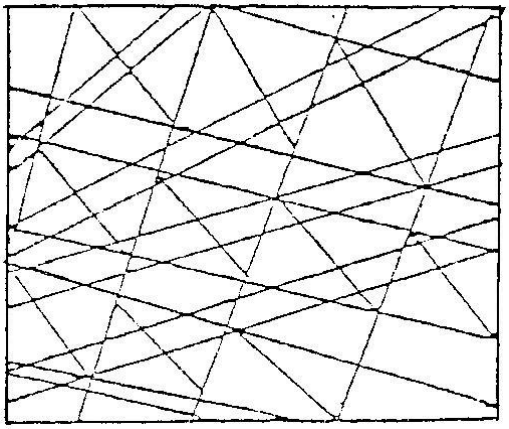
Βρες το απλό σχήμα «Γ»



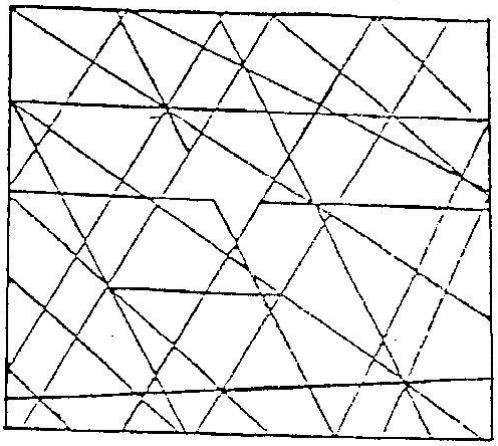
Βρες το απλό σχήμα «Δ»



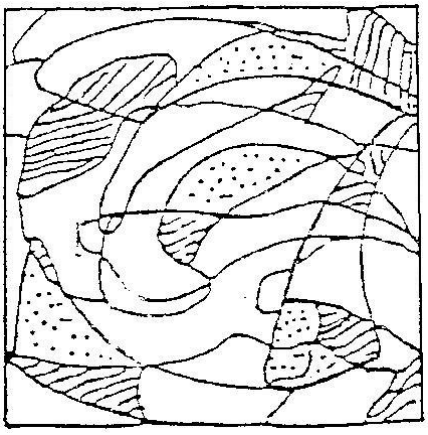
Βρες το απλό σχήμα «Β»



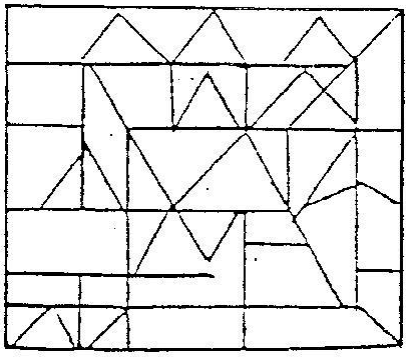
Βρες το απλό σχήμα «Ε»



Βρες το απλό σχήμα «Ζ»

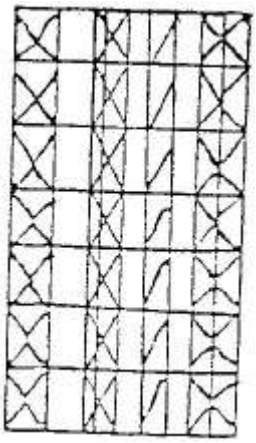


Βρες το απλό σχήμα «Α»

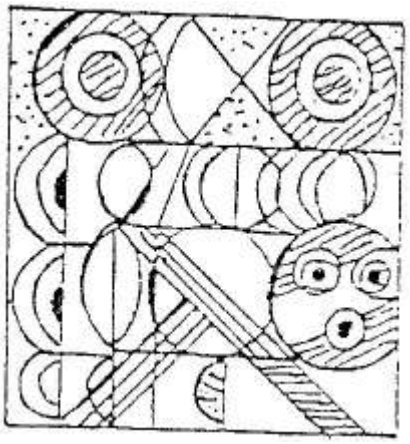


συνεχίζεται ⟶

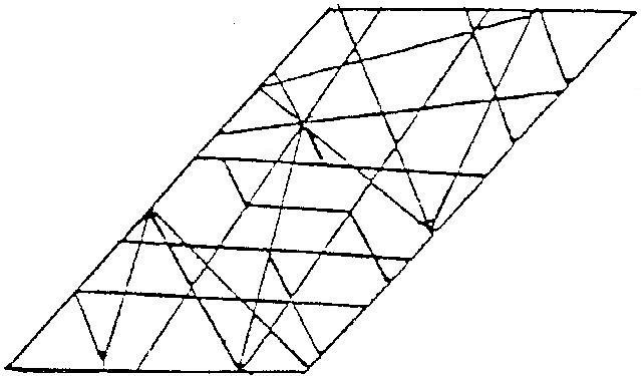
Βρες το απλό σχήμα «Γ»



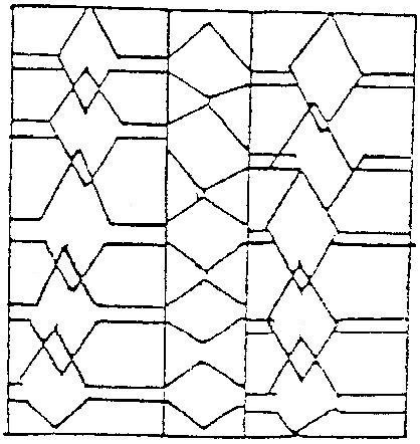
Βρες το απλό σχήμα «Δ»



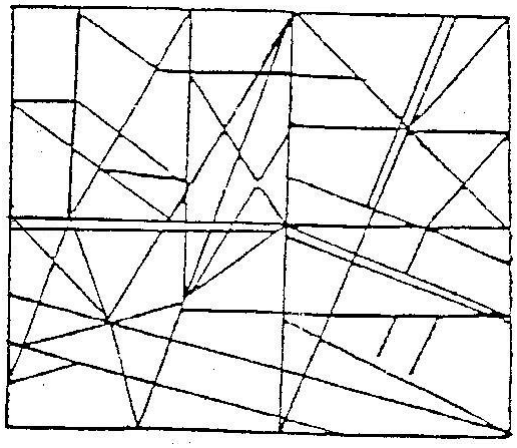
Βρες το απλό σχήμα «Ε»



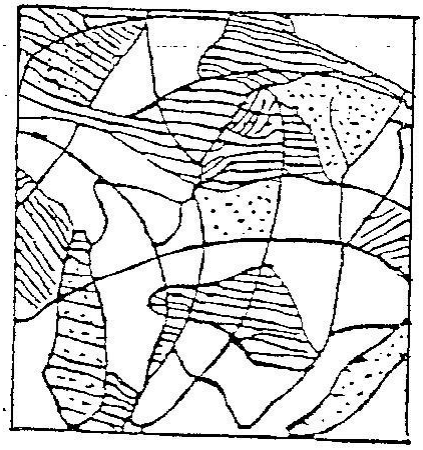
Βρες το απλό σχήμα «Α»



Βρες το απλό σχήμα «Β»

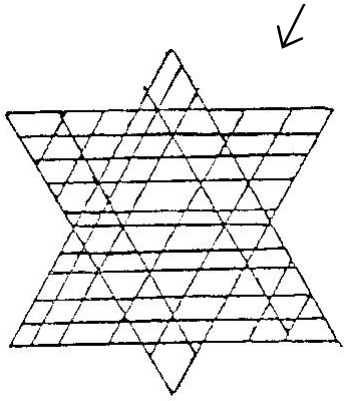


Βρες το απλό σχήμα «Ζ»

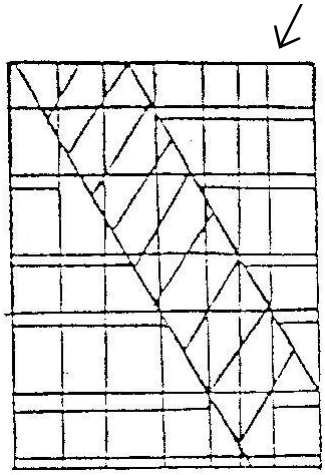


συνεχίζεται ⟶

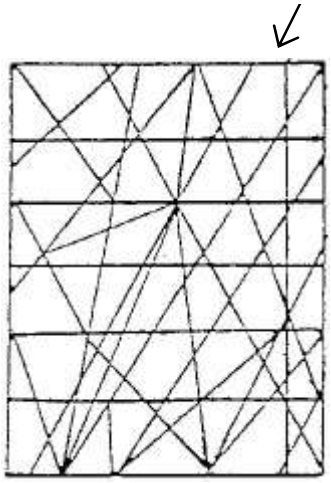
Βρες το απλό σχήμα «Ε»



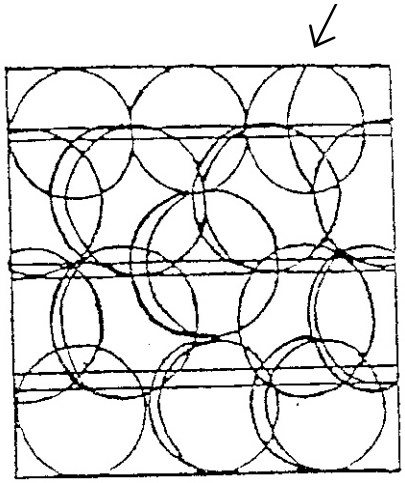
Βρες το απλό σχήμα «Α»



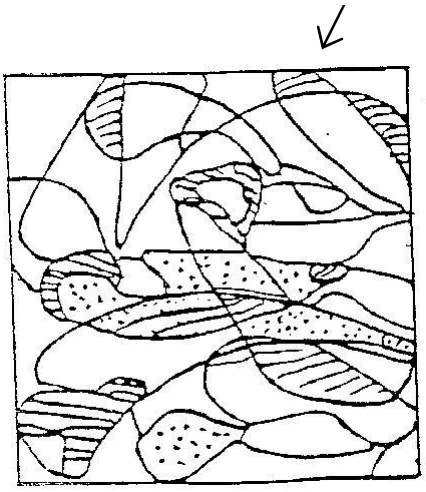
Βρες το απλό σχήμα «Γ»



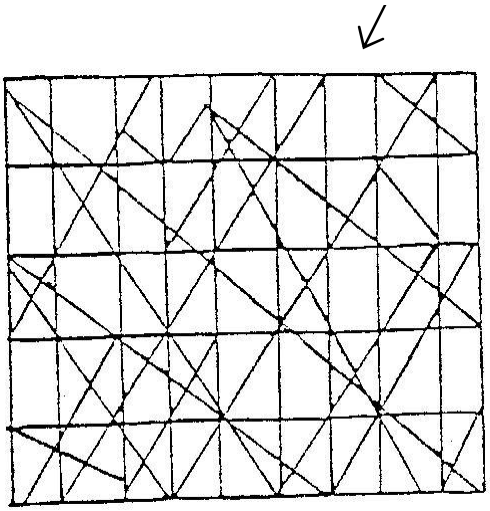
Βρες το απλό σχήμα «Δ»



Βρες το απλό σχήμα «Ζ»

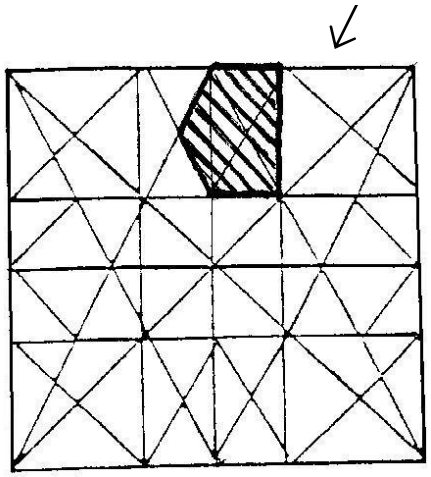


Βρες το απλό σχήμα «Α»

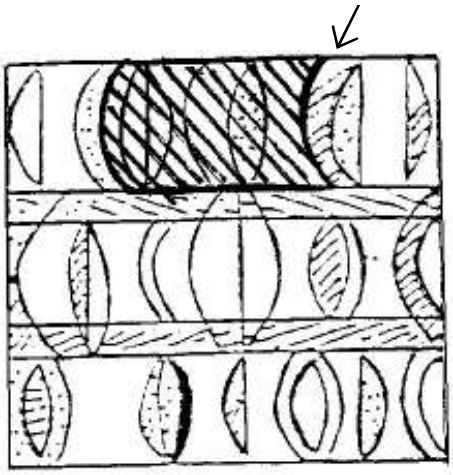


ΟΙ ΣΩΣΤΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

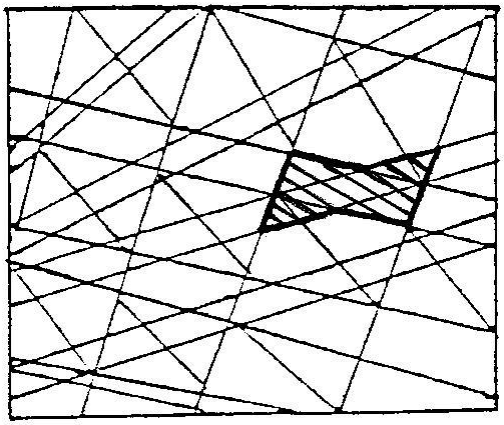
Βρες το απλό σχήμα «Γ»



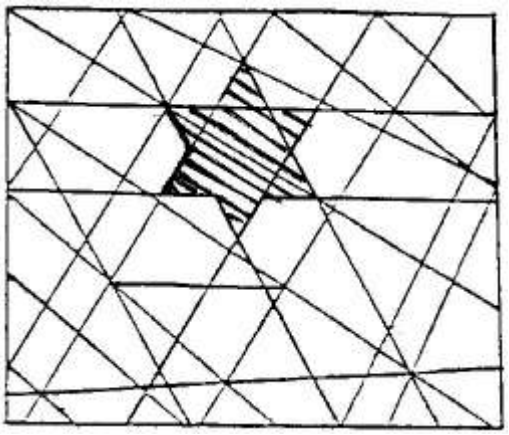
Βρες το απλό σχήμα «Δ»



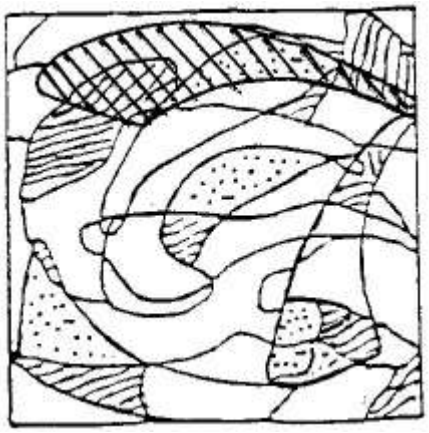
Βρες το απλό σχήμα «Β»



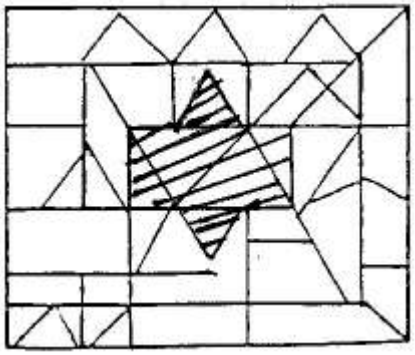
Βρες το απλό σχήμα «Ε»



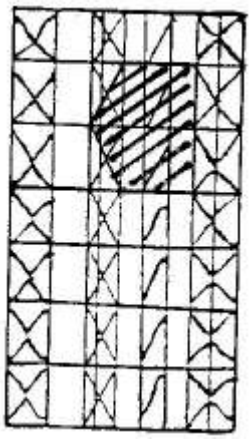
Βρες το απλό σχήμα «Ζ»



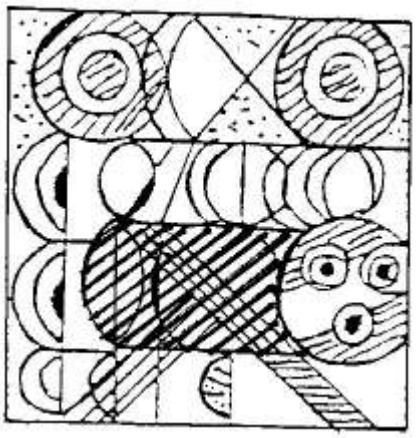
Βρες το απλό σχήμα «Α»



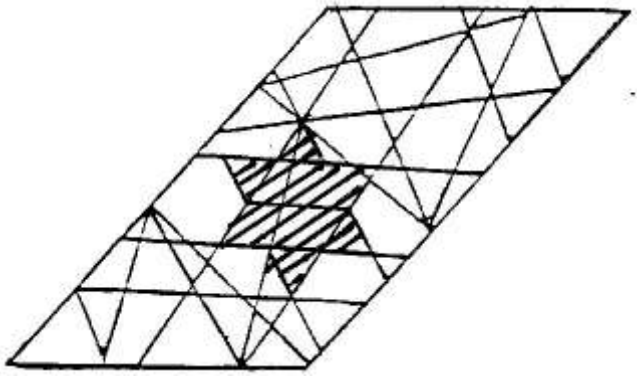
Βρες το απλό σχήμα «Γ»



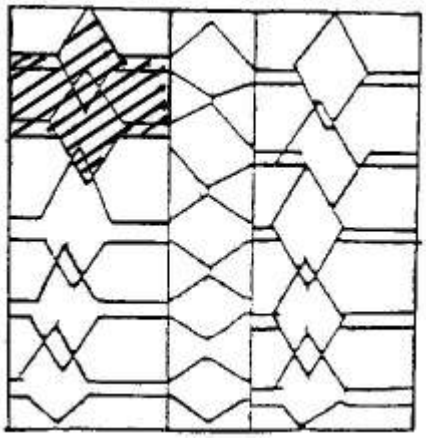
Βρες το απλό σχήμα «Δ»



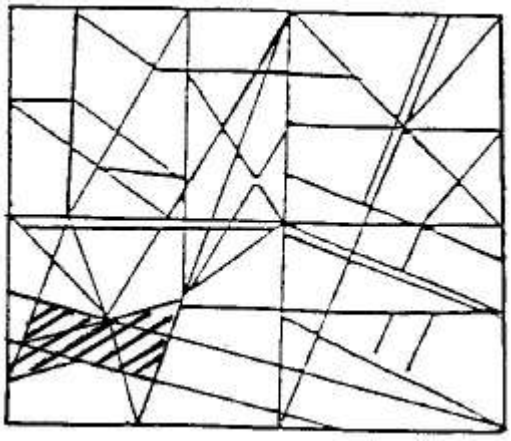
Βρες το απλό σχήμα «Ε»



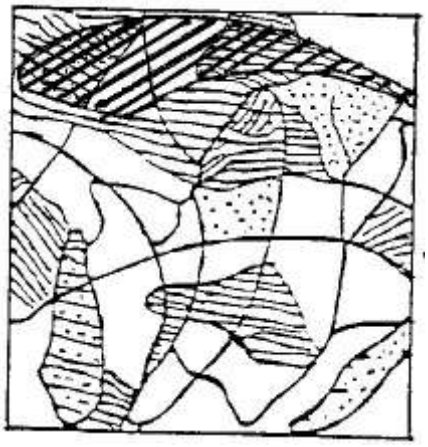
Βρες το απλό σχήμα «Α»



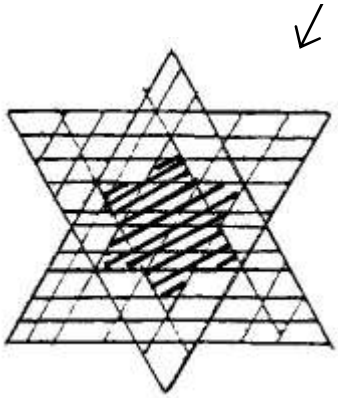
Βρες το απλό σχήμα «Β»



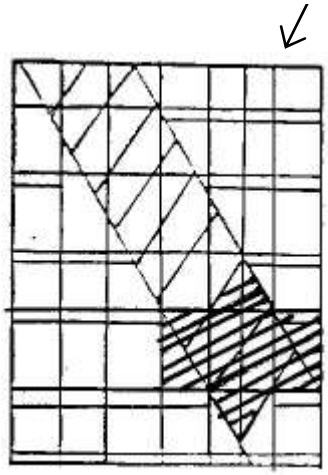
Βρες το απλό σχήμα «Ζ»



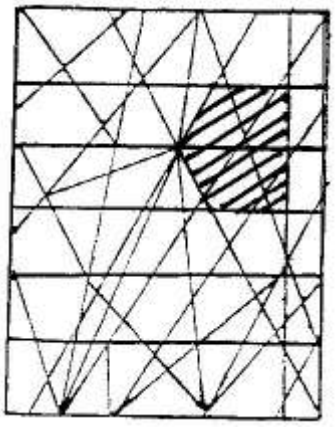
Βρες το απλό σχήμα «Ε»



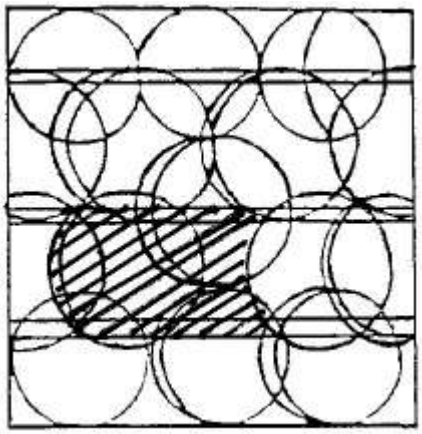
Βρες το απλό σχήμα «Α»



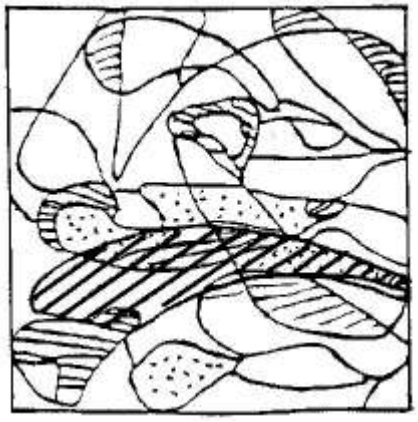
Βρες το απλό σχήμα «Γ»



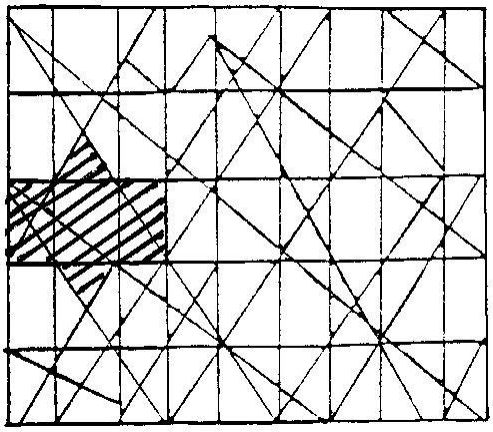
Βρες το απλό σχήμα «Δ»



Βρες το απλό σχήμα «Ζ»



Βρες το απλό σχήμα «Α»



Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 4ο

Η ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

4.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

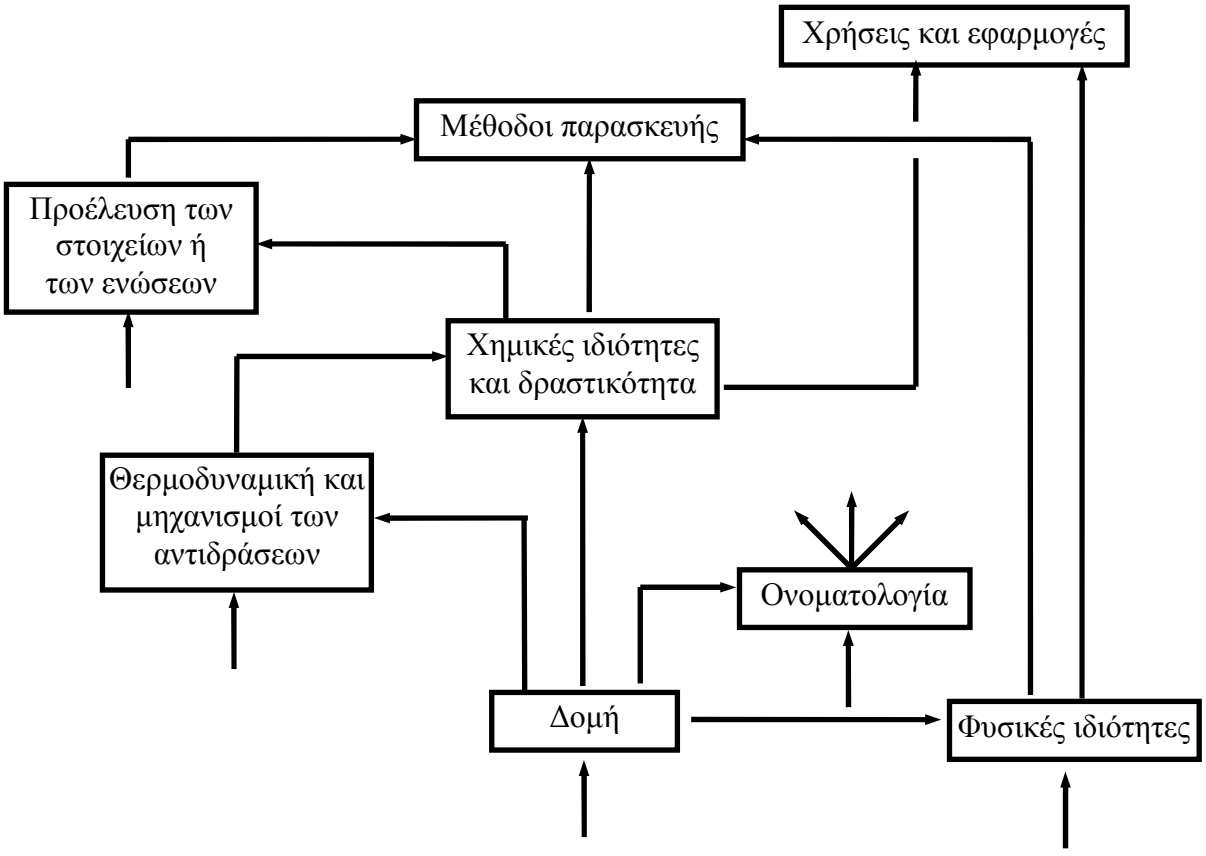
Με τον όρο «περιγραφική χημεία» εννοούμε κυρίως τη περιγραφή των παρασκευών, ιδιοτήτων και χρήσεων των στοιχείων και των ενώσεων της ανόργανης χημείας. Εντούτοις δεν υπάρχει κάποιος συστηματικός λόγος, η περιγραφική χημεία να μην περιλαμβάνει και την οργανική χημεία. Υπάρχουν μια σειρά από αιτίες που έχουν κάνει την περιγραφική χημεία να μην είναι πλέον δημοφιλής, με αποτέλεσμα να έχει φύγει από τα περισσότερα αναλυτικά προγράμματα. Όμως πιστεύουμε ότι η πιο σπουδαία αιτία, που έχει κάνει την περιγραφική χημεία να μην είναι δημοφιλής, είναι η παρουσίασή της χωρίς σύστημα και με τρόπο εγκυκλοπαιδικό. Έτσι οι ιδιότητες των στοιχείων και των ενώσεων διδάσκονται πριν από τις χημικές ιδιότητες με αποτέλεσμα να γίνεται αναφορά σε ενώσεις οι οποίες δεν είναι ακόμα γνωστές στους μαθητές. Τις ενώσεις αυτές θα τις συναντήσουν αργότερα, στις παρασκευές και τις χημικές ιδιότητες άλλων στοιχείων και ενώσεων.

Στην εργασία αυτή προσπαθούμε να παρουσιάσουμε τις αρετές της ιεραρχικής προσέγγισης στη διδασκαλία της περιγραφικής χημείας. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να δείξει ότι όταν η διδακτέα ύλη οργανώνεται σύμφωνα με την ιεραρχική μάθηση, τότε μπορούμε να πετύχουμε πολύ καλύτερη κατανόηση και αποτελεσματικότερη κατάκτηση της διδακτέας ύλης. Αυτό που παρουσιάζεται με την παρούσα είναι μια θεωρητική υποστήριξη της μεθόδου και μια αναζήτηση κάποιας ευνοϊκής απόδειξης για αυτήν, μέσω μιας πειραματικής δοκιμής της στη Γ’ τάξη του λυκείου. Μια πιο αναπτυγμένη παρουσίαση της θεωρητικής θεμελίωσης της μεθόδου έχει αναφερθεί σε εργασία του Τσαπαρλή (Τσαπαρλής 1994) μαζί με μια εκτίμηση για αυτήν από καθηγητές μέσης εκπαίδευσης.

4.1 Η ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Σύμφωνα με τις απόψεις του Gagné (Gagné 1985) για τη διδασκαλία και τις συνθήκες μάθησης, για κάθε βασικό διδακτικό στόχο και για κάθε κατηγορία μάθησης. μπορεί να αναπτυχθεί μια ιεραρχία. Στην ιεραρχική μάθηση, για να πετύχουμε την εκμάθηση των έργων που είναι πιο σύνθετα απαιτείται προηγουμένως η εκμάθηση πιο απλών διεργασιών οι οποίες συμπεριλαμβάνονται στις νέες, πιο σύνθετες διεργασίες ως υποταγμένες τους. Πρέπει να σημειωθεί ότι μια πιο απλή διεργασία, της οποίας η εκμάθηση πρέπει να προηγείται, δεν είναι απαραίτητα και ευκολότερο για να το μάθει κάποιος, αλλά αυτό είναι ένα κρίσιμο στοιχείο στην ιεραρχία..

Για παράδειγμα στην ιεραρχική διδασκαλία της περιγραφικής χημείας, η δομή των ενώσεων είναι μια πιο απλή διεργασία και πρέπει να προηγηθεί (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι εύκολο και να αφομοιωθεί), ενώ η μελέτη των αντιδράσεων είναι μια ακολουθία με περισσότερο απαιτητικές διεργασίες και επιβάλλεται να έπεται.



Σχήμα 4.1

Το Σχήμα 4.1 δείχνει μια πρόταση ιεραρχικής μάθησης στην περιγραφική χημεία. Είναι προφανές ότι η μάθηση π.χ. των μεθόδων παρασκευής (μια δεξιότητα στην οποία στοχεύουμε) απαιτεί την εκμάθηση των χημικών ιδιοτήτων των ενώσεων (κύριο μέρος)

και αυτή με τη σειρά της απαιτεί την εκμάθηση της δομής, της ονοματολογίας και των μηχανισμών. Αν το κύριο μέρος μιας διαδικασίας, που στοχεύει σε μια πνευματική δεξιότητα και οφείλει να προηγηθεί, δεν είναι γνωστό, τότε η δεξιότητα δεν μπορεί να επιτευχθεί, σύμφωνα με τον Gagné. Κάποιοι τρόποι οργάνωσης της περιγραφικής χημείας, σύμφωνα με την ιεραρχική μέθοδο, που μπορούμε να επινοήσουμε εξαρτώνται απ' το επίπεδο των σπουδαστών (πανεπιστήμιο, λύκειο). Η ιεραρχική μάθηση που φαίνεται στο σχήμα 1 είναι η πηγή. Έτσι κάποιος μπορεί να μελετήσει τη δομή, την ονοματολογία και τις φυσικές ιδιότητες μαζί (σε μια λογική σειρά μαθημάτων) ή χωριστά.

Εκτός από τον Gagné, υποστήριξη στην ιεραρχική μέθοδο μπορούμε να βρούμε στη αφομοιωτική μάθηση του Ausubel (Ausubel 1998) και στη θεωρία της λύσης προβλημάτων στις φυσικές επιστήμες του Reif.

4.2 ΤΟ «ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟ» ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΟΥ GAGNE

4.2.1 Γενικά

Εισηγητής του φαινομένου της συσσώρευσης των γνώσεων ή του «αθροιστικού» μοντέλου μάθησης είναι ο R.M. Gagné, ο οποίος μαζί με τους Piaget, Bruner, Ausubel κ.α. θεωρείται από τους σημαντικότερους εκπροσώπους της Γνωστικής Ψυχολογίας. Σύμφωνα με τις απόψεις της Γνωστικής Ψυχολογίας, η διαδικασία της μάθησης δεν είναι απλή αντίδραση στα εξωτερικά ερεθίσματα του περιβάλλοντος και αποτέλεσμα συνειρμικών συνδέσεων μόνο, όπως διδάσκουν οι μπιχεβιοριστικές θεωρίες, ούτε βέβαια μόνο ξαφνική αντίληψη ή ενόραση της νέας μαθησιακής κατάστασης, όπως διδάσκει η Μορφολογική Ψυχολογία· είναι σύνθετη διεργασία που προέρχεται από τη συνεχή μεταβολή των εσωτερικών δομών του ατόμου στην αντιπαράθεσή του με το περιβάλλον, αναφέρεται στις πολύπλοκες εσωτερικές διεργασίες και απαιτεί την ύπαρξη μαθημένων καταστάσεων (Αφεντάκης 1991).

Βέβαια η «ενορατική» μέθοδος της Μορφολογικής Ψυχολογίας και το «αθροιστικό» μοντέλο μάθησης του Gagné έχουν απομακρυνθεί από το συμπεριφοριστικό πρότυπο και επικεντρώνουν την έρευνα της μάθησης γύρω από τις *εσωτερικές* μεταβολές, την ανθρώπινη *νόηση* και τον *τρόπο* με τον οποίο ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται τις σχέσεις των πραγμάτων, σκέπτεται τις διάφορες μαθησιακές καταστάσεις και αντιδρά στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος. Και οι

μεταβολές αυτές, με τις οποίες συνδέεται η μάθηση, σχετίζονται άμεσα με την *αναπτυξιακή πορεία* του νέου ανθρώπου και την προσπάθειά του, στα διάφορα αναπτυξιακά στάδια, να ανταποκριθεί στις συνεχείς απαιτήσεις του περιβάλλοντος. Οι προσπάθειες των γνωστικών ψυχολόγων έδωσαν μεγάλη ώθηση στην έρευνα των *γνωστικών δομών* και των *διαδικασιών*, τις οποίες αναπτύσσει ο άνθρωπος και με τις οποίες αντιπαρατίθεται προς το περιβάλλον του, όπως επίσης και στην έρευνα της *δόμησης* των *πληροφοριών* στις ήδη προϋπάρχουσες γνωστικές δομές (Κολλιάδης 1989).

4.2.2 Βασικές θεωρητικές θέσεις

Σύμφωνα με τον Gagné (1965), μάθηση είναι η διαδικασία που υποβοηθά τους οργανισμούς να τροποποιήσουν ή να αλλάξουν τη συμπεριφορά τους σ' ένα σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα και με ένα μάλλον μόνιμο τρόπο έτσι, ώστε η ίδια τροποποίηση ή αλλαγή να μη χρειαστεί να συμβεί ξανά σε κάθε νέα ανάλογη περίπτωση. Η τροποποίηση αυτή οφείλεται σε εσωτερικές διαδικασίες του ατόμου, οι οποίες επηρεάζονται και καθορίζονται τόσο από εξωτερικές όσο και από εσωτερικές συνθήκες μάθησης (νοημοσύνη, αντιληπτικοί μηχανισμοί, προϋπάρχουσες γνώσεις, διδακτικό υλικό, διδακτικές ενέργειες κ.λπ.).

Ο Gagné (1965) με τον όρο «αθροιστική μάθηση» θεωρεί ότι κάθε μονάδα γνώσης, συνδέεται και οικοδομείται πάνω στις ήδη προϋπάρχουσες. Έτσι ο μαθητής μπορεί να μάθει οτιδήποτε σε οποιαδήποτε ηλικία, αρκεί να έχει προηγουμένως αφομοιώσει τις προαπαιτούμενες δυνατότητες, να έχει δηλ. το κατάλληλο ρεπερτόριο γνώσεων και γνωστικών ικανοτήτων.

Το δεύτερο σημείο διαφοροποίησης του Gagné από τις μέχρι τώρα θεωρίες μάθησης είναι ότι δεν αντιμετωπίζει τη μάθηση σαν ενιαίο σύνολο, αλλά τη διαχωρίζει σε είδη μάθησης διαφορετικά μεταξύ τους, που για την κατάκτησή τους απαιτούνται διαφορετικές εσωτερικές και εξωτερικές συνθήκες μάθησης.

4.2.3 Είδη μάθησης

Όπως προαναφέρθηκε, ο Gagné (1975) αντιμετωπίζει τη μάθηση όχι σαν σύνολο, αλλά τη διαχωρίζει και την ταξινομεί στις εξής πέντε κατηγορίες, που αποτελούν και τα είδη μάθησης:

α) Πληροφορίες - γνώσεις (information),

β) Νοητικές δεξιότητες (intellectual skills),

Διάκριση (discrimination),

Συγκεκριμένη έννοια (concrete concept),

Ορισμός ή κατάταξη εννοιών (defined concept),

Κανόνας (rule),

Σύνθεση κανόνων ή λύση προβλήματος (higher order rule or problem solving),

γ) Γνωστική στρατηγική (cognitive strategy),

δ) Στάση (attidute), και

ε) Κινητική δεξιότητα (motor skill).

Τα είδη μάθησης είναι διαφορετικά μεταξύ τους ως προς τη φύση τους, τις δυνατότητες που αναπτύσσουν, τον τρόπο προσέγγισής τους αλλά και ως προς τις συνθήκες εκμάθησής τους. Γι' αυτό και μελετώνται ξεχωριστά.

α) Πληροφορίες - γνώσεις

Το πρώτο αυτό είδος της μάθησης αφορά την εκμάθηση πληροφοριών και οργανωμένων γνώσεων, οι οποίες θα αποτελέσουν τις νοητικές δομές, πάνω στις οποίες θα συνδεθούν και θα εδραιωθούν οι νέες γνώσεις. Οι πληροφορίες αποτελούν επίσης φορέα για συζήτηση και οδηγούν σε δημιουργική σκέψη, αφού με την ανάκλησή τους οδηγούν στη λύση προβλημάτων. Για την εκμάθηση πληροφοριών απαιτείται η ένταξή τους σ' ένα ευρύτερο θεωρητικό πλαίσιο που προϋπάρχει.

β) Νοητικές δεξιότητες

Νοητικές δεξιότητες είναι η δυνατότητα του μαθητή να εκτελεί ενέργειες νοητικής φύσεως. Λόγω της πολυπλοκότητας τους, ο Gagné προτείνει πέντε κατηγορίες, που είναι ιεραρχημένες από την πιο απλή στην πιο σύνθετη. Δηλ. για την απόκτηση της καθεμιάς απ' αυτές απαραίτητη προϋπόθεση είναι η γνώση όλων των προηγουμένων.

Η πιο απλή δεξιότητα είναι η διάκριση, η ικανότητα δηλ. του ατόμου να διακρίνει τα ερεθίσματα και τα χαρακτηριστικά τους, χωρίς απαραίτητα να τα ονομάζει, και να διαφοροποιεί τις αντιδράσεις του ως προς αυτά. Η επόμενη

ιεραρχικά δεξιότητα είναι η μάθηση συγκεκριμένων εννοιών (concrete concepts), η ικανότητα δηλ. να προσδιορίζει ο μαθητής μια τάξη αντικειμένων, δηλ. να διακρίνει, να κατανοεί τη σημασία των εννοιών, να τις κατηγοριοποιεί και να τις ταξινομεί σε ομάδες με βάση τα χαρακτηριστικά τους. Η τρίτη κατά σειρά δεξιότητα είναι ο ορισμός ή η κατάταξη εννοιών, η χρησιμοποίηση δηλ. των συγκεκριμένων εννοιών σε παραδείγματα και η κατάταξή τους σε κατηγορίες. Έχοντας ο μαθητής κατακτήσει τις τρεις πρώτες δεξιότητες, μπορεί να προχωρήσει στην ιεραρχικά επόμενη, στο σχηματισμό κανόνων· δηλ. ο μαθητής εφαρμόζει τον κανόνα σε μια κατηγορία γεγονότων. Η τελευταία και πιο πολύπλοκη δεξιότητα είναι η ικανότητα της σύνθεσης κανόνων ή η λύση προβλήματος· δηλ. το παιδί χρησιμοποιώντας τους κανόνες οδηγείται στην επίλυση προβλημάτων.

Όπως φαίνεται και από τα παραπάνω, πρέπει για την εκμάθηση μιας από τις νοητικές δεξιότητες να γίνει ανάκληση της προηγούμενης και η σύνδεσή της με την προς μάθηση δεξιότητα. Για την καλύτερη συγκράτησή της, αποτελεσματική είναι η σταδιακή επανάληψη.

γ) Γνωστική στρατηγική

Με τη γνωστική στρατηγική, ο μαθητής επινοεί δικούς του τρόπους (προσωπικούς) για την αντιμετώπιση προβληματικών καταστάσεων. Έτσι αναπτύσσει τη δημιουργική του σκέψη. Η ανάπτυξη της γνωστικής στρατηγικής εξαρτάται από τις ψυχοπνευματικές ικανότητες του μαθητή. Απαραίτητο είναι ο μαθητής να έχει τις νοητικές δεξιότητες και γνώσεις, που είναι σχετικές με την νέα γνώση, όπως και κάποιες στρατηγικές για τη λύση προβλημάτων, από τις οποίες θα επιλέξει την κατάλληλη.

δ) Στάσεις

Η μάθηση στάσεων αφορά στην επιλογή ή προτίμηση ορισμένων προσώπων ή πραγμάτων, καταστάσεων, θέσεων ή δεδομένων. Οι στάσεις αυτές δεν είναι αφηρημένες αλλά συγκεκριμένες προτιμήσεις του ατόμου. Σκοπός του σχολείου είναι να αναπτύξει θετικές στάσεις, που να δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για μάθηση. Τρεις είναι οι τρόποι μάθησης των στάσεων:

α) Με σηματοδότηση, δηλ. με σύνδεση της συμπεριφοράς με θετικά ή αρνητικά ερεθίσματα, ή μέσω ερεθισμού - αντίδρασης,

β) με την πρόβλεψη δηλ. αμοιβής ή άλλου είδους ενισχύσεων,

γ) με τη μίμηση προτύπου, με την παρατήρηση, δηλ. της επιθυμητής συμπεριφοράς από ανθρώπινο πρότυπο.

ε) Κινητικές δεξιότητες

Οι κινητικές δεξιότητες αφορούν την ικανότητα εκτέλεσης πράξεων με τη χρησιμοποίηση των μυϊκών δυνάμεων του εγκεφάλου και των αισθήσεων. Όσο πιο πολύπλοκη είναι η προς μάθηση κινητική δεξιότητα, τόσο και περισσότερες απλούστερες προϋπάρχουσες δεξιότητες απαιτεί. Η κατάκτηση της κινητικής δεξιότητας φαίνεται από την ευκολία των κινήσεων του μαθητή κατά την εκτέλεση της.

Τα παραπάνω είδη της μάθησης κατά τον Gagné διαφέρουν ως προς τα αποτελέσματα της μάθησης που προκαλούν, αλλά και ως προς τις συνθήκες μάθησης που απαιτούν για την πραγμάτωσή τους. Αξιοσημείωτο είναι ότι σε κάθε μάθημα του προγράμματος διδασκαλίας συνυπάρχουν περισσότερα από ένα είδη μάθησης.

Για μια αποτελεσματική διδασκαλία απαιτείται ο συνδυασμός και η επαλληλία εσωτερικών διαδικασιών μάθησης του ατόμου με τις εξωτερικές συνθήκες μάθησης, δηλ. των διδακτικών ενεργειών του δασκάλου, για τις οποίες γίνεται λόγος στη συνέχεια.

4.2.4 Εσωτερικές διαδικασίες μάθησης

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η μάθηση, σύμφωνα με τον Gagné (1965), οφείλεται σε εσωτερικές διαδικασίες του ατόμου, τις οποίες η διδασκαλία αποβλέπει να υποβοηθήσει και να επηρεάσει με κατάλληλες διδακτικές ενέργειες.

Οι εσωτερικές αυτές διαδικασίες είναι:

α) Διαδικασία στροφής της προσοχής - Επιλεκτική αντίληψη. Καθορίζεται ποιες πληροφορίες εισέρχονται στο νευρικό σύστημα.

β) Διαφύλαξη ή διατήρηση στη βραχύχρονη μνήμη. Η πληροφορία εισάγεται στη βραχύχρονη μνήμη, κωδικοποιείται και συσχετίζεται με παραστάσεις ή σύμβολα.

γ) Κωδικοποίηση. Το κωδικοποιημένο υλικό παίρνει οργανωμένη μορφή.

δ) Συγκέντρωση και διαφύλαξη. Η πληροφορία κωδικοποιημένη διαφυλάσσεται μόνιμα στη μακρόχρονη μνήμη.

ε) Ανάκτηση του μαθημένου υλικού από τη μακρόχρονη μνήμη.

στ) Γεννήτρια αντιδράσεων. Έχει σχέση με το είδος, τη μορφή και την οργάνωση της ανθρώπινης ανταπόκρισης (λόγος, κίνηση κ.λπ.).

ζ) Εκτέλεση του επιδιωκόμενου στόχου.

η) Επανατροφοδότηση. Η επιβεβαίωση από το δάσκαλο ή η αυτοεπιβεβαίωση της κατάκτησης του μαθησιακού υλικού.

θ) Διαδικασίες εκτελεστικού ελέγχου και προσδοκιών.

Έτσι σύμφωνα με τον Gagné η διδασκαλία έχει σκοπό να στηρίξει και να υποβοηθήσει τις εσωτερικές αυτές διαδικασίες μάθησης με ανάλογες διδακτικές ενέργειες.

4.2.5 Εφαρμογές στην οργάνωση και διεξαγωγή της διδασκαλίας

Μετά από μελέτες, ο Gagné σε συνεργασία με τον Biggs, στο βιβλίο τους: "Αρχές του διδακτικού σχεδιασμού ή αρχιτεκτονική της διδασκαλίας" (Principles of Instructional Design), παρουσίασαν συγκεκριμένες διδακτικές ενέργειες οι οποίες εφαρμόζονται στην οργάνωση και τη διεξαγωγή της διδασκαλίας. Για την καλύτερη κατανόηση των διδακτικών ενεργειών, περιγράφεται η εφαρμογή του μοντέλου Gagné (1975) στη διδασκαλία της πρόσθεσης κλασμάτων.

α) Ο δάσκαλος κατ' αρχήν προσελκύει την προσοχή του μαθητή στο μαθησιακό αντικείμενο, παρουσιάζοντας ένα παράδειγμα πρόσθεσης κλασμάτων από τα βιώματα του παιδιού. (Πώς θα βρει π.χ. πόσο κάνουν μαζί δύο μέρη από μία σοκολάτα).

β) Ο δάσκαλος πληροφορεί το μαθητή για το στόχο της διδασκαλίας. Δείχνει στους μαθητές τι ακριβώς θα μάθουν στην ενότητα αυτή τους κάνει ένα αριθμητικό παράδειγμα πρόσθεσης κλασμάτων, λύνει δηλ. στον πίνακα μια πρόσθεση με κλάσματα.

γ) Ο δάσκαλος παρακινεί τα παιδιά να ανακαλέσουν προηγούμενες σχετικές γνώσεις. Ανακαλούν δηλ. τι είναι κλάσμα, πώς γίνονται τα κλάσματα ομώνυμα κ.λπ.

δ) Ο δάσκαλος παρουσιάζει το προς μάθηση υλικό. Δείχνει στα παιδιά παραδείγματα, έννοιες και κανόνες για την πρόσθεση κλασμάτων. (Αναφέρει τους κανόνες της πρόσθεσης).

ε) Ο δάσκαλος δίνει οδηγίες μάθησης. (Αναφέρει τη σειρά των ενεργειών, που πρέπει να γίνουν για την εκτέλεση της πράξης, δίνοντας, αν μπορεί, «κλειδιά», που θα βοηθήσουν το μαθητή στην κατανόηση της ακολουθίας).

στ) Ο δάσκαλος προκαλεί τους μαθητές να εκτελέσουν την αριθμητική πράξη. (Δίνει παραδείγματα πρόσθεσης κλασμάτων, τα οποία λύνουν οι μαθητές).

ζ) Ο δάσκαλος προβλέπει την επανατροφοδότηση και επιβεβαιώνει την ορθότητα της εφαρμογής, λύνοντας δηλ. άλλα παραδείγματα.

η) Εκτιμάται η εκτέλεση. ο μαθητής επιδεικνύει την εφαρμογή του κανόνα, λύνει δηλ. και άλλα παραδείγματα πρόσθεσης κλασμάτων.

θ) Στην τελική φάση ο δάσκαλος δίνει ποικίλα παραδείγματα για λύση και επανάληψη της αριθμητικής πράξης, για να πραγματοποιηθεί η συγκράτηση του μαθησιακού υλικού και να γίνει η μεταφορά της μάθησης.

Με τον τρόπο αυτό, δηλ. τη συστηματική αντιμετώπιση των διαδικασιών της μάθησης και της διδασκαλίας, ο μαθητής μπορεί να μάθει νέες πληροφορίες, νοητικές δεξιότητες, γνωστικές στρατηγικές, στάσεις και κινητικές δεξιότητες, αβίαστα, απαλλαγμένος από την τακτική της απομνημόνευσης, ακολουθώντας τις ίδιες του δυνατότητες και στηριζόμενος στις παλιές, προϋπάρχουσες γνώσεις του.

4.3 Η ΑΦΟΜΟΙΩΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΟΥ AUSUBEL

4.3.1 Γενικά

Το 1963 ο εξελικτικός ψυχολόγος Ausubel εμφανίζεται στα γράμματα με το έργο του «Η ψυχολογία της Νοηματικής Λεκτικής Μάθησης» όπου δίνει έμφαση στη μάθηση των φυσικών επιστημών. Στο θεωρητικό του μοντέλο μάθησης ο Ausubel θεωρεί ως το πλέον ουσιώδη απλό παράγοντα που επηρεάζει τη μάθηση τις προϋπάρχουσες γνώσεις του μαθητή. Σε αυτό βρίσκει απολύτως σύμφωνο και έναν άλλο διακεκριμένο παιδαγωγό τον R. Gagné.

Ισχυρίζεται ότι η επί μέρους γνώση μπορεί να αποκτηθεί μόνο από τον πληθυσμό που κατέχει ήδη ορισμένα προαποκτηθέντα τμήματα γνώσης τα οποία κατέκτησε με τη σειρά και ενσωματώνεται πάντα σε προϋπάρχουσες δομές. Θα λέγαμε ότι αμφότερα τα θεωρητικά μοντέλα των Ausubel και Gagné εντάσσονται στις θεωρίες της «συμπλήρωσης της προϋπάρχουσας γνώσης».

Κατά τον Ausubel (Τσαπαρλής, 1989, σελ. 59-61), η μάθηση πραγματώνεται ευκολότερα όταν μια έννοια, ένας κανόνας αποκτά νόημα και σημασία για ένα άτομο, άρα η μάθηση τους πραγματώνεται ευκολότερα όταν αυτά συσχετίζονται και ενσωματώνονται στην ήδη υπάρχουσα γνωστική δομή του ατόμου. Προς τούτο απαιτείται η ύπαρξη στη γνωστική δομή ενός κωδικοποιημένου σώματος γνώσεων, οργανωμένων, συσχετισμένων και διαθέσιμων. Στο σώμα αυτό των γνώσεων θα ενταχθούν οι καινούριες γνώσεις. Η διαδικασία κατά την οποία οι καινούριες γνώσεις εντάσσονται, συσχετίζονται και αφομοιώνονται στο ήδη υπάρχον σώμα γνώσεων συνιστά τη *νοηματική μάθηση*. Αντιθέτως, αν οι καινούριες γνώσεις δεν συσχετίζονται και δεν αφομοιώνονται στο υπάρχον σώμα γνώσεων, έχομε τη *μηχανική μάθηση (αποστήθιση)*.

Η θεωρία του Ausubel συμπεριλαμβάνει 7 θεμελιώδεις συνιστώσες που προσδιορίζουν τη σημασία που αποδίδει στο «*τι γνωρίζει ήδη ο μαθητής*»

1ο. Διάκριση της μάθησης σε νοηματική (αρχικά λεκτική και αργότερα παραληπτική) και μηχανική.

Η νοηματική μάθηση λαμβάνει χώρα, αν η μαθησιακή διεργασία μπορεί να συσχετιστεί με όχι αυθαίρετο και ουσιαστικό τρόπο, ανασύροντας ισχύουσες έννοιες ή προτάσεις στη γνωστική δομή του μαθητή σε αντίθεση με τη μηχανική όπου αυθαίρετα και ασύνδετα συνήθως με αποστήθιση ενσωματώνεται η νέα γνώση στις προϋπάρχουσες γνωστικές δομές.

2ο. Παραγωγική και συσχετική αφομοίωση (Subsumption).

Πρόκειται για τη διαδικασία της αλληλεπίδρασης των νέων εννοιών με αυτές που έχουν ήδη αφομοιωθεί στις γνωστικές δομές του μαθητή [D.P. Ausubel 1968]. Ο Ausubel επισημαίνει ότι η ικανότητα των παιδιών μεγαλύτερης ηλικίας να επιλύουν πολυπλοκότερα προβλήματα από αυτά που μπορούν να επιλύσουν νεότερα παιδιά οφείλεται στην καλύτερη επεξεργασία των εννοιών παρά σε κάποια υψηλότερη νοητική ικανότητα, όπως υποστηρίζει ο Piaget.

3ο. Η αποκλειστική αφομοίωση : (Obliterative Subsumption)

Ο μαθητής στη νοηματική μάθηση ξεχωρίζει, αφομοιώνει και συγκρατεί έννοιες και δομές που γι αυτόν έχουν σημασία. Μπορεί να λησμονήσει τη μαθηματική έκφραση (τύπο) ενός νόμου π.χ. του νόμου του Boyle αλλά εύκολα θυμάται ότι πρόκειται για ένα νόμο που συσχετίζει τα μεγέθη πίεση και όγκο ιδανικά συμπεριφερομένων αερίων.

4ο. Η σταδιακή διαφοροποίηση (Progressive differentiation).

Η γνωστική δομή πρέπει να δίνεται με σταδιακή διαφοροποίηση του περιεχομένου ξεκινώντας από τις βασικές αρχές και τις πλατύτερες και πιο περιεκτικές έννοιες και προχωρώντας στη συνέχεια σε λεπτομερέστερες και πιο συγκεκριμένες

5ο. Η συναρτημένη μάθηση.

Καθόσον η νέα νοηματική μάθηση προϋποθέτει νέα παραδείγματα, αυτό συνεπάγεται τροποποίηση εννοιών και προτάσεων οι οποίες προϋπάρχουν. Ενίοτε νέες έννοιες εισάγονται. Αυτό φέρει μία συναρτημένη σχέση στις προϋπάρχουσες έννοιες. Πχ αφομοιώνοντας την έννοια του mole θα συνδέσει τις ατομικές και μοριακές ιδιότητες της ύλης με τις έννοιες της μάζας, του βάρους, του όγκου, του αριθμού του Avogadro και θα είναι σε θέση να τις χρησιμοποιήσει και να τις συσχετίσει.

6ο. Η αρχή της ενσωματωμένης συσχέτισης (Integrative reconciliation).

Στο επόμενο βήμα σι έννοιες υφίστανται περαιτέρω διαμόρφωση, διασύνδεση και σταθεροποίηση σε ισχυρότερα γνωστικά πλαίσια. 0 μαθητής μπορεί να διακρίνει τη σημασία ενός όρου, όταν αποδίδει δύο διαφορετικές έννοιες ή όταν δύο όροι αντιστοιχούν στην ίδια έννοια. Η ενσωματωμένη συσχέτιση αρχίζει από τότε που το παιδί αναγνωρίζει ότι η γλώσσα κωδικοποιεί τη σημασία των εννοιών. Αυτό συνεχίζεται σε όλη τη μετέπειτα ζωή του.

7ο. Οι προκαταβολικοί οργανωτές (Advance organiser)

Πρόκειται για τα εισαγωγικά στοιχεία που προσανατολίζουν το μαθητή στη θεματική και στους σκοπούς μιας διδακτικής ενότητας. Ο δάσκαλος οφείλει να προτάσσει ιδέες και έννοιες που θα λειτουργήσουν ως γέφυρα πριν προχωρήσει στην κύρια μάθηση. Οι προκαταβολικοί οργανωτές καθορίζουν τα σημεία στήριξης, όπου θα προσδεθούν οι νέες γνώσεις (Κολιάδης 1990). Στον καθορισμό των σκοπών και τη διαφάνεια των στόχων επιμένουν και άλλοι ερευνητές (Gagne 1973, R. Mager 1965).

Η θεωρία του Ausubel της νοηματικής μάθησης είναι από τις πιο συνεπείς και πρόσφορες για τη σχολική μάθηση ιδίως για εφήβους και ενήλικους, όταν δηλαδή έχει αναπτυχθεί η τυπική-αφαιρετική σκέψη στο άτομο που μαθαίνει. Ως αποκλειστικό και μοναδικό μέσο μετάδοσης της γνώσης από το δάσκαλο στο μαθητή, ο Ausubel χρησιμοποιεί τη γλώσσα. Επίκεντρο του μαθήματος αποτελεί ο διδάσκων (δασκαλοκεντρική διδασκαλία) και δεν μένουν πολλά περιθώρια δράσης στο μαθητή. Αντιτίθεται στην ανακαλυπτική μορφή μάθησης, θεωρώντας τη χρονοβόρα και απαιτητική όσον αφορά τις πνευματικές ικανότητες του μαθητή.

Αν και ο Ausubel δίνει έμφαση στις νοητικές διαδικασίες της κωδικοποίησης και αποθήκευσης των πληροφοριών με απόψεις συγγενικές της σχολής της επεξεργασίας των πληροφοριών, δεν παρέχει ικανοποιητικά στοιχεία σε σχέση με την αρχή και το πέρας της διδακτικής διαδικασίας, δεν αναφέρεται σε διαδικασίες παρότρυνσης και επανατροφοδότησης.

Κατά τον Ausubel, πιο κατάλληλη για το σχολείο είναι η νοηματική παραληπτική μάθηση, όπου η γνώση προσφέρεται στην τελική της μορφή και ολοκληρωμένη από τον διδάσκοντα μέσω της λεκτικής διδασκαλίας. Η νοηματική ανακαλυπτική μάθηση υποστηρίζεται κυρίως από τον Bruner και αποσκοπεί κατεξοχήν στην ανάπτυξη της ικανότητας για τη λύση προβλημάτων.

4.3.2 Βασικές αρχές της διδασκαλίας κατά την μέθοδο του Ausubel

α) Η αρχή του *εισαγωγικού οργανωτικού υλικού*. Πρόκειται για την εισαγωγική ενότητα σε ένα μάθημα, με την οποία δίδεται μια σύνδεσή του με τα προηγούμενα. Έτσι, ο μαθητής ξέρει προκαταβολικά που πηγαίνει και σε τι αποβλέπει. Εδώ εντάσσεται και η γνωστοποίηση των αντικειμενικών στόχων.

β) Η αρχή της *σταδιακής διαφοροποιήσεως*. Πρώτα προσφέρονται γενικές και βασικές γνώσεις κατά κατανοητό τρόπο και εν συνεχεία προχωρούμε σε λεπτομέρειες και εμβάθυνση.

γ) Η αρχή της *σταθεροποιήσεως*. Οι νέες γνώσεις πρέπει να αφομοιώνονται καλά (να σταθεροποιούνται) ώστε να μην είναι ευάλωτες στη λήθη. Προς τούτο, απαιτούνται ερωτήσεις, ασκήσεις, ανακεφαλαιώσεις, επαναλήψεις, διαφορετική διάταξη της ύλης, τεστ, ανατροφοδότηση και εφαρμογές σε άλλες καταστάσεις.

Από τα παραπάνω προκύπτει η ακόλουθη πορεία μιας διδασκαλίας σύμφωνα με την μέθοδο του Ausubel:

α) Στην αρχή παρουσιάζονται το εισαγωγικό οργανωτικό υλικό και οι στόχοι. Αν δεν υπάρχουν προηγούμενες σχετικές γνώσεις και εμπειρίες, αυτές δίδονται από τον διδάσκοντα.

β) Εν συνεχεία εφαρμόζεται η αρχή της σταδιακής διαφοροποιήσεως, τόσο σε ευρύτερες όσο και σε επιμέρους διδακτικές ενότητες.

γ) Τέλος, εφαρμόζεται η αρχή της σταθεροποιήσεως.

Τα εποπτικά και βοηθητικά μέσα (πίνακες, σχεδιαγράμματα, εικόνες κ.λπ.) πρέπει να χρησιμοποιούνται όχι απλώς για να κάνουν το μάθημα πιο ενδιαφέρον, αλλά για να συγκεντρώνουν την προσοχή σε εκείνα τα χαρακτηριστικά που βοηθούν στην νοηματική μάθηση.

Ακόμη πρέπει να ενθαρρύνονται οι μαθητές να αποδίδουν τις νέες πληροφορίες με δικά τους λόγια. Αυτό απαιτεί και προϋποθέτει η νοηματική μάθηση. Η πιστή αποστήθιση μπορεί να οφείλεται σε μηχανική μάθηση.

4.3.3 Έρευνες που ακολούθησαν την θεωρία του Ausubel

Οι West και Fensham (1974), αναφέρουν ότι υπάρχει μεγάλη σχέση ανάμεσα στη διδασκαλία της μάθησης και στη θεωρία του Ausubel. Όμως αυτή η θεωρία δεν μπορεί να διερευνηθεί εύκολα. Συγκεκριμένα αναφέρουν ότι η θεωρία βασίζεται στο ρόλο της προηγούμενης γνώσης και στο πώς αυτή επιδρά στην απόκτηση της νέας γνώσης. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η ενσωμάτωση διαφέρει από άτομο σε άτομο και έτσι είναι δύσκολο να δημιουργηθεί ένα τεστ που να μετρά τις παραπάνω λειτουργίες.

Ο Novak (1978) και άλλοι επιθεώρησαν 156 μελέτες, στον τομέα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, που ασχολούνται με εφαρμογές της θεωρίας του Ausubel. Οι παραπάνω μελέτες παρουσιάζουν πολλές δυσκολίες στην επεξεργασία των δεδομένων και τα αποτελέσματα θεωρήθηκε ότι έπρεπε να μελετηθούν περαιτέρω.

Οι Kempa και Nikolls (1983) εμμέσως υποστηρίζουν την θεωρία του Ausubel όσον αφορά το ρόλο της προηγούμενης γνώσης στην ενσωμάτωση του καινούριου υλικού. Τα ευρήματά τους δείχνουν ότι η ικανότητα των μαθητών να λύνουν προβλήματα σχετίζονται με τη γνωστική τους δομή. Ανακάλυψαν ότι οι ικανοί λύτες έχουν πιο πολύπλοκη γνωστική δομή από τους μη ικανούς λύτες. Οι Ring και Novak (1971) κατέληξαν στην ίδια άποψη, έχοντας ερευνήσει τη σχέση που έχει η γνωστική δομή στην εκμάθηση του καινούριου υλικού και την επίδοση στη Χημεία.

Συνοψίζοντας, η αρχική ιδέα του Ausubel είναι: «Αυτό που γνωρίζει κάποιος ελέγχει το τί και πώς μαθαίνεις». Βασίζεται λοιπόν στη προηγούμενη γνώση των μαθητών. Η θεωρία είναι δύσκολο να ερευνηθεί και έτσι δεν μπορεί να στηριχθεί

σε πειραματικά δεδομένα. Εφόσον τόσο η παραληπτική μάθηση όσο και ανακαλυπτική μάθηση μπορούν να γίνουν είτε νοηματικά είτε με αποστήθιση. Η παραληπτική μάθηση δεν είναι κατά ανάγκη αποστήθιση όπως πιστεύουν πολλοί ερευνητές.

4.3.4 Συμπεράσματα

Το κύριο χαρακτηριστικό της μεθόδου του Ausubel είναι ότι αυτή είναι δασκαλοκεντρική και αφήνει μικρά περιθώρια δράσης στους μαθητές. Εξάλλου, είναι προφανές ότι η μέθοδος αυτή προσφέρεται περισσότερο για μαθητές στο στάδιο της τυπικής συλλογιστικής άρα είναι λιγότερο κατάλληλη για διδασκαλία σε κατώτερες βαθμίδες της εκπαιδεύσης.

Η νοηματική μάθηση προσφέρεται περισσότερο για γρήγορη μάθηση, ενώ η ανακαλυπτική μάθηση είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη της ικανότητας λύσεως προβλημάτων.

4.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ REIF

Προκειμένου να μπορεί κανείς να λύνει προβλήματα πρέπει κατά τον Reif να διαθέτει τα ακόλουθα: α) μια στρατηγική για τη λύση προβλημάτων, β) το σωστό γνωστικό υπόβαθρο, και γ) καλή οργάνωση του γνωστικού υποβάθρου (Reif, 1981, 1983), (Τσαπαρλής, Κεφ. 13, σελ. 207, 1991).

Η αποτελεσματική στρατηγική χρειάζεται για να αναλύσει κανείς οποιοδήποτε πρόβλημα σε επιμέρους προβλήματα που μπορεί να λυθούν εύκολα. Περαιτέρω, πρέπει να υπάρχει ένα γνωστικό υπόβαθρο που να περιέχει όχι μόνον τις απαραίτητες θεωρητικές γνώσεις, αλλά και μια καλή συλλογή απλών προβλημάτων που θα χρησιμεύσουν ως οι τελικές δομικές μονάδες για τη λύση πιο σύνθετων προβλημάτων. Τέλος, είναι ανάγκη το γνωστικό αυτό υπόβαθρο να είναι προσεκτικά και καλά οργανωμένο ώστε να καθιστά εύκολη την ανάκληση των απαιτούμενων πληροφοριών.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 5ο

Η ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

5.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναλύεται ο όρος «ιεραρχική διδασκαλία» και αναφέρονται σύντομα θεωρίες μάθησης οι οποίες την υποστηρίζουν.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μια πειραματική προσπάθεια που έγινε για να διαπιστωθεί αν η ιεραρχική διδασκαλία βοηθάει τους μαθητές στην μάθηση και αν πράγματι τους παρέχει κάποια βοήθεια σε ποιο βαθμό εμφανίζεται αυτή.

Διαλέχτηκε ένα μέρος της διδακτέας ύλης της χημεία της τρίτης λυκείου το οποίο είναι αυτοτελές και δεν συνδέεται άμεσα την υπόλοιπη ύλη και ιεραρχήθηκε Το κομμάτι αυτό διδάχτηκε σε κάποιους μαθητές ενώ παράλληλα σε κάποιους άλλους ακολουθήθηκε η συμβατική σειρά της διδασκομένης ύλης. Η διδασκαλία σε όλους έγινε από τον ίδιο καθηγητή. Η επιλογή των μαθητών έγινε με τρόπο ώστε να έχουν όλοι και αυτοί που διδάχτηκαν με τον ιεραρχικό τρόπο και οι άλλοι να μη έχουν διαφορά στην επίδοσή τους γενικά στα μαθήματα του σχολείου.

Στο τέλος έγινε σύγκριση των δύο ομάδων μαθητών στην επίδοσης που πέτυχαν στις απολυτήριες εξετάσεις στο κομμάτι που αφορούσε την υλη η οποία ιεραρχήθηκε καθώς και στην επίδοσή τους στις εξετάσεις για την εισαγωγή τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση

5.1 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο της έρευνας, εξετάζουμε το ρόλο που παίζει η ιεραρχική μέθοδος διδασκαλίας για την καλύτερη εκμάθηση της περιγραφικής χημείας, στην οργανική χημεία. Για τις ανάγκες της έρευνας ιεραρχήσαμε το κομμάτι της διδασκόμενης ύλης που αφορά την οργανική χημεία αλειφατικών ενώσεων. Φωτοτυπήσαμε το σχολικό εγχειρίδιο της χημείας που χρησιμοποιούν οι μαθητές της τρίτης τάξεως του λυκείου και το

συναρμολογήσαμε με τρόπο ώστε να αποτελεί αυτόνομο σχολικό εγχειρίδιο αλλά η χημικές ενώσεις και τα χημικά φαινόμενα να παρατίθενται με απλή λογική σειρά ώστε ο μαθητής να τα συναντά και να τα γνωρίζει ομαλά χωρίς πρωθύστερα. Η σειρά αυτή αναφέρεται αναλυτικά πιο κάτω.

Οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων χρησιμοποίησαν τα αναδομημένα αυτά βιβλία, ενώ οι μαθητές των τμημάτων ελέγχου χρησιμοποίησαν το κανονικό βιβλίο. Σε όλα τα τμήματα πειραματικά και ελέγχου δίδαξε ο ίδιος καθηγητής.

Όλοι οι μαθητές και των τριών χρόνων στην αρχή της σχολικής χρονιάς υποβλήθηκαν στο τεστ Lawson (Lawson' s test of logical reasonig) με το οποίο κατατάχτηκαν σε ομάδες ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget και των αντιστρόφων αριθμών (the Digit Backward Span test - DBS) με το οποίο κατατάχτηκαν ως προς την χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.

Ως κριτήριο για την σύγκριση των δύο διδακτικών μεθόδων χρησιμοποιήθηκαν οι επιδόσεις των μαθητών σε δύο διαφορετικές εξετάσεις.

Η πρώτη ήταν η επίδοση που πέτυχαν οι μαθητές στις ερωτήσεις και στο πρόβλημα οργανικής χημείας που τέθηκαν ως θέματα των απολυτηρίων εξετάσεων στο τέλος του σχολικού έτους.

Η δεύτερη ήταν η επίδοση την οποίαν πέτυχαν οι μαθητές στις Γενικές Εξετάσεις που έδωσαν για να διεκδικήσουν την είσοδό τους σε σχολές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η επίδοση των μαθητών στις εξετάσεις αυτές τροποποιήθηκε σε Τ-βαθμούς.

Η στατιστική ανάλυση έγινε για κάθε επίδοση χωριστά με το t-τεστ της παραμετρικής στατιστικής που συγκρίνει τους μέσους όρου των τιμών δύο ανεξάρτητων δειγμάτων από κανονικούς πληθυσμούς και το αντίστοιχο απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney Επίσης έγινε σύγκριση της επίδοσης που πέτυχαν οι μαθητές στις Γενικές Εξετάσεις στο μάθημα της χημεία, με ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών (UNANOVA) του γενικού γραμμικού μοντέλου (GLM) με συνδιακυμαντές την επίδοση τους στη φυσική στις ίδιες εξετάσεις και τον βαθμό απολυτηρίου τους από το λύκειο. Οι βαθμοί της φυσικής τροποποίησαν και αυτοί σε Τ-βαθμούς για τους ίδιους λόγους με αυτούς της χημείας.

5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

5.2.1 Το ερώτημα και η υπόθεση

Με την μελέτη αυτή θέλουμε να ελέγξουμε αν η διδασκαλία με την ιεραρχική μέθοδο βοηθάει τους μαθητές στη κατανόηση και στη συγκράτηση της διδασκομένης ύλης περισσότερο από τη διδασκαλία με την παραδοσιακή μέθοδο. Η απάντηση του ερωτήματος αυτού θα βοηθήσει ώστε αν ιεραρχική μέθοδο βοηθάει πιο πολύ τους μαθητές θα πρέπει τα προγράμματα σπουδών και τα σχολικά εγχειρίδια να γράφονται με ιεραρχική σειρά..

Ακόμα με τη βοήθεια των ψυχομετρικών παραμέτρων μπορούμε να προσδιορίσουμε αν κάποιο από τα ψυχομετρικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά τις επιπτώσεις που έχει η ιεραρχική διδασκαλία στους μαθητές

Τα ερωτήματα στα οποία πρέπει να δώσουμε απάντηση είναι:

1. Η ιεραρχική μέθοδο διευκολύνει ή όχι περισσότερο από τη διδασκαλία με την παραδοσιακή μέθοδο τους μαθητές στην κατανόηση της διδασκομένης ύλης με αποτέλεσμα την ευκολότερη και καλύτερη συγκράτηση στη μνήμη των γνώσεων αυτών..

2. Οι μαθητές ανάλογα τις δύο ψυχομετρικές παραμέτρους στις οποίες ανήκουν πετυχαίνουν καλύτερη απόδοση στις εξετάσεις και με λιγότερο κόπο όταν διδαχθούν με την ιεραρχική μέθοδο σε σχέση με αυτούς που διδαχτήκαν με την παραδοσιακή;. Δηλαδή η ιεραρχική μέθοδο διδασκαλίας έχει διαφορετική επίδραση ή όχι στους μαθητές ανάλογα με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget και χωρητικότητα μνήμης εργασίας;

5.2.2. Ο σχεδιασμός

Το τμήμα αυτό της έρευνας διεξήχθη και τις τρεις χρονιές στο Πειραματικό Λύκειο της Ιωνιδείου Σχολής Πειραιά. Το σχολείο και τις τρεις αυτές χρονιές είχε δύο τμήματα $1^{ης}$ Δέσμης και ένα τμήμα $2^{ης}$ Δέσμης. Την πρώτη και την τρίτη χρονιά που διεξήχθη η έρευνα, τα δύο τμήματα από τα τρία το ένα της $1^{ης}$ Δέσμης και αυτό της $2^{ης}$ ακολούθησαν την ιεραρχική μέθοδο διδασκαλίας ενώ το άλλο της $1^{ης}$ Δέσμης, το πιο μεγάλο σε πλήθος μαθητών, την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Την δεύτερη χρονιά την ιεραρχική μέθοδο διδασκαλίας την ακολούθησε το ένα τμήμα της $1^{ης}$ Δέσμης ενώ το άλλο τμήμα της $1^{ης}$ Δέσμης και αυτό της $2^{ης}$ ακολούθησαν την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας

Όλοι οι μαθητές και των τριών χρόνων στην αρχή της σχολικής χρονιάς υποβλήθηκαν στο τεστ Lawson (Lawson' s test of logical reasonig) με το οποίο κατατάχτηκαν σε ομάδες ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget και των αντιστρόφων αριθμών

(the Digit Backward Span test - DBS) με το οποίο κατατάχτηκαν ως προς την χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.

Στους μαθητές οι οποίοι ακολουθούσαν την ιεραρχική μέθοδο διδασκαλίας τους δινόταν το βιβλιαράκι με τις φωτοτυπίες από το κανονικό βιβλίο και την αλλαγμένη σειρά σύμφωνα με την ιεράρχηση της διδασκομένης ύλης.

5.2.3 Το δείγμα

Το μέρος αυτό της έρευνα διεξήχθη για τρία συνεχή σχολικά χρόνια 1990-91, 1991-92 και 1992-93 με τους μαθητές της τρίτης τάξης του Πειραματικού Λυκείου της Ιωνιδείου Σχολής Πειραιά. Οι μαθητές που μετείχαν στην έρευνα παρακολουθούσαν τα μαθήματα $1^{ης}$ και $2^{ης}$ δέσμης της τρίτης τάξεως του Λυκείου (17–18 ετών),. Οι μαθητές της $1^{ης}$ δέσμης ετοιμάζονταν να δώσουν εξετάσεις για να διεκδικήσουν την εισαγωγή τους σε σχολές του Πολυτεχνείου, των Θετικών Επιστημών της Γεωπονικής κ.ά. Οι μαθητές της $2^{ης}$ δέσμης ετοιμάζονταν να δώσουν εξετάσεις για να διεκδικήσουν την εισαγωγή τους σε σχολές της Ιατρικής, Οδοντιατρικής, Βιολογίας και Φαρμακευτικής κ.ά.

Το Πειραματικό Λύκειο της Ιωνιδείου Σχολής στον Πειραιά, παίρνει μαθητές όπως όλα τα πειραματικά σχολεία με κλήρωση χωρίς περιορισμό στον τόπο διαμονής τους Έτσι οι μαθητές του προέρχονται από μια μεγάλη αστική περιοχή του Νομού Αττικής που περιλαμβάνει όλες τις οικονομικές τάξεις. Όπως φαίνεται από. τα παραπάνω το δείγμα του συγκεκριμένου σχολείου είναι ένα τυχαίο δείγμα από αστική περιοχή.

Από την σύνθεση των μαθητών που αποτελούν το δείγμα της έρευνας γίνεται φανερό ότι τα συμπεράσματα που θα βγουν από το τμήμα αυτό της έρευνας θα αφορούν μόνο αστικές περιοχές.

Ο αριθμός των μαθητών που πήραν μέρος στην έρευνα αυτή ήταν συνολικά N = 179. Από αυτούς 16 μαθητές οι οποίοι έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7 δεν υπολογίζονται στις στατιστικές αναλύσεις και στους πίνακες όταν γίνεται επεξεργασία για την επίδραση την οποία έχει η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας ενώ υπολογίζονται σε όλες τις άλλες περιπτώσεις.

5.2.4 Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα τις δύο από τις τρείς ψυχομετρικές παραμέτρους.

Οι μαθητές οι οποίοι μετείχαν σε αυτό το μέρος της έρευνας έχουν υποβληθεί και στα τρία ψυχομετρικά τεστ τα οποία γενικά χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την έρευνα. Στα τεστ αυτά δεν υποβλήθηκαν ειδικά για αυτό το μέρος της έρευνας γιατί όλοι που αποτελούν το δείγμα αυτού του μέρους μετείχαν και στα άλλα τμήματα της έρευνας αυτής. Από τα τρία ψυχομετρικά τεστ μας ενδιαφέρει η επίδοση μόνο των λίγων μαθητών οι οποίοι μετείχαν στο μέρος αυτό της έρευνας και μόνο σε δύο από τα τρία τεστ. Τα τεστ αυτά είναι το τεστ του Lawson (Lawson' s test of logical reasonig) με το οποίο κατατάχτηκαν οι μαθητές σε ομάδες ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget και των αντιστρόφων αριθμών (the Digit Backward Span test - DBS) με το οποίο κατατάχτηκαν ως προς την χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.

Οι ομάδες αυτές ανά ψυχομετρική παράμετρο για τους μαθητές οι οποίοι μετείχαν σε αυτό το μέρος της έρευνας εμφανίζονται στους παρακάτω πίνακες. Στις στατιστικές αναλύσεις και στους πίνακες αποτελεσμάτων στο υποκεφάλαιο 5.5 δεν μετέχουν μαθητές οι οποίοι έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=7 γιατί το πλήθος τους είναι πολύ μικρό. Ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget όμως οι μαθητές αυτοί μετέχουν και για αυτό το πλήθος των δύο αυτών υποσυνόλων του δείγματος παρουσιάζει μια μικρή διαφορά.

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΑΘΗΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET

Επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget	Πλήθος
Μεταβατικοί	**N = 47**
Τυπικοί Α	**N = 66**
Τυπικοί Β	**N = 66**
Σύνολο	**N = 179**

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΑΘΗΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Χωρητικότητα μνήμης εργασίας	Πλήθος
X = 4	**N = 61**
X = 5	**N = 57**
X = 6	**N = 45**
Σύνολο	**N = 163**

5.3 Η ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η πειραματική δοκιμή της ιεραρχικής μεθόδου και η σύγκριση αυτής με την παραδοσιακή διεξήχθη για τρία συνεχή (1990-91, 1991-92 και 1992-93) στην τρίτη τάξη του Πειραματικού Λυκείου της Ιωνιδείου Σχολής Πειραιά με τον τρόπο με τον οποίο είχε σχεδιαστεί.. Οι μαθητές που μετείχαν στην έρευνα ήταν μαθητές $1^{ης}$ και $2^{ης}$ δέσμης. Οι μαθητές της $1^{ης}$ δέσμης ετοιμάζονταν να δώσουν εξετάσεις για να διεκδικήσουν την εισαγωγή τους σε σχολές του Πολυτεχνείου, των Θετικών Επιστημών της Γεωπονικής κ.ά. Οι μαθητές της $2^{ης}$ δέσμης ετοιμάζονταν να δώσουν εξετάσεις για να διεκδικήσουν την εισαγωγή τους σε σχολές της Ιατρικής, Οδοντιατρικής, Βιολογίας και Φαρμακευτικής κ.ά.

Το Λύκειο της Ιωνιδείου και τις τρεις χρονιές κατά τις οποίες πραγματοποιήθηκε η έρευνα αυτή είχε δύο τμήματα $1^{ης}$ δέσμης και ένα τμήμα $2^{ης}$ δέσμης. Τη σχολική χρονιά 1990-91 την ιεραρχική μέθοδο διδασκαλίας ακολούθησαν το ένα τμήμα της $1^{ης}$ δέσμης, αυτό με τους πιο λίγους μαθητές και το τμήμα της $2^{ης}$ δέσμης. Την επόμενη χρονιά 1991-92 την ιεραρχική μέθοδο διδασκαλίας ακολούθησαν μόνο το ένα τμήμα της $1^{ης}$ δέσμης, αυτό με τους πιο πολλούς μαθητές. Τη σχολική χρονιά 1992-93 την ιεραρχική μέθοδο διδασκαλίας ακολούθησαν όπως και την πρώτη χρονιά το ένα τμήμα της $1^{ης}$ δέσμης, αυτό με τους πιο λίγους μαθητές και το τμήμα της $2^{ης}$ δέσμης

Το αναλυτικό πρόγραμμα για τη χημεία είναι κοινό και για τις δύο δέσμες και περιλαμβάνει ένα μικρό μέρος από τη γενική χημεία (ωσμωτικές ιδιότητες, χημική κινητική, χημική ισορροπία, σθένος – χημικοί δεσμοί, ιδιότητες ηλεκτρολυτικών διαλυμάτων και οξείδωση – αναγωγή) καθώς και οργανική χημεία αλειφατικών ενώσεων.

Η ύλη της οργανικής χημείας είναι σχεδόν όλη περιγραφική χημεία χωρίς πολλές θεωρητικές εξηγήσεις (θερμοδυναμική ή μηχανισμούς).

Για τις ανάγκες της έρευνας ιεραρχήσαμε μόνο το κομμάτι της διδασκόμενης ύλης που αφορά την οργανική χημεία αλειφατικών ενώσεων. Το κομμάτι αυτό επιλέχτηκε γιατί είναι αυτοτελές και μπορεί να ιεραρχηθεί χωρίς να προστεθεί ή να αφαιρεθεί μέρος της διδασκόμενης ύλης. Φωτοτυπήσαμε το σχολικό εγχειρίδιο της χημείας που χρησιμοποιούν οι μαθητές της τρίτης τάξεως του λυκείου και το συναρμολογήσαμε με τρόπο ώστε να αποτελεί αυτόνομο σχολικό εγχειρίδιο αλλά με τις παρακάτω τροποποιήσεις. Πήραμε από τα κεφάλαια των υδρογονανθράκων, των αλκυλαλογονιδίων, των αλκοολών, των αιθέρων, των καρβονυλικών ενώσεων, των οξέων, των εστέρων, των αμινών και των αμινοξέων τις επί μέρους ενότητες και τις αναδιατάξαμε δημιουργώντας τρία νέα κεφάλαια με την ακόλουθη σειρά: το πρώτο περιλάμβανε τη δομή, την ονοματολογία και τις φυσικές ιδιότητες όλων των ενώσεων που εξετάζονται στο σχολικό βιβλίο. Στο δεύτερο τις χημικές ιδιότητες και τις χρήσεις των ενώσεων αυτών και τέλος στο τρίτο, τις μεθόδους παρασκευής τους.

Οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων χρησιμοποίησαν τα αναδομημένα αυτά βιβλία, ενώ οι μαθητές των τμημάτων ελέγχου χρησιμοποίησαν το κανονικό βιβλίο. Σε όλα τα τμήματα πειραματικά και ελέγχου δίδαξε ο ίδιος καθηγητής.

Όλοι οι μαθητές στην αρχή κάθε της σχολικής χρονιάς υποβλήθηκαν, για τις ανάγκες όλων των τμημάτων της έρευνας, σε τεστ για τη μέτρηση τριών ψυχομετρικών παραμέτρων. Στο τμήμα αυτό της έρευνας χρησιμοποιούνται οι δύο από τις τρεις αυτές παράμετροι. Αυτές είναι το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget το οποίο μετρήθηκε με το τεστ του Lawson (Lawson' s test of logical reasonig) και η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας η οποία μετρήθηκε με το τεστ των αντιστρόφων αριθμών (the Digit Backward Span test - DBS). Τα τεστ αυτά χρησιμοποιήθηκαν και για να γίνει έλεγχος ισοδυναμίας του πληθυσμού των τμημάτων (πειραματικών και ελέγχου).

Ως κριτήριο για την σύγκριση των δύο μεθόδων διδασκαλίας χρησιμοποιήθηκαν οι επιδόσεις των μαθητών σε δύο διαφορετικές εξετάσεις. Η πρώτη ήταν η επίδοση που πέτυχαν οι μαθητές στις ερωτήσεις και στο πρόβλημα οργανικής χημείας που τέθηκαν ως θέματα των απολυτηρίων εξετάσεων στο τέλος του σχολικού έτους. Στα θέματα αυτά υπήρχαν ερωτήσεις απ' τη θεωρία που εξέταζαν κυρίως γνώση και κατανόηση και ένα πρόβλημα οργανικής σύνθεσης. Τα θέματα και τις τρεις χρονιές ήταν απολύτως ισοδύναμα ως προς τη δομή και το βαθμό δυσκολίας.

Η δεύτερη ήταν η επίδοση την οποίαν πέτυχαν οι μαθητές στις Γενικές Εξετάσεις που έδωσαν για να διεκδικήσουν την είσοδό τους σε σχολές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η επίδοση των μαθητών στις εξετάσεις αυτές τροποποιήθηκε σε Τ-βαθμούς. Δηλαδή οι βαθμοί που πέτυχαν οι μαθητές στις εξετάσεις αυτές άλλαξαν έτσι ώστε να έχουν μέσο όρο 50 και τυπική απόκλιση 10. Αυτό έγινε διότι τα θέματα των Γενικών Εξετάσεων διαφέρουν σημαντικά από χρονιά σε χρονιά. Πρέπει να σημειωθεί ότι, από τα θέματα που δίνονται στις εξετάσεις αυτές, μόνο τα μισά είναι από την ύλη της οργανικής χημείας. Οι βαθμοί με τους οποίους έγινε η σύγκριση είναι η συνολική επίδοση που πέτυχαν οι μαθητές στις εξετάσεις αυτές γιατί δεν ήταν δυνατόν να βρεθεί η επίδοση τους μόνο στα θέματα απ' την οργανική χημεία.

Για να είναι πιο πειστική η σύγκριση της επίδοσης που πέτυχαν οι μαθητές στις Γενικές Εξετάσεις στο μάθημα της χημεία, αυτή έγινε ανάλυση διακύμανσης πολλών παραγόντων, με συνδιακύμανση την επίδοση τους στη φυσική στις ίδιες εξετάσεις και τον βαθμό απολυτηρίου τους από το λύκειο. Οι βαθμοί της φυσικής τροποποίησαν και αυτοί σε Τ-βαθμούς για τους ίδιους λόγους με αυτούς της χημείας.

Τέλος οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων, μετά την αποφοίτηση τους απ' το σχολείο, απάντησαν σε ερωτηματολόγιο, για να εκφράσουν την γνώμη τους σχετικά με την ιεραρχική μέθοδο. Το ερωτηματολόγιο αυτό στάλθηκε ταχυδρομικά σε όλου τους μαθητές οι οποίοι μετείχαν στο μέρος αυτό της έρευνας, μαζί με τα ταχυδρομικά έξοδα επιστροφής του όταν θα το είχαν συμπληρώσει. Επιλέχτηκε ο τρόπος αυτός συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου ώστε οι μαθητές όταν θα το συμπλήρωναν να έχουν αποφοιτήσει και να έχουν πάρει το απολυτήριό τους. Αυτό θα τους αποδέσμευε από οποιαδήποτε εξάρτηση με τον διδάσκοντα ώστε να εκφράσουν όσο γίνεται πιο ανεπηρέαστα την άποψή τους. Έτσι η άποψη τους θα ήταν αρκετά πιο αντικειμενική.

Το ερωτηματολόγιο φαίνεται στο τέλος αυτού του κεφαλαίου.

5.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Η σύγκριση της ιεραρχικής μεθόδου διδασκαλίας με την παραδοσιακή έγινε με τις επιδόσεις τις οποίες πέτυχαν οι μαθητές και των δύο μεθόδων σε δύο διαφορετικές εξετάσεις. Η πρώτη ήταν η επίδοση που πέτυχαν οι μαθητές στις ερωτήσεις και στο πρόβλημα οργανικής χημείας που τέθηκαν ως θέματα των απολυτηρίων εξετάσεων στο τέλος του σχολικού έτους. Στα θέματα αυτά υπήρχαν ερωτήσεις απ' τη θεωρία που

εξέταζαν κυρίως γνώση και κατανόηση και ένα πρόβλημα οργανικής σύνθεσης. Τα θέματα και τις τρεις χρονιές ήταν απολύτως ισοδύναμα ως προς τη δομή και το βαθμό δυσκολίας.

Η δεύτερη ήταν η επίδοση την οποίαν πέτυχαν οι μαθητές στις Γενικές Εξετάσεις που έδωσαν για να διεκδικήσουν την είσοδό τους σε σχολές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η επίδοση των μαθητών στις εξετάσεις αυτές τροποποιήθηκε σε Τ-βαθμούς[10]. Δηλαδή οι βαθμοί που πέτυχαν οι μαθητές στις εξετάσεις αυτές άλλαξαν έτσι ώστε να έχουν μέσο όρο 50 και τυπική απόκλιση 10. Αυτό έγινε διότι τα θέματα των Γενικών Εξετάσεων διαφέρουν σημαντικά από χρονιά σε χρονιά. Πρέπει να σημειωθεί ότι, από τα θέματα που δίνονται στις εξετάσεις αυτές, μόνο τα μισά είναι από την ύλη της οργανικής χημείας. Οι βαθμοί με τους οποίους έγινε η σύγκριση είναι η συνολική επίδοση που πέτυχαν οι μαθητές στις εξετάσεις αυτές γιατί δεν ήταν δυνατόν να βρεθεί η επίδοση τους μόνο στα θέματα απ' την οργανική χημεία.

Η στατιστική ανάλυση έγινε για κάθε επίδοση χωριστά με το t-τεστ της παραμετρικής στατιστικής που συγκρίνει τους μέσους όρου των τιμών δύο ανεξάρτητων δειγμάτων από κανονικούς πληθυσμούς και το αντίστοιχο απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney. Επειδή τα δείγματα από τους πληθυσμούς είναι μεγαλύτερα από 30 θεωρούνται ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή και άρα τα αποτελέσματα του t-τεστ πρέπει να γίνουν αποδεκτά. Κάνοντας όμως σύγκριση και με το αντίστοιχο απαραμετρικό κριτήριο τα συμπεράσματα ενισχύονται πάρα πολύ στην περίπτωση που τα αποτελέσματα από το κριτήριο αυτό ταυτίζονται με τα αντίστοιχα του t-τεστ.

Για να είναι πιο πειστική η σύγκριση της επίδοσης που πέτυχαν οι μαθητές στις Γενικές Εξετάσεις στο μάθημα της χημεία, αυτή έγινε ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών (UNANOVA) του γενικού γραμμικού μοντέλου (GLM) με συνδιακυμαντές την επίδοση τους στη φυσική στις ίδιες εξετάσεις και τον βαθμό απολυτηρίου τους από το λύκειο. Οι βαθμοί της φυσικής τροποποίησαν και αυτοί σε Τ-βαθμούς για τους ίδιους λόγους με αυτούς της χημείας.

5.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρακάτω στους πίνακες 5.1, 5.2 και 5.3 παρατίθενται τα συγκριτικά αποτελέσματα, ανάμεσα στα πειραματικά τμήματα και τα τμήματα ελέγχου, στην επίδοση που πέτυχαν οι μαθητές σε διάφορες εξετάσεις, στον βαθμό που πήραν οι μαθητές στο απολυτήριό τους καθώς και στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων και των βαθμών αυτών.

Από τον πίνακα 5.1 φαίνεται ότι οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων έχουν λίγο καλύτερη επίδοση απ' τα τμήματα ελέγχου αλλά με διαφορά που δεν είναι στατιστικώς σημαντική. Ο πίνακας 5.2 περιέχει τα αντίστοιχα αποτελέσματα για την επίδοση που πέτυχαν οι μαθητές στις Γενικές Εξετάσεις, (στη Χημεία και τη Φυσική) καθώς και το βαθμό του Απολυτηρίου του λυκείου. Από τον πίνακα αυτόν φαίνεται ότι οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων έχουν καλύτερη επίδοση από τα τμήματα ελέγχου στη χημεία και μάλιστα η διαφορά στην επίδοση είναι στατιστικώς σημαντική* ($\sigma \leq 0,05$). Αντίθετα η επίδοση στη Φυσική όπως και ο βαθμός του Απολυτηρίου σχεδόν ταυτίζονται. Τα παραπάνω αποτελέσματα της σύγκρισης φαίνονται καλύτερα στον Πίνακα 5.3. Στον πίνακα αυτόν φαίνονται τα αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης πολλών παραγόντων με συνδιακύμανση την επίδοση στη Φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του Απολυτηρίου. Εδώ φαίνεται ότι η επίδοση των πειραματικών τμημάτων στη χημεία των Γενικών Εξετάσεων είναι καλύτερη στατιστικώς σημαντικά** ($\sigma \leq 0,01$).

Στη συνέχεια στους Πίνακες 5.4, 5.5 και 5.6 παρουσιάζονται τα στοιχεία αντίστοιχα με τους Πίνακες 5.1, 5.2 και 5.3 με τους μαθητές όμως χωρισμένους σε ομάδες ανάλογα με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. Παρακάτω στους Πίνακες 5.7, 5.8 και 5.9 παρουσιάζονται τα στοιχεία αντίστοιχα με τους Πίνακες 5,1, 5.2 και 5.3 με τους μαθητές όμως χωρισμένους σε ομάδες ανάλογα με τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.

Ο χωρισμός των μαθητών σε ομάδες κατά επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget έγινε με το τεστ του Lawson (Lawson' s test of logical reasonig) και ανάλογα με τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας έχει γίνει σύμφωνα με το τεστ των αντιστρόφων αριθμών (the Digit Backward Span test - DBS) τα οποία περιγράφονται στο 3^{ο} Κεφάλαιο

Μπορούμε δηλαδή να θεωρήσουμε, ότι η ιεραρχική μέθοδος έχει βοηθήσει αρκετά τους μαθητές στις Γενικές Εξετάσεις οι οποίες σημειωτέων είναι και περισσότερο απαιτητικές. Κυρίως όμως έχει βοηθήσει αυτούς που έχουν φτάσει στο στάδιο της τυπικής συλλογιστικής (τυπικοί 3Α και 3Β) καθώς και αυτούς με αρκετά μεγάλη χωρητικότητα μνήμης εργασίας $X = 5$ και κυρίως $X = 6$.

Παρακάτω παρατίθενται οι πίνακες με τα αποτελέσματα αυτά καθώς και αναλυτικός σχολιασμός των αποτελεσμάτων αυτών.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.1

ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ, ΣΤΙΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Είδος εξέταση και απολυτήριο		Τμήματα			
		Πειραματικό N = 100		Ελέγχου N = 79	
		Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Επίδοση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	50,73	36,70	47,07	37,40
	Θεωρία	54,35	33,18	49,08	34,63
	Άσκηση	47,10	47,72	45,06	47,87
Επίδοση στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	**53,38**	9,71	**49,88**	10,02
	Φυσική	54,12	10,93	53,92	9,80
Βαθμός Απολυτηρίου		79,88	9,04	78,78	7,86

Στον πίνακα 5.1 φαίνονται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση της επίδοσης που πέτυχαν οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων και των τμημάτων ελέγχου στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου, στη Χημεία και τη Φυσική στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές καθώς και του βαθμού Απολυτηρίου που πήραν οι μαθητές αυτοί.

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων παρουσιάζουν σαφώς καλύτερη επίδοση από τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου και στη Χημεία στις Γενικές Εξετάσεις. Η διαφορά όμως της επίδοσης στη Φυσική στις Γενικές Εξετάσεις καθώς και στο βαθμό Απολυτηρίου ανάμεσα στις δύο παραπάνω ομάδες είναι ασήμαντη. Δηλαδή οι μαθητές που διδάχτηκαν την οργανική χημεία με τον ιεραρχικό τρόπο φαίνονται να έχουν την ίδια απόδοση γενικά στα μαθήματα με αυτούς που τη διδάχτηκαν με τον παραδοσιακό τρόπο με αποτέλεσμα να έχουν παρόμοιο μέσο όρο στο απολυτήριο. Αντίστοιχα οι δύο ομάδες μαθητών φαίνεται να αποδίδουν το ίδιο και στις Γενικές Εξετάσεις σε ένα μάθημα, τη φυσική που είναι πολύ κοντά στη χημεία γιατί ανήκει στον ευρύτερο χώρο των φυσικών επιστημών. Σύμφωνα με τα παραπάνω θα ήταν αναμενόμενο οι δύο ομάδες να έχουν την ίδια απόδοση και στη χημεία τόσο στις Γενικές Εξετάσεις όσο και στο κομμάτι της οργανικής χημείας στα θέματα των απολυτηρίων εξετάσεων του Σχολείου. Εντούτοις η επίδοση των μαθητών των πειραματικών τμημάτων στη χημεία και στις δύο περιπτώσεις είναι σαφώς πιο καλή από αυτή των τμημάτων ελέγχου. Για να μπορεί όμως η παραπάνω διαπίστωση να γενικευτεί και να οδηγήσει σε σωστά συμπεράσματα πρέπει τα

αποτελέσματα αυτά να επεξεργαστούν στατιστικά, Τα αποτελέσματα αυτή της επεξεργασίας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 5.2.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.2

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ, ΣΤΙΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Είδος εξέταση και απολυτήριο		Τμήματα: Πειραματικό N = 100 και Ελέγχου N = 79				
		Απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney			t - test	
		U	Z	a	t	a
Σύγκριση της επίδοσης στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	3701,0	-0,724	0,469	0,656	0,513
	Θεωρία	3632,5	-0,924	0,356	1,035	0,302
	Άσκηση	3863,5	-0,277	0,782	0,283	0,777
Σύγκριση της επίδοσης στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	**3172,5**	**-2,259[b]**	**0,024**	**2,362[b]**	**0,019**
	Φυσική	3938,5	-0,033	0,973	0,124	0,902
Βαθμός Απολυτηρίου		3593,5	-1,036	0,300	0,857	0,393

[b] Στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο 0,05

Στον πίνακα 5.2 φαίνεται η σύγκριση της επίδοσης των μαθητών των πειραματικών τμημάτων σε σχέση με την αντίστοιχη επίδοση των μαθητών των τμημάτων ελέγχου μέσω στατιστικής επεξεργασίας. Η στατιστική ανάλυση όπως αναφέρεται πιο πάνω έγινε για κάθε επίδοση χωριστά με το t-τεστ της παραμετρικής στατιστικής που συγκρίνει τους μέσους όρου των τιμών δύο ανεξάρτητων δειγμάτων από κανονικούς πληθυσμούς και το αντίστοιχο απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney. Επειδή τα δείγματα από τους πληθυσμούς είναι μεγαλύτερα από 30 θεωρούνται ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή και άρα τα αποτελέσματα του t-τεστ πρέπει να γίνουν αποδεκτά. Κάνοντας όμως σύγκριση και με το αντίστοιχο απαραμετρικό κριτήριο τα συμπεράσματα ενισχύονται πάρα πολύ στην περίπτωση που τα αποτελέσματα από το κριτήριο αυτό ταυτίζονται με τα αντίστοιχα του t-τεστ.

Από τον πίνακα 5.2 μπορεί κανείς να διαπιστώσει ότι η καλύτερη επίδοση των μαθητών των πειραματικών τμημάτων σε σχέση με αυτήν των τμημάτων ελέγχου στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου δεν είναι στατιστικώς σημαντική. Η καλύτερη επίδοση όμως στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,05 σε αντίθεση με την επίδοση στη φυσική στις

Γενικές Εξετάσεις καθώς και το βαθμό του απολυτηρίου τα οποία σχεδόν ταυτίζονται. Για να ελεγχθεί καλύτερα η παραπάνω διαπίστωση ότι δηλαδή οι δύο ομάδες παρουσιάζουν ομοιογένεια στην απόδοση στη φυσική και στο βαθμό του απολυτηρίου ενώ διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στην απόδοση στη χημεία έγινε μια ακόμη στατιστική ανάλυση. Έγινε ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών (UNANOVA) του γενικού γραμμικού μοντέλου (GLM) με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 5.3.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.3

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΠΟΛΛΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΜΕ ΣΥΝΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΙΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΟ ΒΑΘΜΟ ΤΟΥ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Τμήματα: Πειραματικό N = 100 και Ελέγχου N = 79			
Ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών του γενικού γραμμικού μοντέλου με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου ως προς την επίδοση		F	a
στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	0,078	0,513
	Θεωρία	0,579	0,302
	Άσκηση	0,005	0,777
στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές		**10,606**[c]	**0,001**

[c] Στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο 0,01

Στον πίνακα 5.3 παρουσιάζεται ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών (univariate analysis of variance) του γενικού γραμμικού μοντέλου (general linear model) με συνδιακυμαντές (covariates) την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου ως προς την επίδοση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου και την επίδοση στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές. Και με αυτήν την στατιστική ανάλυση φαίνεται ότι η καλύτερη επίδοση των μαθητών των πειραματικών τμημάτων σε σχέση με αυτήν των τμημάτων ελέγχου στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου δεν είναι στατιστικώς σημαντική. Αντίστοιχα η καλύτερη επίδοση στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις είναι στατιστικώς σημαντική και μάλιστα σε μεγαλύτερο επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας με a = 0,001

Μπορούμε δηλαδή να θεωρήσουμε, ότι η ιεραρχική μέθοδος έχει βοηθήσει αρκετά τους μαθητές στις Γενικές Εξετάσεις οι οποίες σημειωτέων είναι και περισσότερο απαιτητικές

Όπως αναφέρεται παραπάνω το σύνολο του δείγματος έχει χωριστεί σε ομάδες με βάση δύο ψυχομετρικές παραμέτρους το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget και τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας. Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες με τις αντίστοιχες στατιστικές αναλύσεις που έγιναν για το σύνολο του δείγματος για κάθε μία από τις ομάδες όπως χωρίστηκαν με βάση τις δύο ψυχομετρικές παραμέτρους με πρώτες αυτές ανάλογα το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.4

ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ, ΣΤΙΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET

Μεταβατικοί		Τμήματα			
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Πειραματικό N = 26		Ελέγχου N = 21	
		Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Επίδοση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	34,95	34,93	36,01	34,80
	Θεωρία	40,67	32,97	35,83	32,69
	Άσκηση	29,23	43,17	36,19	47,59
Επίδοση στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	48,81	9,81	46,87	10,75
	Φυσική	49,88	10,45	48,07	10,38
Βαθμός Απολυτηρίου		76,42	8,58	75,69	8,15

Τυπικοί 3Α		Τμήματα			
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Πειραματικό N = 35		Ελέγχου N = 31	
		Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Επίδοση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	44,00	34,15	42,82	36,74
	Θεωρία	50,86	33,10	46,94	34,90
	Άσκηση	37,14	46,05	38,71	45,88
Επίδοση στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	51,80	8,95	50,02	8,26
	Φυσική	52,79	11,18	54,36	8,27
Βαθμός Απολυτηρίου		78,43	8,57	78,63	7,38

Τυπικοί 3Β		Τμήματα			
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Πειραματικό N = 39		Ελέγχου N = 27	
		Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Επίδοση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	67,28	34,19	60,56	37,38
	Θεωρία	66,60	29,63	61,85	32,45
	Άσκηση	67,95	45,32	59,26	48,83
Επίδοση στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	57,85	8,56	52,07	11,00
	Φυσική	58,13	9,86	57,96	9,01
Βαθμός Απολυτηρίου		83,49	8,67	81,35	7,54

Στον πίνακα 5.4 φαίνονται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση της επίδοσης που πέτυχαν οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων και των τμημάτων ελέγχου στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου, στη Χημεία και τη Φυσική στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές καθώς και του βαθμού Απολυτηρίου που πήραν οι μαθητές αυτοί χωρισμένοι σε ομάδες ανάλογα με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές των δύο πιο χαμηλών επιπέδων νοητικής ανάπτυξης, μεταβατικοί και τυπικοί 3Α των πειραματικών τμημάτων παρουσιάζουν την ίδια περίπου επίδοση και σε μερικές περιπτώσεις χαμηλότερη από τους αντίστοιχους μαθητές των τμημάτων ελέγχου σε όλες τις εξετάσεις και τον βαθμό απολυτηρίου που έχουν ελεγχθεί. Μάλιστα μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι ενώ οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων έχουν καλύτερη επίδοση στη θεωρία υστερούν έναντι των τμημάτων ελέγχου στην άσκηση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου.

Στο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης τυπικοί 3Β όμως που είναι το πιο υψηλό οι μαθητές που διδάχτηκαν την οργανική χημεία με τον ιεραρχικό τρόπο φαίνονται να έχουν καλύτερη απόδοση στη χημεία από αυτούς που τη διδάχτηκαν με τον παραδοσιακό τρόπο. Βέβαια έχουν καλύτερη απόδοση στη φυσική καθώς και μεγαλύτερο βαθμό στο απολυτήριο όμως η διαφορές στα δύο τελευταία είναι μικρότερες. Δηλαδή φαίνεται ότι η ιεραρχικός τρόπος διδασκαλίας βοήθησε αρκετά μόνο αυτούς με το υψηλότερο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. Για να μπορούν όμως να βγουν πιο ασφαλή συμπεράσματα πρέπει τα αποτελέσματα αυτά να επεξεργαστούν στατιστικά, Τα αποτελέσματα αυτή της επεξεργασίας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 5.5.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.5

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ, ΣΤΙΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET

Μεταβατικοί		Τμήματα: Πειραματικό N = 26 και Ελέγχου N = 21				
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney			t - test	
		U	Z	a	t	a
Σύγκριση της επίδοσης στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	271,5	-0,032	0,974	-0,104	0,918
	Θεωρία	254,5	-0,398	0,691	0,502	0,618
	Άσκηση	257,5	-0,390	0,697	-0,525	0,602
Σύγκριση της επίδοσης στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	245,5	-0,588	0,556	0,645	0,522
	Φυσική	246,0	-0,578	0,563	0,592	0,557
Βαθμός Απολυτηρίου		251,5	-0,460	0,645	0,297	0,767

Τυπικοί 3Α		Τμήματα: Πειραματικό N = 35 και Ελέγχου N = 31				
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney			t - test	
		U	Z	a	t	a
Σύγκριση της επίδοσης στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	509,0	-0,431	0,666	0,135	0,893
	Θεωρία	509,5	-0,425	0,671	0,468	0,641
	Άσκηση	522,0	-0,289	0,773	-0,138	0,891
Σύγκριση της επίδοσης στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	487,5	-0,707	0,480	0,837	0,406
	Φυσική	467,0	-0,970	0,332	-0,643	0,523
Βαθμός Απολυτηρίου		529,5	-0,167	0,867	-0,101	0,920

Τυπικοί 3Β		Τμήματα: Πειραματικό N = 39 και Ελέγχου N = 27				
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney			t - test	
		U	Z	a	t	a
Σύγκριση της επίδοσης στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	478,5	-0,628	0,530	0,756	0,453
	Θεωρία	485,5	-0,537	0,592	0,616	0,540
	Άσκηση	477,5	-0,740	0,459	0,742	0,461
Σύγκριση της επίδοσης στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	**357,5**	**-2,204[b]**	**0,028**	**2,399[b]**	**0,019**
	Φυσική	521,0	-0,072	0,943	0,069	0,945
Βαθμός Απολυτηρίου		441,0	-1,116	0,265	1,036	0,304

[b] Στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο 0,05

Στον πίνακα 5.5 φαίνεται η σύγκριση της επίδοσης των μαθητών των πειραματικών τμημάτων σε σχέση με την αντίστοιχη επίδοση των μαθητών των τμημάτων ελέγχου μέσω στατιστικής επεξεργασίας χωρισμένων σε ομάδες ανάλογα με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. Η στατιστική ανάλυση έγινε όπως και για το σύνολο των μαθητών για κάθε επίδοση χωριστά με το t-τεστ της παραμετρικής στατιστικής και το αντίστοιχο απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney. Επειδή δεν είναι όλα τα δείγματα από τους πληθυσμούς μεγαλύτερα από 30 ώστε να θεωρούνται ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή για να γίνουν αποδεκτά πρέπει. τα αποτελέσματα του t-τεστ να ταυτίζονται με τα αντίστοιχα αποτελέσματα που δίνει το απαραμετρικό κριτήριο.

Όπως έχουμε όμως παρατηρήσει στον πίνακα 5.4 διαφορές στην επίδοση παρουσιάζουν μόνο οι μαθητές της ομάδας τυπικοί 3Β. Για την ομάδα αυτή μπορεί κανείς να διαπιστώσει από τον πίνακα 5.5 ότι η καλύτερη επίδοση των μαθητών των πειραματικών τμημάτων σε σχέση με αυτήν των τμημάτων ελέγχου στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου δεν είναι στατιστικώς σημαντική. Η καλύτερη επίδοση όμως στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,05 σε αντίθεση με την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις καθώς και το βαθμό του απολυτηρίου τα οποία σχεδόν ταυτίζονται. Για να ελεγχθεί καλύτερα η παραπάνω διαπίστωση ότι δηλαδή οι δύο ομάδες παρουσιάζουν ομοιογένεια στην απόδοση στη φυσική και στο βαθμό του απολυτηρίου ενώ διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά στην απόδοση στη χημεία έγινε όπως και για το σύνολο των μαθητών ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών (UNANOVA) του γενικού γραμμικού μοντέλου (GLM) με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 5.6.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.6

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΣΥΝΔΙΑΚΥΜΑΝΤΕΣ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΙΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΟ ΒΑΘΜΟ ΤΟΥ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET

Μεταβατικοί	Τμήματα: Πειραματικό N = 26 και Ελέγχου N = 21		
Ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών του γενικού γραμμικού μοντέλου με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου ως προς την επίδοση		F	a
στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	0,362	0,547
	Θεωρία	0,052	0,821
	Άσκηση	0,895	0,349
στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές		0,172	0,681

Τυπικοί 3Α	Τμήματα: Πειραματικό N = 35 και Ελέγχου N = 31		
Ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών του γενικού γραμμικού μοντέλου με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου ως προς την επίδοση		F	a
στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	0,158	0,693
	Θεωρία	0,699	0,406
	Άσκηση	0,001	0,979
στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές		**3,916[a]**	**0,052**

Τυπικοί 3Β	Τμήματα: Πειραματικό N = 39 και Ελέγχου N = 27		
Ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών του γενικού γραμμικού μοντέλου με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου ως προς την επίδοση		F	a
στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	0,199	0,731
	Θεωρία	0,009	0,927
	Άσκηση	0,170	0,682
στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές		**8,349[c]**	**0,005**

[a] Στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο 0,1
[c] Στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο 0,01

Στον πίνακα 5.6 παρουσιάζεται ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών (UNANOVA) του γενικού γραμμικού μοντέλου (GLM) με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου ως προς την επίδοση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου και την επίδοση στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές και για τις τρεις ομάδες πνευματικής ανάπτυξης κατά Piaget. Με αυτήν την στατιστική ανάλυση φαίνεται ότι στατιστικώς σημαντική δεν είναι μόνο η

καλύτερη επίδοση στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις για την ομάδα των τυπικών 3Β αλλά και για την ομάδα των τυπικών 3Α. Παρότι οι μαθητές της ομάδας των τυπικών 3Α των πειραματικών τμημάτων παρουσιάζουν ελαφρώς καλύτερη επίδοση στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις έχουν μικρότερη επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις καθώς και μικρότερο μέσο όρο στους βαθμούς απολυτηρίου. Αυτός είναι ο λόγος που παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά παρόλο την μικρή διαφορά στην επίδοση. Βέβαια ενώ για την ομάδα των τυπικών 3Β η στατιστική σημαντικότητα είναι σε επίπεδο a = 0,01, για την ομάδα των τυπικών 3Α η στατιστική σημαντικότητα είναι σε επίπεδο a = 0,1. Στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου δεν παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά και στις τρεις ομάδες πνευματικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Οι στατιστικές αναλύσεις για τις ομάδες όπως είναι χωρισμένες ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας παρουσιάζονται στους πιο κάτω πίνακες.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.7

ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ, ΣΤΙΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Χ = 4		Τμήματα			
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Πειραματικό N = 31		Ελέγχου N = 30	
		Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Επίδοση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	41,13	35,17	45,96	37,19
	Θεωρία	48,71	32,23	47,92	32,31
	Άσκηση	33,55	45,72	44,00	47,97
Επίδοση στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	49,03	7,89	49,49	9,76
	Φυσική	49,25	8,24	53,08	9,06
Βαθμός Απολυτηρίου		77,05	7,86	77,70	8,46

Χ = 5		Τμήματα			
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Πειραματικό N = 30		Ελέγχου N = 27	
		Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Επίδοση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	39,58	34,28	44,86	36,66
	Θεωρία	45,17	30,71	45,28	33,74
	Άσκηση	34,00	43,99	44,44	49,41
Επίδοση στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	52,83	9,44	48,08	9,85
	Φυσική	55,03	12,42	51,87	10,87
Βαθμός Απολυτηρίου		78,45	10,12	77,35	7,18

Χ = 6		Τμήματα			
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Πειραματικό Ν = 26		Ελέγχου Ν = 19	
		Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Επίδοση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	66,35	34,17	49,28	41,42
	Θεωρία	66,54	32,99	53,29	39,96
	Άσκηση	66,15	46,57	45,26	48,46
Επίδοση στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	58,05	9,56	51,27	10,02
	Φυσική	56,56	9,88	56,63	8,59
Βαθμός Απολυτηρίου		83,65	8,53	82,18	7,76

Στον πίνακα 5.7 φαίνονται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση της επίδοσης που πέτυχαν οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων και των τμημάτων ελέγχου στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου, στη Χημεία και τη Φυσική στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές καθώς και του βαθμού Απολυτηρίου που πήραν οι μαθητές αυτοί χωρισμένοι σε ομάδες ανάλογα με τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ=4 υστερούν σε επίδοση από τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου με την ίδια χωρητικότητα μνήμης εργασίας, σε όλες τις εξετάσεις και τον βαθμό απολυτηρίου, εκτός από την θεωρία στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου στην οποία έχουν ελαφρώς καλύτερη επίδοση.

Οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ=5 ενώ υστερούν σε επίδοση από τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου με την ίδια χωρητικότητα μνήμης εργασίας στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου και μάλιστα με μεγάλη διαφορά στην άσκηση έχουν καλύτερη επίδοση στις Γενικές Εξετάσεις και τον βαθμό Απολυτηρίου.

Οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ=6 ενώ έχουν αρκετά καλύτερη επίδοση από τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου με την ίδια χωρητικότητα μνήμης εργασίας σε όλες τις εξετάσεις χημείας υστερούν ελαφρά στην επίδοση της φυσικής στις Γενικές Εξετάσεις και έχουν ελαφρώς καλύτερο μέσο όρο στο βαθμό Απολυτηρίου.

Φαίνεται και εδώ ότι όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο της ψυχομετρικής παραμέτρου των μαθητών τόσο περισσότερο βοηθήθηκαν από τον ιεραρχικό τρόπο διδασκαλίας Για να είναι πιο ασφαλή τα συμπεράσματα πρέπει τα αποτελέσματα αυτά να επεξεργαστούν στατιστικά, Τα αποτελέσματα αυτή της επεξεργασίας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 5.8.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.8

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΟ ΜΕΡΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ, ΣΤΙΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

X = 4		Τμήματα: Πειραματικό N = 31 και Ελέγχου N = 30				
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney			t - test	
		U	Z	a	t	a
Σύγκριση της επίδοσης στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	443,0	-0,318	0,751	-0,521	0,604
	Θεωρία	464,5	-0,007	0,994	0,096	0,924
	Άσκηση	412,5	-0,851	0,395	-0,871	0,387
Σύγκριση της επίδοσης στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	442,0	-0,332	0,740	-0,203	0,840
	Φυσική	359,0	-1,529	0,126	-1,732	**0,089**
Βαθμός Απολυτηρίου		450,5	-0,209	0,834	-0,312	0,756

X = 5		Τμήματα: Πειραματικό N = 30 και Ελέγχου N = 27				
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney			t - test	
		U	Z	a	t	a
Σύγκριση της επίδοσης στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	369,5	-0,568	0,570	-0,562	0,577
	Θεωρία	390,5	-0,232	0,816	-0,013	0,990
	Άσκηση	365,5	-0,705	0,481	-0,844	0,402
Σύγκριση της επίδοσης στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	**297,0**	**-1,726[a]**	**0,084**	**1,858[a]**	**0,068**
	Φυσική	343,0	-0,991	0,322	1,016	0,314
Βαθμός Απολυτηρίου		357,0	-0,768	0,443	0,468	0,642

X = 6		Τμήματα: Πειραματικό N = 26 και Ελέγχου N = 19				
Είδος εξέταση και απολυτήριο		Απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney			t - test	
		U	Z	a	t	a
Σύγκριση της επίδοσης στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	188,0	-1,362	0,173	1,513	0,138
	Θεωρία	200,5	-1,076	0,282	1,217	0,230
	Άσκηση	200,0	-1,205	0,228	1,461	0,151
Σύγκριση της επίδοσης στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές	Χημεία	**357,5**	**-2,204[b]**	**0,028**	**2,399[b]**	**0,019**
	Φυσική	521,0	-0,072	0,943	0,069	0,945
Βαθμός Απολυτηρίου		441,0	-1,116	0,265	1,036	0,304

[a] Στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο 0,1
[b] Στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο 0,05

Στον πίνακα 5.8 φαίνεται η σύγκριση της επίδοσης των μαθητών των πειραματικών τμημάτων σε σχέση με την αντίστοιχη επίδοση των μαθητών των τμημάτων ελέγχου μέσω στατιστικής επεξεργασίας χωρισμένων σε ομάδες ανάλογα με τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας. Η στατιστική ανάλυση έγινε όπως προηγουμένως για το σύνολο των μαθητών και τις ομάδες Piaget για κάθε επίδοση χωριστά με το t-τεστ της παραμετρικής στατιστικής και το αντίστοιχο απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney. Επειδή δεν είναι όλα τα δείγματα από τους πληθυσμούς μεγαλύτερα από 30 ώστε να θεωρούνται ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή για να γίνουν αποδεκτά πρέπει. τα αποτελέσματα του t-τεστ να ταυτίζονται με τα αντίστοιχα αποτελέσματα που δίνει το απαραμετρικό κριτήριο.

Όπως φάνηκε στον πίνακα 5.7 οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ=4 υστερούν σε επίδοση από τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου με την ίδια χωρητικότητα μνήμης εργασίας. Η χειρότερη αυτή επίδοση των μαθητών των πειραματικών τμημάτων δεν είναι στατιστικώς σημαντική όπως φαίνεται στον πίνακα 5.8. Στον πίνακα αυτόν και για το t-τεστ της παραμετρικής στατιστικής εμφανίζεται η επίδοση των τμημάτων ελέγχου στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις να είναι καλύτερη σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,1. Αυτό όμως δεν επιβεβαιώνεται από απαραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney και για αυτό δεν μπορεί να γίνει δεκτό. Είναι όμως μια ένδειξη ότι ενώ οι μαθητές των τμημάτων ελέγχου παρουσιάζουν σημαντικά καλύτερη επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις δεν συμβαίνει το ίδιο και στη χημεία στην οποία η επίδοση είναι σχεδόν ίδια.

Η στατιστική ανάλυση για τις επιδόσεις των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ=5 δείχνει ότι στατιστικώς σημαντική διαφορά παρουσιάζεται μόνο στην χημεία στις Γενικές Εξετάσεις. Στην εξέταση αυτή οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων παρουσιάζουν καλύτερη επίδοση από τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου η οποία είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,1 Σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα δείχνει η στατιστική ανάλυση και για τις επιδόσεις των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ=6. Η μόνη διαφορά είναι ότι η καλύτερη επίδοση των μαθητών των πειραματικών τμημάτων από την αντίστοιχη επίδοση των μαθητών των τμημάτων ελέγχου στην χημεία στις Γενικές Εξετάσεις είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,05. Για να ελεγχθεί καλύτερα η παραπάνω διαπίστωση ότι δηλαδή οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ=5 και Χ=6 των πειραματικών τμημάτων παρουσιάζουν καλύτερη επίδοση, που είναι στατιστικώς σημαντική από τους μαθητές των αντίστοιχων τμημάτων ελέγχου στη χημεία στις Γενικές

Εξετάσεις ενώ δεν παρουσιάζουν διαφορά στην απόδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και στο βαθμό του απολυτηρίου έγινε όπως και για το σύνολο των μαθητών και τις ομάδες Piaget ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών (UNANOVA) του γενικού γραμμικού μοντέλου (GLM) με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 5.9.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.9

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΣΥΝΔΙΑΚΥΜΑΝΤΕΣ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΙΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΟ ΒΑΘΜΟ ΤΟΥ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

X = 4	Τμήματα: Πειραματικό N = 31 και Ελέγχου N = 30		
Ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών του γενικού γραμμικού μοντέλου με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου ως προς την επίδοση		F	a
στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	0,197	0,659
	Θεωρία	1,746	0,192
	Άσκηση	0,013	0,911
στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές		1,798	0,185

X = 5	Τμήματα: Πειραματικό N = 30 και Ελέγχου N = 27		
Ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών του γενικού γραμμικού μοντέλου με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου ως προς την επίδοση		F	a
στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	2,308	0135
	Θεωρία	0,547	0,463
	Άσκηση	2,576	0,114
στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές		**3,108[a]**	**0,084**

X = 6	Τμήματα: Πειραματικό N = 26 και Ελέγχου N = 19		
Ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών του γενικού γραμμικού μοντέλου με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου ως προς την επίδοση		F	a
στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου	Συνολικά	2,480	0,123
	Θεωρία	1,493	0,229
	Άσκηση	1,769	0,191
στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές		**8,319[c]**	**0,006**

[a] Στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο 0,1
[c] Στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο 0,01

Στον πίνακα 5.9 παρουσιάζεται ανάλυση διακύμανσης μεταβλητών (UNANOVA) του γενικού γραμμικού μοντέλου (GLM) με συνδιακυμαντές την επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις και το βαθμό του απολυτηρίου ως προς την επίδοση στην οργανική χημεία στις απολυτήριες εξετάσεις του σχολείου και την επίδοση στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις σε Τ-τιμές και για τις τρεις ομάδες χωρητικότητας της μνήμης εργασίας. Με αυτήν την στατιστική ανάλυση φαίνεται ότι στατιστικώς σημαντική είναι η καλύτερη επίδοση στη χημεία στις Γενικές Εξετάσεις για τις ομάδες των μαθητών με χωρητικότητας μνήμης εργασίας Χ=5 και Χ=6. Μεταξύ τους όμως υπάρχει μια διαφορά. Η διαφορά αυτή είναι ότι η καλύτερη επίδοση των μαθητών των πειραματικών τμημάτων από την αντίστοιχη επίδοση των μαθητών των τμημάτων ελέγχου στην χημεία στις Γενικές Εξετάσεις ενώ για τους μαθητές με χωρητικότητας μνήμης εργασίας Χ=5 είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,1 για τους μαθητές με χωρητικότητας της μνήμης εργασίας Χ=6 είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01.

Τέλος οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων, μετά την αποφοίτηση τους απ' το σχολείο, απάντησαν σε ερωτηματολόγιο, για να εκφράσουν την γνώμη τους σχετικά με την ιεραρχική μέθοδο.

Οι Πίνακες 5.10 και 5.11 περιέχουν τις απαντήσεις των μαθητών των πειραματικών τμημάτων στο ερωτηματολόγιο, στο οποίο ζητήθηκε η γνώμη τους για την ιεραρχική μέθοδο. Απ' τους πίνακες αυτούς φαίνεται, ότι το μεγαλύτερο ποσοστό 55,0 % την βρήκε πολύ ή λίγο καλύτερη και μόνο το 12,0 % τη βρήκε χειρότερη. Μάλιστα, όπως φαίνεται στον πίνακα 5.10, όσο μικρότερη νοητική ανάπτυξη έχουν οι μαθητές τόσο πιο καλή την βρήκαν, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με την επίδοσή τους στις Γενικές Εξετάσεις. Απ' τον πίνακα 5.11 βλέπουμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό 64,0% ακολούθησε την ιεραρχική μέθοδο, σε συνδυασμό με του βιβλίου και μάλιστα όσο μικρότερη νοητική ανάπτυξη έχουν οι μαθητές, τόσο περισσότερο την ακολούθησαν, σε συνδυασμό πάντα με του βιβλίου. Πρέπει να σημειωθεί εδώ, ότι όλοι σχεδόν οι μαθητές, παράλληλα με τα μαθήματα του σχολείου, παρακολουθούσαν και φροντιστηριακά μαθήματα στα οποία προφανώς ακολουθούσαν την σειρά του βιβλίου.

Το ερωτηματολόγιο του ρωτούσε ακόμα να επιλέξουν τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της νέα σειράς από μια σειρά επτά πλεονεκτημάτων και πέντε μειονεκτημάτων τα οποία τους παρέθετε.

Τα πλεονεκτήματα της νέας σειράς τα οποία οι ερωτηθέντες μαθητές θεώρησαν ως τα πιο σημαντικά ήταν:

1. Η νέα σειρά προσφέρεται καλύτερα για συγκρίσεις π.χ. φυσικών και χημικών ιδιοτήτων. Το επέλεξε το 63,81 % των ερωτηθέντων.

2. Δεν απαιτείται από πριν η γνώση εννοιών και αντιδράσεων οι οποίες θα διδαχθούν στη συνέχεια της διδασκαλίας. Το επέλεξε το 61,90 % των ερωτηθέντων.

3. Η διδασκαλία γίνεται από τα απλούστερα στα πιο πολύπλοκα, από τα βασικά στα εξαρτώμενα. Το επέλεξε το 45,72 % των ερωτηθέντων.

Επίσης τα μειονεκτήματα της νέας σειράς τα οποία οι ερωτηθέντες μαθητές θεώρησαν ως τα πιο σημαντικά ήταν:

1. Με τη νέα σειρά δεν έχουμε μαζεμένες σε ένα μέρος όλες τις πληροφορίες για μια ένωση ή ομάδα ενώσεων. Το επέλεξε το 69,51 % των ερωτηθέντων.

2. Δεν μπορούν να γίνονται κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ασκήσεις οι οποίες να συνδυάζουν παρασκευές και χημικές ιδιότητες μιας ένωσης. Το επέλεξε το 56,18 % των ερωτηθέντων.

3. Δεν υπάρχει με τη νέα σειρά ποικιλία στη διδασκαλία αλλά ασχολούμεθα για μεγάλο διάστημα με το ίδιο θέμα π.χ. μόνο με χημικές ιδιότητες. Το επέλεξε το 36,18 % των ερωτηθέντων.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.10

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΠΩΣ ΒΡΗΚΑΝ
ΤΗ ΝΕΑ ΣΕΙΡΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΑΥΤΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ

Απαντήσεις	Τυπικοί 3Β		Τυπικοί 3Α		Μεταβατικοί		Σύνολο	
	Ν = 39		Ν = 35		Ν = 26		Ν = 100	
	Ν	%	Ν	%	Ν	%	Ν	%
Πολύ καλύτερη	5	12,8	2	5,7	5	19,2	12	12,0
Λίγο καλύτερη	11	28,2	22	62,8	10	38,5	43	43,0
Ούτε καλύτερη – Ούτε χειρότερη	19	48,7	5	14,3	9	34,6	33	33,0
Λίγο χειρότερη	4	10,2	5	14,3	2	7,7	11	11,0
Πολύ χειρότερη	0	0,0	1	2,8	0	0,0	1	1,0

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.11

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΠΟΣΟ ΠΟΛΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΣΑΝ ΤΗ ΝΕΑ ΣΕΙΡΑ ΣΤΟ ΔΙΑΒΑΣΜΑ ΤΟΥΣ

Απαντήσεις	Τυπικοί 3Β		Τυπικοί 3Α		Μεταβατικοί		Σύνολο	
	Ν = 39		Ν = 35		Ν = 26		Ν = 100	
	Ν	%	Ν	%	Ν	%	Ν	%
Καθόλου	15	38,5	12	34,3	6	23,0	33	33,0
Σε συνδυασμό με του βιβλίου	22	56,4	22	62,8	20	76,9	64	64,0
Αποκλειστικά	2	5,1	1	2,8	0	0,0	3	3,0

5.6 ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από παραπάνω παρουσιάσεις και στατιστικές αναλύσεις φαίνεται ότι οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων έχουν λίγο καλύτερη επίδοση απ' τα τμήματα ελέγχου αλλά με διαφορά που δεν είναι στατιστικώς σημαντική.

Στις Γενικές Εξετάσεις, όμως φαίνεται ότι οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων έχουν καλύτερη επίδοση απ' τα τμήματα ελέγχου στη χημεία και μάλιστα η διαφορά στην επίδοση είναι στατιστικώς σημαντική* ($\sigma \leq 0,05$). Αντίθετα η επίδοση στη φυσική στις Γενικές Εξετάσεις όπως και ο βαθμός του απολυτηρίου των μαθητών των πειραματικών τμημάτων και των τμημάτων ελέγχου σχεδόν ταυτίζονται.

Μπορούμε δηλαδή να θεωρήσουμε, ότι η ιεραρχική μέθοδος έχει βοηθήσει αρκετά τους μαθητές στις Γενικές Εξετάσεις οι οποίες σημειωτέον είναι και περισσότερο απαιτητικές.

Επιπλέον το μεγαλύτερο ποσοστό 55,0 % των μαθητών των πειραματικών τμημάτων οι οποίοι γνώρισαν την νέα σειρά την βρήκε πολύ ή λίγο καλύτερη και μόνο το 12,0 % τη βρήκε χειρότερη. Μάλιστα, όσο μικρότερη νοητική ανάπτυξη έχουν οι μαθητές τόσο πιο καλή την βρήκαν, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με την επίδοσή τους στις Γενικές Εξετάσεις.

Επίσης το μεγαλύτερο ποσοστό 64,0 % των μαθητών δήλωσαν ότι ακολούθησε την ιεραρχική μέθοδο, σε συνδυασμό με του βιβλίου και μάλιστα όσο μικρότερη νοητική ανάπτυξη έχουν οι μαθητές, τόσο περισσότερο την ακολούθησαν, σε συνδυασμό πάντα με του βιβλίου.

5.7 ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΣΥΝΤΟΜΟ ΤΕΣΤ ΓΝΩΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΣΕΙΡΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

1. Βρήκες τη σειρά αυτή σε σχέση με του βιβλίου:

λίγο καλύτερη	☐	πολύ καλύτερη	☐
λίγο χειρότερη	☐	πολύ χειρότερη	☐
ούτε χειρότερη, ούτε καλύτερη			☐

2. Πλεονεκτήματα: Βαλε έναν σταυρούς σε όποιο από τα παρακάτω πλεονεκτήματα θεωρείς ότι έπαιξε πρωταρχικό ρόλο στην επιλογή σου στην πρώτη ερώτηση.

- Η διδασκαλία γίνεται από τα απλούστερα στα πιο πολύπλοκα, από τα βασικά στα εξαρτώμενα.
- Δεν απαιτείται από πριν η γνώση εννοιών και αντιδράσεων οι οποίες θα διδαχθούν στη συνέχεια της διδασκαλίας.
- Η νέα σειρά προσφέρεται καλύτερα για συγκρίσεις π.χ. φυσικών και χημικών ιδιοτήτων
- Συγκεντρώνεται η προσοχή σε ένα θέμα.
- Η διδασκαλία δεν είναι μονότονη.
- Η νέα σειρά βοηθάει στην απομνημόνευση.
- Η νέα σειρά προσφέρεται καλύτερα για επαναλήψεις.

Μειονεκτήματα: Βαλε έναν σταυρούς σε όποιο από τα παρακάτω μειονεκτήματα θεωρείς ότι έπαιξε πρωταρχικό ρόλο στην επιλογή σου στην πρώτη ερώτηση.

- Με τη νέα σειρά δεν έχουμε μαζεμένες σε ένα μέρος όλες τις πληροφορίες για μια ένωση ή ομάδα ενώσεων.
- Δεν μπορούν να γίνονται κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ασκήσεις οι οποίες να συνδυάζουν παρασκευές και χημικές ιδιότητες μιας ένωσης
- Δεν υπάρχει με τη νέα σειρά ποικιλία στη διδασκαλία αλλά ασχολούμεθα για μεγάλο διάστημα με το ίδιο θέμα π.χ. μόνο με χημικές ιδιότητες.
- Η νέα σειρά είναι χειρότερη για επαναλήψεις στο τέλος.
- Η νέα σειρά δεν προσφέρεται για συγκρίσεις ομολόγων σειρών.

3. Ακολούθησες τη νέα σειρά στο διάβασμά σου

αποκλειστικά ☐ Σε συνδυασμό με του βιβλίου ☐ καθόλου ☐

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 6ο

ΟΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ: Η ΓΝΩΜΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΜΑΘΗΣΗ

6.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παραδοσιακά, στη περιγραφική χημεία κυρίως της ανόργανης χημείας οι τρόποι παρασκευής, οι φυσικές και οι χημικές ιδιότητες και οι χρήσεις των χημικών στοιχείων και των ενώσεων παρατίθενται απλώς. Αυτή η παράθεση γίνεται συχνά χωρίς κάποια προσπάθεια να εξηγηθούν τα παραπάνω με βάση είτε την απλή σκέψη και λογική, είτε την εμπειρία από την καθημερινή ζωή είτε προηγούμενες γνώσεις ή αναφορές. Τέτοια χημεία δεν μπορεί να την μάθει, να την κατανοήσει και να την θυμάται εύκολα ο μαθητής και καταφεύγει στην παπαγαλία, με αποτέλεσμα να την αντιπαθεί. (Gillespie, 1994). Αυτός είναι ο λόγος που από τη δεκαετία του 1960 τα προγράμματα σπουδών όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στο 2ο κεφάλαιο άρχισαν να περιλαμβάνουν όλο και πιο μικρή ποσότητα περιγραφικής χημείας και αυτό συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Τη θέση της περιγραφικής χημείας στα προγράμματα σπουδών του Γυμνασίου, του Λυκείου αλλά και της γενικής πανεπιστημιακής χημείας κατέλαβαν θεωρητικά και φυσικοχημικής προσέγγισης μαθήματα. Τελευταία όλο και περισσότεροι καθηγητές χημείας συμφωνούν ότι αυτή η μέθοδος έχει αποτύχει, και ότι η περιγραφική χημεία πρέπει να επανέλθει και να καταλάβει τη θέση που της αρμόζει στα προγράμματα σπουδών.

Υπάρχει ένας αριθμός προσπαθειών και προτάσεων οι οποίες έχουν γίνει για τη βελτίωση της διδασκαλίας της περιγραφικής χημείας, με κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα να μην επιστρέψουμε στην διδασκαλία που απαιτούσε την απομνημόνευση χωρίς ταυτόχρονα να εξασφαλίζεται και η κατανόηση των διδασκομένων αντικειμένων (Huddle, B.P. (1987). Προσθήκη μιας ιεραρχικής μεθόδου της περιγραφικής χημείας έχει προταθεί από μας (Tsaparlis, 1994 Tsaparlis και Angelopoulos, 1993). Από την άλλη πλευρά, οι πιο πρόσφατες εκδόσεις ή οι νέες εκδόσεις των εγχειριδίων γενικής χημείας ανταποκρίθηκαν

στην κριτική και καταβάλλεται προσπάθεια να αυξηθεί η ποσότητα της περιγραφικής χημείας που περιλαμβάνεται σε αυτά

6.1 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΙΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΤΗΣ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗΣ

Μέσα στη φιλοσοφία της επιστήμης έχουν υπάρξει ανταγωνιστικές ιδέες γύρω από το τι είναι μια επεξήγηση. Ιστορικά, η επεξήγηση έχει συνδεθεί με την αιτιολόγηση «Για να εξηγήσεις ένα γεγονός ή ένα φαινόμενο πρέπει να προσδιορίσεις την αιτία του». Αλλά με την αύξηση και την εξέλιξη της φιλοσοφίας της επιστήμης τον $20^{ο}$ αιώνα, η έννοια της επεξήγησης άρχισε να λαμβάνει μια πιο αυστηρή και πιο συγκεκριμένη ανάλυση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν οι θεωρίες που προϋποθέτουν την ύπαρξη των μικροσκοπικών μη ορατών σωματιδίων και των διαδικασιών που τα διέπουν (άτομα, πεδία, γονίδια, και ούτω καθεξής). Αυτές έθεσαν ένα δίλημμα: από την μια, η κλασική εμπειρία έπρεπε να απορρίψει τα αόρατα σωματίδια για λόγους αρχής και από τη άλλη, οι θεωρίες οι οποίες αναφέρονται στα αόρατα σωματίδια ήταν σαφές ότι παρήγαγαν επαναστατικά αποτελέσματα. Κατά συνέπεια οι φιλόσοφοι της επιστήμης επιδίωξαν κάποιο τρόπο να χαρακτηρίσουν την προφανή αξία αυτών των θεωριών χωρίς να εγκαταλείψουν τις εμπειρικές αρχές οι οποίες κρίθηκαν κεντρικής σημασίας στην επιστημονική ορθολογιστική ικανότητα

Μια θεωρία της επεξήγησης μπορεί να την ερμηνεύει είτε με ρεαλιστική είτε με γνωσιολογική (δηλαδή αντι- ρεαλιστική) άποψη. Μια ρεαλιστική ερμηνεία της επεξήγησης υποστηρίζει ότι οι φορείς ή οι διαδικασίες ξεκινούν μια επεξήγηση μόνο αν υπάρχει στην πραγματικότητα δηλαδή η επεξήγηση είναι μια ακριβής περιγραφή της εξωτερικής πραγματικότητας. Μια γνωσιολογική ερμηνεία, αντιθέτως, υποστηρίζει ότι τέτοιες οντότητες ή διεργασίες δεν είναι απαραίτητο να υπάρχουν με την κυριολεκτική έννοια του όρου, αλλά είναι απλώς χρήσιμη για την οργάνωση της ανθρώπινης εμπειρίας και των αποτελεσμάτων των επιστημονικών πειραμάτων. Το σημείο της επεξήγηση είναι μόνο για να διευκολυνθεί η κατασκευή ενός συνεπούς εμπειρικού μοντέλου χωρίς κατά ανάγκη, να παρέχει μια ακριβή περιγραφή της πραγματικότητας. Κατά συνέπεια_η επιστημονική_(epistemic) θεωρία της επεξήγησης του Hempel ασχολείται μόνο με τη λογική μορφή, χωρίς να κάνει καμία αναφορά σε οποιαδήποτε φυσική σύνδεση μεταξύ των φαινομένων τα οποία πρέπει να επεξηγούνται και στα γεγονότα τα οποία φέρονται να τα εξηγούν, ενώ ο απολογισμός των πραγματιστών του Salmon υπογραμμίζει ότι οι

πραγματικές διαδικασίες και οι οντότητες είναι εννοιολογικά απαραίτητες για να γίνει κατανοητό πως ακριβώς λειτουργεί μια επεξήγηση.

Σε αντίθεση με αυτές τις θεωρητικές και πρώτιστα επιστημονικές προσεγγίσεις, μερικοί φιλόσοφοι έχουν ευνοήσει μια θεωρία της επεξήγησης που στηρίζεται στον τρόπο που οι άνθρωποι εκτελούν πραγματικά την επεξήγηση. Η συνηθισμένη γλωσσική φιλοσοφία τονίζει την επικοινωνιακή ή γλωσσική πτυχή μιας επεξήγησης, τη χρησιμότητά της στην απάντηση των ερωτήσεων και την προώθηση της κατανόησης μεταξύ δύο ατόμων, ενώ μια προσέγγιση που βασίζεται στη γνωστική επιστήμη υποστηρίζει ότι η επεξήγηση είναι μια καθαρώς γνωστική δραστηριότητα και ένα ορισμένο είδος νοητικής αναπαράστασης το οποίο προκύπτει από αυτήν παρά από τις ενισχύσεις σε αυτήν την δραστηριότητα. Είναι ένα θέμα ισχυρισμού μέσα στη γνωστική επιστήμη εάν η επεξήγηση έχει σωστά σχεδιαστεί ως διαδικασία και τα αποτελέσματα της αναθεώρησης πεποιθήσεων παρά ως ενεργοποίηση των σχεδίων μέσα σε ένα νευρικό δίκτυο.

Τα παραπάνω εστιάζουν στον τρόπο με τον οποίο πρέπει κάποιος να σκέπτεται για την επεξήγηση μέσα στη φιλοσοφία της επιστήμης γιατί αυτός έχει αλλάξει από το 1950. Αρχίζει με τη συζήτηση των φιλοσοφικών ανησυχιών οι οποίες προκάλεσαν την πρώτη θεωρία της επεξήγησης, το παραγωγικό- νομολογικό πρότυπο. Οι συζητήσεις αυτής της θεωρίας και οι τυποποιημένες κριτικές οι οποίες το ακολουθούν σε μια προσπάθεια να τροποποιηθεί, να επεκταθεί ή να αντικατασταθεί αυτό το πρώτο πρότυπο. Υπάρχει ιδιαίτερη έμφαση στις γενικότερες πτυχές της επεξήγησης και στο βαθμό στον οποίο οι πιο πρόσφατες εξελίξεις απεικονίζουν τις προτεραιότητες και τις προϋποθέσεις των διαφορετικών φιλοσοφικών παραδόσεων. Υπάρχουν πολλές σημαντικές πτυχές της επεξήγησης που δεν καλύπτονται, κυρίως από τη σχέση μεταξύ των διαφορετικών τύπων επεξήγησης όπως η τελεολογική, λειτουργική, περιοριστική, ψυχολογική, και ιστορική επεξήγηση οι οποίες υιοθετούνται στους διάφορους κλάδους της ανθρώπινης έρευνας.

Οι περισσότεροι άνθρωποι, συμπεριλαμβανόμενων και των φιλοσόφων, αντιλαμβάνονται την επεξήγηση ως μια απλή αιτιολόγηση. Θεωρούν πολύ απλά και κατά προσέγγιση, ότι για να εξηγηθεί ένα γεγονός ή ένα φαινόμενο αρκεί απλά να προσδιορίσουμε την αιτία που το προκαλεί. Η φύση της αιτιολογίας είναι ένα από τα αιώνια προβλήματα της φιλοσοφίας, έτσι ώστε με βάση αυτό το πλαίσιο θα μπορούσε κανείς να προσπαθήσει αρκετά για να επισημάνει τη σκέψη για τη φύση της επεξήγησης στην αρχαιότητα. (Μεταξύ των αρχαίων, για παράδειγμα, η θεωρία του Αριστοτέλη για την αιτιώδη συνάφεια που εύλογα θεωρείται ως μια θεωρία της επεξήγησης.) Αλλά η ιδέα

ότι η έννοια της επεξήγησης επιτρέπει την ανεξάρτητη ανάλυση πραγματικά δεν άρχισε να παίρνει την πραγματική της θέση μέχρι το 20ό αιώνα. Γενικά, αυτή η αλλαγή εμφανίστηκε ως αποτέλεσμα της γλωσσικής στροφής στη φιλοσοφία. Πιο συγκεκριμένα, ήταν το αποτέλεσμα των φιλοσόφων της επιστήμης που προσπαθούν να κατανοήσουν τη φύση της σύγχρονης θεωρητικής επιστήμης.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι θεωρίες που προϋποθέτουν την ύπαρξη των αόρατων σωματιδίων και των διαδικασιών (παραδείγματος χάριν, άτομα, πεδία, γονίδια, κ.λπ.). Αυτές θέτουν ένα δίλημμα. Αφ' ενός, η σταθερότητα και η πίστη στις απόψεις των εμπειριστών έπρεπε να απορρίψει τα αόρατα σωματίδια για λόγους αρχής αφ' ετέρου, οι θεωρίες ότι η μη δυνατότητα παρατήρησης των μη ορατών σωματιδίων παρήγαγε σαφώς επαναστατικά αποτελέσματα. Ένας δρόμος ήταν απαραίτητος για να χαρακτηρίσει την προφανή αξία αυτών των θεωριών χωρίς να εγκαταλείψει τις αρχές των εμπειρικίστικων (empiricist) αρχών που κρίθηκαν κεντρικές στην επιστημονική ορθολογιστική ικανότητα. Σε αυτό το πλαίσιο έγινε προφανές ότι έπρεπε να υπάρξει διάκριση μεταξύ της κυριολεκτικής αλήθειας μιας θεωρίας και της δύναμής της να εξηγήσει τα φαινόμενα που γίνονται αντιληπτά με τις αισθήσεις. Αν και η διάκριση μεταξύ της αλήθειας και της επεξηγηματικής δύναμης είναι σημαντική, είναι ευάλωτη στις πολλαπλές ερμηνείες, και αυτό παραμένει μια πηγή σύγχυσης ακόμα και σήμερα.

Το πρόβλημα είναι το εξής: Στη φιλοσοφία οι όροι «αλήθεια» και «επεξήγηση» έχουν τόσο ρεαλιστικές όσο και γνωσιολογικές επιστημονικές ερμηνείες. Σε μια ρεαλιστική ερμηνεία η αλήθεια και η επεξηγηματική δύναμη μιας θεωρίας είναι θέματα της επικοινωνίας της γλώσσας με μια εξωτερική πραγματικότητα. Μια θεωρία η οποία είναι αληθινή και επεξηγηματική μας δίνει τη δυνατότητα να δούμε πίσω από την αιτιώδη δομή του κόσμου. Σε μια επιστημονική ερμηνεία, εντούτοις, αυτοί οι όροι εκφράζουν μόνο τη δύναμη μιας θεωρίας να τακτοποιήσει την εμπειρία μας. Μια αληθινή και επεξηγηματική θεωρία τακτοποιεί την εμπειρία μας σε έναν μεγαλύτερο βαθμό από μια ψεύτικη και μη-επεξηγηματική θεωρία. Ως εκ τούτου, κάποιος ο οποίος αρνείται ότι οι επιστημονικές θεωρίες είναι επεξηγηματικές υπό την ρεαλιστική έννοια του όρου θεωρεί ότι δεν είναι επεξηγηματικές υπό τη επιστημονική έννοια. Αντιθέτως, κάποιος που βεβαιώνει ότι οι επιστημονικές θεωρίες είναι επεξηγηματικές υπό τη επιστημονική έννοια θεωρεί ότι είναι επεξηγηματικές και υπό την ρεαλιστική έννοια Η αποτυχία να διακριθούν αυτές οι δύο έννοιες «της επεξήγησης» μπορεί και ενθαρρύνει τις διαφωνίες οι οποίες έχουν αμιγώς σημασιολογικό χαρακτήρα.

Ένας κοινός τρόπος τη διάκριση μεταξύ της αλήθειας και της επεξήγησης είναι να ειπωθεί ότι οι θεωρίες που αναφέρονται στα αόρατα σωματίδιο μπορούν να εξηγήσουν τα φαινόμενα, αλλά δεν είναι κυριολεκτικά αληθινές. Ένας δεύτερος τρόπος είναι να ειπωθεί ότι αυτές οι θεωρίες είναι αληθινές, αλλά δεν εξηγούν πραγματικά τα φαινόμενα. Αν και αυτές οι δηλώσεις είναι επιφανειακά αντιφατικές, μπορούν και οι δύο να συνδεθούν στην ίδια βασική άποψη της φύσης των επιστημονικών θεωριών. Αυτό, που είναι τώρα εύκολο να δει κανείς, είναι ότι οι όροι «αλήθεια» και «επεξήγηση» χρησιμοποιούνται διαφορετικά σε κάθε δήλωση. Στον πρώτο, «η επεξήγηση» χρησιμοποιείται επιστημονικά και «η αλήθεια» ρεαλιστικά και στο δεύτερο, «η επεξήγηση» χρησιμοποιείται ρεαλιστικά και «αλήθεια» επιστημονικά. Αλλά και οι δύο δηλώσεις λένε κατά προσέγγιση το ίδιο πράγμα, δηλαδή, ότι μια επιστημονική θεωρία μπορεί να γίνει αποδεκτή όπως παρουσιάζεται, έχοντας ορισμένη επιστημονική αξία χωρίς απαραιτήτως να γίνει δεκτό ότι οι μικροσκοπικές οντότητες που αναφέρεται παραπάνω υπάρχουν πραγματικά. (Αυτή η άποψη είναι γνωστή ως αντι-ρεαλισμός.)

Ένας από τους πρώτους επιστήμονες φιλοσόφους του 20ού αιώνα, ο Pierre Duhem, εκφράστηκε σύμφωνα με την τελευταία ερμηνεία όταν διατύπωσε:

«Μια φυσική θεωρία δεν είναι μια επεξήγηση. Είναι ένα σύστημα των μαθηματικών προτάσεων, που συνάγεται από έναν μικρό αριθμό αρχών, οι οποίες στοχεύουν στο να αντιπροσωπεύσουν όσο πιο απλά, όσο πιο ρεαλιστικά και όσο το δυνατόν ακριβέστερα μια σειρά από πειραματικούς νόμους». (1962).

Ο Duhem υποστήριξε ότι:

«Το να εξηγεί κανείς κάτι είναι σαν να πρόκειται να γδύσει την πραγματικότητα και να εμφανιστούν αυτά που καλύπτονται, όπως γίνεται όταν ένα πέπλο απομακρύνεται, προκειμένου να δει ο ίδιος γυμνή την πραγματικότητα, , (op.cit.: p19)»

Η επεξήγηση ήταν στόχος της μεταφυσικής, και όχι της επιστήμης. Η επιστήμη, σύμφωνα με τον Duhem, δεν κατανοεί την πραγματικότητα, αλλά μόνο δίνει τη διαταγή να εμφανιστεί. Εντούτοις, η επόμενη άνοδος της αναλυτικής φιλοσοφίας και, ειδικότερα, του λογικού θετικισμού κατέστησε μη δημοφιλή την αποδοχή Duhem της κλασσικής μεταφυσικής. Η πεποίθηση ότι μακριά από την ύπαρξη επεξήγησης, η μεταφυσική ήταν χωρίς νόημα αυξήθηκε, στο μέτρο που διατύπωσε τις αξιώσεις οι οποίες δεν είχαν καμία επίπτωση στην εμπειρία.

Μέχρι τη στιγμή που ο Carl Hempel (ο οποίος, ως λογικός θετικιστικής, ήταν ακόμη ουσιαστικά ένας αντι-ρεαλιστής για μη παρατηρήσιμες οντότητες) άρθρωσε την πρώτη

πραγματική θεωρία της επεξήγησης (1948) η επεξηγηματική ισχύς της επιστήμης ήταν δυνατόν να προβλεφθεί.

Για να εξηγηθούν τα φαινόμενα στον κόσμο της εμπειρίας μας, και να απαντήσουμε εκτός από το ερώτημα «τι», και στο ερώτημα «γιατί» ένας είναι από τους σπουδαιότερους στόχους όλης της λογικής έρευνας και ειδικά της επιστημονικής έρευνας, στους διάφορους κλάδους να προσπαθεί να προχωρήσει πέρα από μια απλή περιγραφή του περιεχομένου της παρέχοντας μια επεξήγηση των φαινομένων που ερευνά. (Hempel και Oppenheim 1948).

Για τον Hempel, που απαντά στην ερώτηση «γιατί», όπως και για τον Duhem, δεν περιλαμβάνουν μια έκκληση για μια πραγματικότητα πέρα από κάθε εμπειρία..

Ο Hempel υιοθετεί τη επιστημονική αίσθηση της επεξήγησης. Γι 'αυτόν το ερώτημα «γιατί», ήταν μια έκφραση της ανάγκης να αποκτηθεί ο προφητικός έλεγχος της μελλοντικής εμπειρίας μας, και η αξία μιας επιστημονικής θεωρίας ήταν να μετρηθεί με βάση την ικανότητά της να παραγάγει αυτό το αποτέλεσμα

6.1.1 Η επεξήγηση και η πρόγνωση ως συστατικά στοιχεία και η σημασίας τους στις «φυσικές έννοιες»

Η επεξήγηση και η πρόγνωση είναι γενικά ευυπόληπτες από τους επιστημολόγους ως φυσικό κριτήριο διεπιστημονικότητας των φυσικών θεωριών και ως συστατικό ακόμη και της σκοπιμότητας των επιστημών. Το πρώτο κριτήριο συνδέεται με την κατανόηση του κόσμου και το δεύτερο με τη δυνατότητα επέμβασης στο κόσμο και άρα στην αποτελεσματικότητα.

Τα δύο κριτήρια δείχνουν να έχουν εκτιμηθεί εναλλακτικά στην ιστορία των επιστημών και στη κυριαρχία του ενός ή του άλλου προσδιορίζεται, κατά τον Halbwachs (1970), η δομή και το σχήμα αυτού που οι επιστήμονες θεωρούσαν κάθε εποχή ως επεξήγηση

Για τον Halbwachs, η επεξήγηση στις φυσικές επιστήμες είναι το κεντρικό πρόβλημα της φιλοσοφίας των επιστημών και σε τέτοιο βαθμό που η γενική κατηγορία, ισοδυναμεί σε μια απάντηση του συνόλου στο κεντρικό πρόβλημα της επιστημολογίας, όσων αφορά την αξίας της επιστημονικής γνώσης.

Διακρίνει δύο κατηγορίες επεξήγησης την ετερογενή επεξήγηση και την ομογενή επεξήγηση που συμπληρώθηκαν αργότερα από μια τρίτη, τη βαθυγενή επεξήγηση.

Παραδέχεται ότι οι δυο τύποι επεξήγησης αλληλοδιαδέχονται και αλληλοσυμπληρώνονται στη διάρκεια της ανάπτυξης των επιστημονικών γνώσεων. Η ετερογενής επεξήγηση εκφράζει την αλληλεπίδραση των δυο συστημάτων του οποίου το πρώτο θεωρείται ως δράστης (αίτιο) και το δεύτερο ως παθών (αποτέλεσμα), αντίστοιχα προς την αιτιατή πιαζέτεια επεξήγηση στο ψυχολογικό σχέδιο,. Η ομογενής επεξήγηση στηρίζεται στα χαρακτηριστικά «κατηγορηματικά της απλότητας της συμμετρίας και πιο πολύ της ομορφιάς» των φυσικών νόμων. Αυτά είναι τα χαρακτηριστικά των νόμων σε τρόπον ώστε η προγνωστική του δυνατότητα να ενδύει τους φυσικούς νόμους με επεξηγηματική αξία. Σε αντίθεση αυτής της ιδέας όπως την έχει συλλάβει ο Halbwachs ο θετικισμός αρνείται στην επεξήγηση μια σημαντική θέση στην ανοικοδόμηση των φυσικών θεωριών. Για ορισμένους θετικιστές η επεξήγηση αναζητεί τη μεταφυσική. Κατά τον Duhem (1906) π.χ. μια θεωρία φυσικής δεν είναι επεξήγηση. Θεωρείται ως η οικονομία της σκέψης και ως φυσική ταξινόμηση. Δεν εξυπηρετεί λοιπόν παρά μόνο στη δράση και στην πρόγνωση των φαινομένων.

Ο S. Toulmin (1973) αξιολογεί την επεξήγηση ως κριτήριο επιστημονικότητας των φυσικών θεωριών, και κατακρίνει σθεναρά της προγνωστικές θεωρίες της επεξήγησης. Για τον Toulmin η πρόγνωση δεν είναι ενδιαφέρουσα παρά στο μέτρο που οδηγεί σε θεωρητικά επίπεδα πιο δουλεμένα.

Στη γνωστική ψυχολογία, κυρίως στη σχολή Piaget η αιτιότητα συνδέεται με τις λογικο-μαθηματικές δομές του υποκειμένου και είναι συνώνυμη της επεξήγησης στις φυσικές επιστήμες.

«Η παραγωγή ενός νεωτερισμού εμφανίζεται κάθε φορά σε όλα τα επίπεδα και σε όλα τα σχήματα ως συμπερασματική (ενοχοποιητική), διότι το αποτέλεσμα είναι καινούργιο σε σχέση με το αίτιο το οποίο το προκάλεσε και άρα υπάρχει μετασχηματισμός. Από την άλλη μεριά, μια σύνδεση χωρίς την οποία δεν θα μπορούμε να μιλάμε για αιτιότητα είναι απαραίτητη. Με άλλα λόγια, στην όλη αιτιατή επεξήγηση αναγνωρίζονται πάντα αυτές οι δύο ασύνδετες και αλληλέγγυες όψεις, ενός μετασχηματισμού από τη μία και μια διατήρηση από την άλλη»

Στην ερώτηση να γνωρίζει κανείς αν η εσωτερική αναγκαιότητα μιας δομής είναι καθαρά λογικο-μαθηματική ή εκφράζει τον ένα εκ των δύο χαρακτήρων του ίδιου του πραγματικού, ο Piaget απαντά:

«Για ψυχογενετικούς λόγους, δεν πιστεύουμε σε προβεβλημένα μοντέλα στα οποία μπορούμε να προσδώσουμε στο μέτρο του δυνατού μέρος της δομής τους στην ίδια την πραγματικότητα»

Αυτή η θεώρηση του Piaget ενώνει εδώ την ρεαλιστική θέση κατά την οποία μπορούμε να απελευθερώσουμε τις αληθινές δομές από το πραγματικό. Αλλά αν η πραγματική πιαζέτια θέση επιβάλλεται για ψυχογενετικούς λόγους, το φιλοσοφικό σχέδιο δεν εκφράζει παρά μια των δυνατών επιλογών. Μια άλλη ιδανική επιλογή μπορεί να είναι επίσης το ίδιο δυνατή «Η πεποίθηση στην ύπαρξη αληθινών ρεαλιστικών δομών, τέτοιες ώστε να μπορεί να τις διανοείται κανείς δεν αποδεικνύουν τίποτε άλλο από την ύπαρξή νοητικών δομών».

Η πιαζέτεια σχολή εξάσκησε ορισμένη επίδραση στην περιοχή της λογικής και της επιστημολογίας των φυσικών επιστημών στα θέματα τα οποία σχετίζονται με την επεξήγηση. Έτσι ο Grize J.B (1982) υιοθετεί μια σημασία πολύ περιοριστική της επεξήγησης αρνούμενος ακόμη και στη θεωρία μια επεξηγηματική δυνατότητα.

«Με τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνεται μια τέτοια θεωρία δεν συνιστά πια από μόνη της την επεξήγηση αλλά η αλληλουχία μεταξύ των θεωριών που η καθεμία ξεπερνά την προηγούμενη και αποκτά έτσι καινούργια στοιχεία. Κάθε φορά όμως διατηρεί όλα τα παλιά στοιχεία και από αυτό εξηγεί τον νεοτερισμό».

Ο Halbwachs (1971) βαθειά επηρεασμένος από τον Piaget, εκφράζει την προτίμηση στην ετερογενή επεξήγηση, που αντιστοιχεί από ψυχολογικής άποψης στην αιτιατή πιαζέτεια επεξήγηση. Η επεξήγηση κατά αυτόν είναι καθαρά διατυπωμένη με αιτιατή άποψη και στηρίζεται (ειδικά της φυσικής) πάνω στην απλή αιτιότητα:

Εξορισμού δεν μπορούμε να μιλήσουμε καθαρά για σχετική επεξήγηση σε ένα σύνολο γεγονότων ή νόμων του φυσικού κόσμου, η όποια, εφόσον βρισκόμαστε σε παρουσία μιας έκφρασης (μιας θεωρίας) επιτρέπει να προβλέψουμε έργα νέα ποιοτικά σε σχέση με αρχικά έργα. Αντίθετα ανασύρει ένα καινούργιο δεσμό μεταξύ των γεγονότων τα οποία εμφανίζονται αρχικά ποιοτικώς διαφορετικά.

Εντούτοις οι διαφορετικές διιστάμενες ιδέες, πάνω στο θέμα ποιος είναι ο ρόλος της επεξήγησης στις επιστήμες, συμφωνούν στο χαρακτηρισμό των επεξηγήσεων από την άποψη της αιτιότητας. Έτσι είναι γενικώς παραδεκτό από τους επιστημολόγους ότι η φυσική του τέλους του 19^{ου} και του 20^{ου} αιώνα μοιάζει ποιοτικά και κατηγορηματικά στην αριστοτελική φυσική.(Duhem 1902, Halbwachs 1970, Kuhn 1971). Ο Kuhn παραδέχεται ότι οι δύο αριστοτελικές κατηγορίες εξηγούν τη συμπεριφορά της φύσης. Τα κατηγορικά

αίτια, στα οποία αναμιγνύονται τα τελικά αίτια εξηγούν την τάξη της φύσης και τα ποιοτικά αίτια την απομάκρυνση από αυτήν την τάξη.

6.1.2 Έννοιες οι οποίες έχουν εισαχθεί για τη μελέτη των επεξηγήσεων των μαθητών.

Παρόλες τις διαμάχες των διαφόρων ρευμάτων η επιστημολογική άποψη την οποία κατακρατούμε για την επεξήγηση και την πρόγνωση παίζει θεμελιώδη ρόλος στη δόμηση των θεωριών της φυσικοχημείας.

Χωρίς την επεξήγηση η θεωρία θα ήταν φτωχή, χωρίς την πρόγνωση (εξέλιξη του φαινομένου) θα ήταν ανίσχυρη. Η πρόβλεψη είναι ακόμα πιο σημαντική να γίνεται στο πλαίσιο μιας επεξηγηματικής θεωρίας. Το ίδιο μια επεξήγηση είναι ακόμη πιο σημαντική να επιτρέπει την πρόγνωση και την ανακάλυψη ποιοτικά καινούργιων έργων.

6.1.3 Αιτιότητα και επεξήγηση

Ο Halbwachs κάνει μια κάποια διάκριση μεταξύ αιτιότητας και επεξήγησης αλλά μοιάζουν αυτές οι δύο κατηγορίες να είναι συγκεχυμένες στην περίπτωση των αμοιβαίων και κυκλικών αιτιοτήτων. Δύσκολο άλλωστε να συνταυτιστούν στην συμπεριφορά των μαθητών. Βρίσκουμε έτσι πιο πρόσφορο να ξαναπάρουμε στην ανάλυσή μας τους αριστοτελικούς λόγους. Θεωρούμε τους λόγους (ή αρχές) τέτοιους όπως τους εννοεί ο Αριστοτέλης στο $2^{ο}$ βιβλίο του της φυσικής. Εκλαμβάνουμε αυτές τις αρχές (υλικά, αιτίες, ποιοτικά κατηγορηματικά και τελικά) ως αιτιότητες οι οποίες δημιουργούν το υπόστρωμα για τις επεξηγήσεις.

Αλλά κάνουμε μια ριζική διάκριση μεταξύ αιτιότητας και επεξήγησης. Στην τελευταία υπεισέρχονται οι καθαρές εννοιολογικές όψεις στις φυσικές επιστήμες. Η επεξήγηση συνδέεται με την αιτιότητα και θεωρείται ως δυναμική διεξαγωγή αυτής στο μέτρο όπου εξελίσσεται και εμπλουτίζεται από την εισαγωγή νέων εννοιών και σχέσεων όταν αυτές οι τελευταίες συσχετίζονται μεταξύ τους.

Για τη μελέτη της λειτουργίας των γνώσεων στις φυσικές επιστήμες οδηγούμαστε να ξεκαθαρίσουμε τις κατηγορίες της επεξήγησης. Παραδεχόμαστε την επεξήγηση ως μια έννοια πλατιά και τη χαρακτηρίζουμε ως κινητήρα της δικαιολόγησης (θεωρία, διεξαγωγή, μεταφορά, μηχανισμός, στοιχειώδης σημασιολογική αναλογία, συντακτική αναλογία).

Μοντέλο το οποίο συνιστά τον πυρήνα της επεξηγηματικής δομής η οποία ενεργεί για να εξηγήσει ένα φαινόμενο. Κάθε κινητήρας αιτιολόγησης χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο εννοιολογικών στοιχείων του λόγου (ιδέα, έννοια, μέγεθος, γεγονός, φαινόμενο, ιδιότητα, πράγμα, οντότητα, έργο κλπ.).

6.2 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο της έρευνας, εξετάζουμε το ρόλο που παίζει η εξήγηση για την καλύτερη εκμάθηση της περιγραφικής χημείας, τόσο στην οργανική όσο και στην ανόργανη χημεία. Με την βοήθεια ενός ερωτηματολογίου έχουμε καταγράψει τις απόψεις μαθητών της τελευταίας τάξεις του λυκείου από αστικές περιοχές κυρίως του Λεκανοπεδίου της Αττικής και πρωτοετών φοιτητών του χημικού τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Με το ερωτηματολόγιο αυτό καταγράφονται οι απόψεις μαθητών και σπουδαστών ως προς τον βαθμό που οι εξηγήσεις τους διευκολύνουν ή όχι στην καλύτερη κατανόηση των φαινομένων και άρα την ευκολότερε εκμάθηση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των χημικών ενώσεων.

Στο ερωτηματολόγιο δίνονται τρία παραδείγματα φυσικών ιδιοτήτων και τέσσερα παραδείγματα χημικών αντιδράσεων από το σχολικό βιβλίο Χημείας της Γ' λυκείου (ΧΗΜΕΙΑ Παύλου Οδ. Σακελλαρίδη έκδοση Ευγενιδίου Ιδρύματος ΑΘΗΝΑ 1992). Κάποια από τα παραδείγματα αυτά περιέχουν και εξηγήσεις. όπως αυτές δίνονται στο σχολικό βιβλίο (με κάποιες πρόσθετες πληροφορίες από μας σε κάποια παραδείγματα). Άλλα πάλι από τα παραδείγματα δεν έχουν εξηγήσεις. Στις περιπτώσεις αυτές δίνουμε εμείς εξηγήσεις. Αυτό που ζητούσαμε από τους μαθητές ή τους σπουδαστές ήταν να διαβάσουν με προσοχή τα παραδείγματα και τις εξηγήσεις οι οποίες υπήρχαν σε κάθε παράδειγμα και να απαντήσουν σε μία από τις τρεις παρακάτω απαντήσεις
α. Με διευκολύνει, β Με αφήνει αδιάφορο/-η, γ Θα προτιμούσα να έλειπε

Δηλαδή τους ζητούσαμε να μας απαντήσουν αν οι εξηγήσεις αυτές τους διευκολύνουν ή όχι στη μάθηση αυτών των γνώσεων. Ως μάθηση εννοούμε αφενός την κατανόηση αφετέρου την ευκολότερη και καλύτερη συγκράτηση στη μνήμη. Επίσης στο ερωτηματολόγιο και μέσα σε πλαίσια υπήρχαν αποσπάσματα από το σχολικό βιβλίο σχετικά με την ιδιότητα για την οποία δινόταν η εξήγηση.

Παράλληλα πολλοί από τους μαθητές επειδή μετέχουν και στα υπόλοιπα μέρη της παρούσας έρευνας έχουν υποβληθεί και στα τρία ψυχομετρικά τεστ τα οποία αναφέρονται

στο τρίτο κεφάλαιο της έρευνας αυτής. Έτσι για τους μαθητές αυτούς έγινε ξεχωριστή μελέτη και στατιστική επεξεργασία για να διαπιστωθεί αν αυτοί που διευκολύνονται στη μάθηση των γνώσεων από τις εξηγήσεις σε ποια κατηγορία ανήκουν ως προς τα ψυχομετρικά χαρακτηριστικά Επίσης η έρευνα επεκτάθηκε και σε δύο ακόμα χαρακτηριστικά. Τη δέσμη που ακολούθησαν οι μαθητές καθώς και το φύλλο στο οποίο ανήκουν.

6.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

6.3.1 Το ερώτημα και η υπόθεση

Με την μελέτη αυτή θέλουμε να ελέγξουμε αν οι εξηγήσεις των φυσικών και χημικών φαινομένων διευκολύνουν ή όχι την κατανόηση με αποτέλεσμα την καλύτερη εκμάθηση τους. Η απάντηση του ερωτήματος αυτού θα βοηθήσει ώστε αν οι εξηγήσεις βοηθούν την μάθηση θα πρέπει να αναφέρονται πάντα στα σχολικά εγχειρίδια.

Ακόμα με τη βοήθεια των ψυχομετρικών παραμέτρων μπορούμε να προσδιορίσουμε ποια ψυχομετρικά χαρακτηριστικά έχουν οι μαθητές εκείνοι που προτιμούν περισσότερο της εξηγήσεις γιατί προφανώς τους διευκολύνουν

Τα ερωτήματα στα οποία πρέπει να δώσουμε απάντηση είναι:

1. Οι εξηγήσεις διευκολύνουν ή όχι τους μαθητές στην κατανόηση των φυσικών και χημικών φαινομένων με αποτέλεσμα την ευκολότερη και καλύτερη συγκράτηση στη μνήμη των γνώσεων αυτών;

2. Οι μαθητές ανάλογα τις τρείς ψυχομετρικές παραμέτρους στις οποίες ανήκουν θεωρούν ότι οι επεξηγήσεις τους διευκολύνουν στη μάθηση περισσότερο ή όχι και αυτή η διαφορά αν υπάρχει είναι στατιστικώς σημαντική;

3. Οι μαθητές ανάλογα τη δέσμη που ακολουθούν ή το φύλο στο οποίο ανήκουν θεωρούν ότι οι επεξηγήσεις τους διευκολύνουν στη μάθηση περισσότερο ή όχι και αυτή η διαφορά αν υπάρχει είναι στατιστικώς σημαντική;

6.3.2. Ο σχεδιασμός

Στο υποκεφάλαιο 6.8 στο τέλος αυτού του κεφαλαίου εμφανίζεται το ερωτηματολόγιο που σχεδιάστηκε για το τμήμα αυτό της έρευνας. Δόθηκε σε όλους τους μαθητές οι οποίοι

μετείχαν και στα άλλα τμήματα της έρευνας αυτής και για τους οποίους γνωρίζουμε και την κατάταξή τους στις τρεις ψυχομετρικές παραμέτρους.

Θέλοντας όμως να διευρύνουμε το δείγμα για το τμήμα αυτό της έρευνας το ερωτηματολόγιο δόθηκε και σε μαθητές άλλων σχολείων οι οποίοι το απάντησαν χωρίς όμως να υποβληθούν στα ψυχομετρικά τεστ γιατί δεν μα δινόταν η δυνατότητα αυτή.

6.3.3. Το δείγμα

Το ερωτηματολόγιο της μελέτης αυτής δόθηκε σε μαθητές στα δημόσια σχολεία τις σχολικές χρονιές 1991-92, 1992-93, 1993-94 και 1994-95, ενώ στα φροντιστήρια τις σχολικές χρονιές 1993-94 και 1994-95. Σε. αυτήν μετείχαν μαθητές έξι δημοσίων σχολείων και δύο φροντιστηρίων.

Τα δημόσια σχολεία ήταν το Πειραματικό Λύκειο της Ιωνιδείου Σχολής στον Πειραιά, το Πειραματικό Λύκειο της Ευαγγελικής Σχολής Σμύρνης στη Ν. Σμύρνη, το 2^{ο} Λύκειο Σαλαμίνας στη Σαλαμίνα, το Ενιαίο Πολυκλαδικό Λύκειο Πειραιά, το 28^{ο} Λύκειο Αθηνών και το Πειραματικό Λύκειο της Ζωσιμαίας Σχολής Ιωαννίνων. Τα πειραματικά λύκεια καθώς και το Ενιαίο Πολυκλαδικό Λύκειο παίρνουν μαθητές χωρίς περιορισμό στον τόπο διαμονής τους με κλήρωση Έτσι έχουν μαθητές από μια μεγάλη αστική περιοχή του Νομού Αττικής και των Ιωαννίνων που περιλαμβάνει όλες τις οικονομικές τάξεις. Το 28^{ο} Λύκειο Αθηνών παίρνει μαθητές από το Παγκράτι μια πυκνοκατοικημένη περιοχή της Αθήνας. Το λύκειο της Σαλαμίνας έχει μαθητές από το νησί αυτό που είναι αστική περιοχή λίγο απομακρυσμένη από το μεγάλα αστικό κέντρα της Αθήνας και του Πειραιά. Από την σύνθεση των μαθητών των σχολείων που έγινε η έρευνα φαίνεται ότι το δείγμα των δημοσίων σχολείων είναι ένα τυχαίο δείγμα από αστική περιοχή.

Τα φροντιστήρια τώρα που διεξήχθη η έρευνα ήταν το «Μεθοδικό». στο κέντρο της Αθήνας και το «Πρίσμα». στο κέντρο του Πειραιά. Τα φροντιστήρια στο κέντρο Αθήνας και Πειραιά δέχονται μαθητές από όλο σχεδόν τον Νομό Αττικής. Όπως φαίνεται από. τα παραπάνω και το δείγμα των φροντιστηρίων είναι ένα τυχαίο δείγμα από αστική περιοχή.

Από την σύνθεση των μαθητών που αποτελούν το δείγμα της έρευνας γίνεται φανερό ότι τα συμπεράσματα που θα βγουν από. την έρευνα αυτή θα αφορούν μόνο αστικές περιοχές.

Ο αριθμός των μαθητών που πήραν μέρος στην έρευνα αυτή ήταν συνολικά N = 397. Όλοι ήταν μαθητές Γ΄ τάξεως Λυκείου, (17–18 ετών) υποψήφιοι φοιτητές Α΄ δέσμης (Πολυτεχνείο, Θετικές Επιστήμες, Γεωπονία) και Β΄ δέσμης (Ιατρική, Φαρμακευτική).

Οι φοιτητές που απάντησαν το ερωτηματολόγιο ήταν πρωτοετείς του Χημικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Μπορεί να προέρχονται από οποιαδήποτε περιοχή της Ελλάδος αλλά αυτή δεν μας είναι γνωστή. Οι περισσότεροι στατιστικά θα προέρχονται από αστικές περιοχές. Ο αριθμός τους ήταν συνολικά N = 126

6.3.4. Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα τις τρείς ψυχομετρικές παραμέτρους.

Οι περισσότεροι μαθητές του δείγματος, πριν απαντήσουν στο ερωτηματολόγιο που σχεδιάστηκε για το τμήμα αυτό της έρευνας είχαν υποβληθεί στα ψυχομετρικά τεστ γιατί μετείχαν και στα άλλα τμήματα της έρευνας αυτής.

Ανάλογα την επίδοση τους στα ψυχομετρικά τεστ οι μαθητές κατατάχθηκαν σε ομάδες. Οι ομάδες αυτές ανά ψυχομετρική παράμετρο εμφανίζονται στους παρακάτω πίνακες.

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΑΘΗΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET

Επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget	Πλήθος
Συγκεκριμένοι	**N = 27**
Μεταβατικοί	**N = 62**
Τυπικοί Α	**N = 69**
Τυπικοί Β	**N = 65**
Σύνολο	**N = 223**

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΑΘΗΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

Βαθμός ανεξαρτησίας από το πεδίο	Πλήθος
Εξαρτώμενοι πεδίου	N = 55
Ενδιάμεσοι	N = 160
Ανεξάρτητοι πεδίου	N = 63
Σύνολο	N = 278

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΑΘΗΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Χωρητικότητα μνήμης εργασίας	Πλήθος
X = 4	N = 119
X = 5	N = 88
X = 6	N = 52
Σύνολο	N = 259

6.4 Η ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

6.4.1 Μαθητές δημόσιων σχολείων και φροντιστηρίων

Η ερεύνα στα δημόσια σχολεία και τα φροντιστήρια διεξήχθη για τρεις σχολικές χρονιές, 92-93, 93-94 και 94-95. Κάθε χρονιά ακολουθήθηκαν οι ίδιες διαδικασίες όπως αυτές αναφέρονται στον σχεδιασμό στο υποκεφάλαιο 6.3.2..

Κάθε σχολική χρονιά στους μαθητές οι οποίοι μετείχαν και στα άλλα τμήματα της έρευνας αυτής και για τους οποίους γνωρίζουμε και την κατάταξή τους στις τρεις ψυχομετρικές παραμέτρους τους δόθηκε να απαντήσουν το ερωτηματολόγιο το οποίο φαίνεται στο υποκεφάλαιο 6.8 στο τέλος αυτού του κεφαλαίου. Το ίδιο ερωτηματολόγιο δόθηκε και σε μαθητές τριών άλλων δημόσιων σχολείων οι οποίοι δεν μετείχαν στα άλλα μέρη της έρευνας. Για αυτούς δεν γνωρίζουμε την κατάταξή τους στις ψυχομετρικές παραμέτρους παρά μόνο την δέσμη που ακολουθούσαν και το φύλο τους.

Οι απαντήσεις από τα ερωτηματολόγια επεξεργαστήκαν με τον τρόπο ο οποίος φαίνεται πιο κάτω στο υποκεφάλαιο 6.5.

6.4.2 Φοιτητές

Το ίδιο ερωτηματολόγιο απαντήθηκε και από τους φοιτητές του Τμηματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων αμέσως μόλις ξεκίνησαν τα μαθήματα του πρώτου έτους. Δηλαδή είχαν πολύ πρόσφατη την εμπειρία από τις εισαγωγικές εξετάσεις για το πανεπιστήμιο και ουσιαστικά οι γνώσεις τους στη χημεία ήταν ακόμα αυτές του απόφοιτου λυκείου.

6.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Για να απαντήσουμε στα τρία ερωτήματα που τέθηκαν στο τμήμα αυτό της έρευνας συγκεντρώθηκαν για κάθε ομάδα μελέτης οι απαντήσεις τις οποίες έδωσαν οι μαθητές για κάθε ερώτηση είτε στις φυσικές είτε στις χημικές ιδιότητες. Για διαπιστώσουμε αν κάποια από τις τρείς δυνατές απαντήσεις τις οποίες είχαν να επιλέξουν οι μαθητές στην ίδια ερώτηση παρουσιάζει στατιστικώς σημαντική διαφορά χρησιμοποιήσαμε τη δοκιμασία του χ^2. Η δοκιμασία χ^2 εδώ χρησιμοποιείται ως τεστ ομοιογένειας για τις τρείς δυνατές απαντήσεις σε κάθε ερώτηση. Δηλαδή η τιμή του τεστ χ^2 υπολογίστηκε για να διαπιστώσουμε αν οι υπερπληθυσμοί όπως χωρίζονται ανάλογα την απάντηση που προτιμούν σε κάθε ερώτηση παρουσιάζουν ομοιογένεια ή όχι. Ο υπολογισμός αυτός έγινε σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,1 για κάθε μία από τις ομάδες στις οποίες χωρίζονται οι μαθητές ανάλογα τις ψυχομετρικές παράμερους, τη δέσμη και το φύλο .

Οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν σε προσωπικό υπολογιστή με το στατιστικό πακέτο SPSS for Windows version 8.0, ενώ τα διαγράμματα με το Microsoft Office Excel 2003

Τα αποτελέσματα από τις στατιστικές αυτές αναλύσεις εμφανίζονται πιο κάτω στο υποκεφάλαιο 6.6 στους πίνακες 1 έως και 8.

6.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.6.1 Μαθητές δημόσιων σχολείων και φροντιστηρίων

Οι μαθητές οι οποίοι έχουν απαντήσει στο ερωτηματολόγιο και αποτελούν το δείγμα στο κομμάτι αυτό της έρευνας προέρχονται από δημόσια σχολεία αλλά και φροντιστήρια. Για όλους γνωρίζουμε την δέσμη που ακολουθούσαν. Για τις τρείς ψυχομετρικές παραμέτρους ο αριθμός του δείγματος ποικίλει ανάλογα την δυνατότητα που είχαμε να υποβληθούν οι μαθητές στα αντίστοιχα τεστ. Για τους 59 μαθητές της Ζωσιμαίας Σχολής δεν γνωρίζουμε ούτε το φύλο.

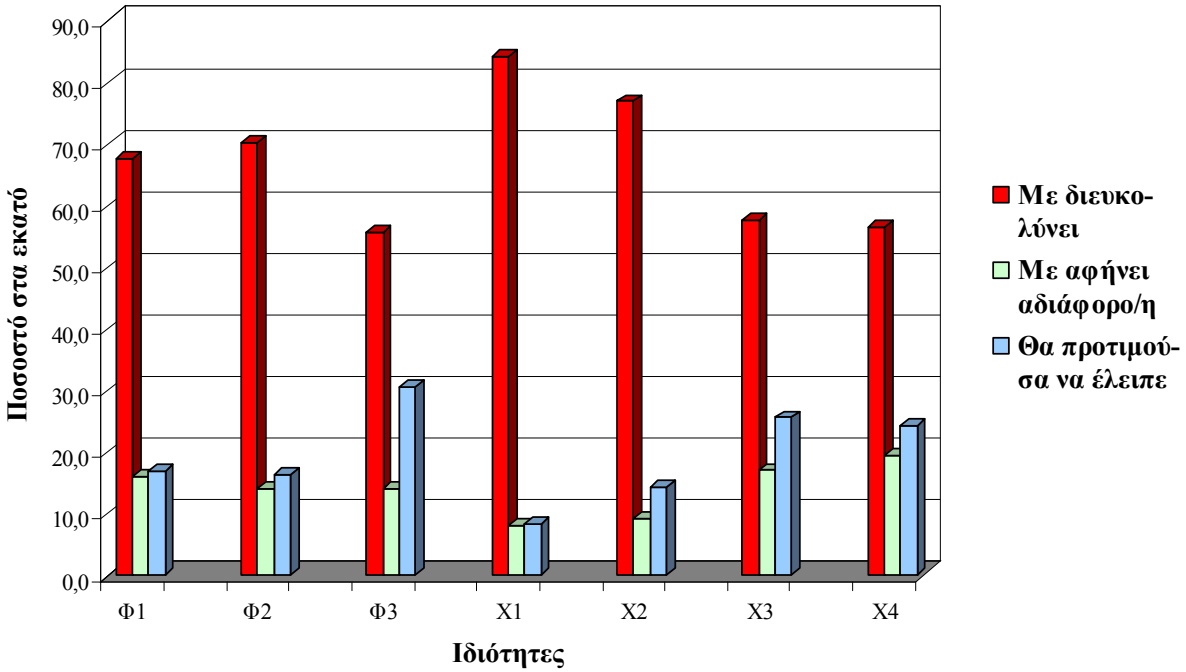
Πιο κάτω φαίνονται οι πίνακες με τα ποσοστά απαντήσεων ανά ερώτηση και την στατιστική επεξεργασία όπου έχει γίνει καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6.1

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΝ ΟΙ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΟΥΣ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΟΥΝ Η ΟΧΙ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥΣ

Ιδιότητα	Δυνατή απάντηση	Στο σύνολο των μαθητών	
		Ν = 397	
		Ν	Π %
1η Φυσική	Με διευκολύνει	268	67,51
	Με αφήνει αδιάφορο/η	63	15,87
	Θα προτιμούσα να έλειπε	66	16,63
2η Φυσική	Με διευκολύνει	278	70,03
	Με αφήνει αδιάφορο/η	55	13,85
	Θα προτιμούσα να έλειπε	64	16,12
3η Φυσική	Με διευκολύνει	221	55,67
	Με αφήνει αδιάφορο/η	55	13,85
	Θα προτιμούσα να έλειπε	121	30,48
1η Χημική	Με διευκολύνει	334	84,13
	Με αφήνει αδιάφορο/η	31	7,81
	Θα προτιμούσα να έλειπε	32	8,06
2η Χημική	Με διευκολύνει	305	76,83
	Με αφήνει αδιάφορο/η	36	9,07
	Θα προτιμούσα να έλειπε	56	14,11
3η Χημική	Με διευκολύνει	229	57,68
	Με αφήνει αδιάφορο/η	67	16,88
	Θα προτιμούσα να έλειπε	101	25,44
4η Χημική	Με διευκολύνει	224	56,42
	Με αφήνει αδιάφορο/η	77	19,40
	Θα προτιμούσα να έλειπε	96	24,18

Ν = πλήθος μαθητών, Π % = ποσοστό στα εκατό



Διάγραμμα 6.1: Όλο το δείγμα Ν = 397. Φαίνεται το ποσοστό των απαντήσεων για κάθε ιδιότητα χωριστά και για το σύνολο των μαθητών.

Όπως μπορεί κανείς να διαπιστώσει από τα νούμερα στον πίνακα 6.1 και οπτικά στο διάγραμμα 6.1 συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών θεωρεί ότι οι επεξηγήσεις τους διευκολύνουν στη μάθησή τους. Το ποσοστό όμως αυτών πέφτει αρκετά στην $3^{η}$ φυσική και στις $3^{η}$ και $4^{η}$ χημική ιδιότητα. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι για τις ιδιότητες αυτές το βιβλίο δεν δίνει εξήγηση.

Οι μαθητές διαβάζουν το μάθημα αυτό για να δώσουν εισαγωγικές εξετάσεις στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και απεχθάνονται οτιδήποτε θα μεγάλωνε την δυσκολία των εξετάσεων αυτών. Κάτω από αυτήν την επίδραση ένα ποσοστό των μαθητών απαντά ότι θα προτιμούσε να έλειπε. Αρκετοί μαθητές και κυρίως οι πιο αδύνατοι θεωρούν τις εξηγήσεις αύξηση της εξεταστέας ύλης καθώς και αύξηση της δυνατότητας της επιτροπής που θέτει τα θέματα να αυξήσει τη δυσκολία τους. Αντιμετωπίζοντας το ερώτημα πρόχειρα και επιφανειακά αδυνατούν να συνειδητοποιήσουν ότι οι εξηγήσεις τους βοηθούν στη κατανόηση των φαινομένων άρα στην ευκολότερη απομνημόνευσή τους και

την βαθύτερη μάθηση. Αυτό τους βοηθάει όχι μόνο να απαντούν σωστά τις ερωτήσεις που τους τίθενται στις εξετάσεις αλλά και στις ασκήσεις και στα προβλήματα που τους ζητούνται να λύσουν. Οι ασκήσεις και τα προβλήματα περιγράφουν φαινόμενα φυσικά και χημικά και η λύση τους βασίζεται στη κατανόηση των φαινομένων αυτών. Επομένως η πιο βαθειά κατανόηση των φαινομένων αυτών φέρνει και καλύτερα αποτελέσματα στις εξετάσεις.

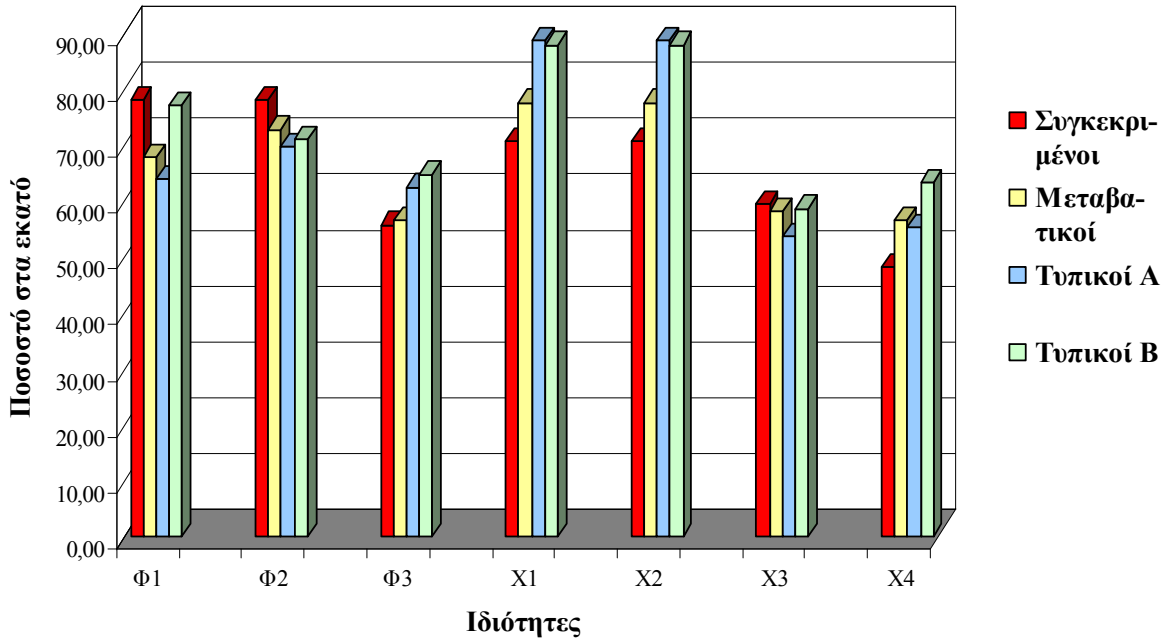
Στη συνέχεια προσπαθήσαμε να διαπιστώσουμε αν κάποια από τις τρείς ψυχομετρικές παραμέτρους, καθώς και η δέσμη που ακολουθούν οι μαθητές ή το φύλο τους παίζουν κάποιο ρόλο ως προς την προτίμηση τους να θεωρούν ότι οι επεξηγήσεις διευκολύνουν τη μάθηση.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6.2

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΝ ΟΙ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΟΥΣ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΟΥΝ Η ΟΧΙ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΤΑ ΟΜΑΔΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET

Ιδιό-τητα	Δυνατή απάντηση	Συγκεκρι-μένοι		Μεταβα-τικοί		Τυπικοί Α		Τυπικοί Β		τεστ χ-τετράγωνο	
		Ν = 27		Ν = 62		Ν = 69		Ν = 65			
		Ν	Π %	Ν	Π %	Ν	Π %	Ν	Π %	χ^2	a
1η Φυσική	Με διευκολύνει	21	77,8	42	67,7	44	63,8	50	76,9	9,87	0,13
	Με αφήνει αδιάφορο/η	2	7,4	9	14,5	8	11,6	11	16,9		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	4	14,8	11	17,7	17	24,6	4	6,2		
2η Φυσική	Με διευκολύνει	21	77,8	45	72,6	48	69,6	46	70,8	11,18	0,08
	Με αφήνει αδιάφορο/η	5	18,5	4	6,5	8	11,6	13	20,0		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	1	3,7	13	21,0	13	18,8	6	9,2		
3η Φυσική	Με διευκολύνει	15	55,6	35	56,5	43	62,3	42	64,6	5,15	0,53
	Με αφήνει αδιάφορο/η	2	7,4	12	19,4	8	11,6	10	15,4		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	10	37,0	15	24,2	18	26,1	13	20,0		
1η Χημική	Με διευκολύνει	19	70,4	48	77,4	61	88,4	57	87,7	15,43	0,02
	Με αφήνει αδιάφορο/η	2	7,4	9	14,5	1	1,4	2	3,1		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	6	22,2	5	8,1	7	10,1	6	9,2		
2η Χημική	Με διευκολύνει	19	70,4	48	77,4	61	88,4	57	87,7	7,08	0,31
	Με αφήνει αδιάφορο/η	2	7,4	9	14,5	1	1,4	2	3,1		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	6	22,2	5	8,1	7	10,1	6	9,2		
3η Χημική	Με διευκολύνει	16	59,3	36	58,1	37	53,6	38	58,5	3,31	0,77
	Με αφήνει αδιάφορο/η	5	18,5	9	14,5	12	17,4	15	23,1		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	6	22,2	17	27,4	20	29,0	12	18,5		
4η Χημική	Με διευκολύνει	13	48,1	35	56,5	38	55,1	41	63,1	4,24	0,64
	Με αφήνει αδιάφορο/η	6	22,2	10	16,1	15	21,7	14	21,5		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	8	29,6	17	27,4	16	23,2	10	15,4		

Ν = πλήθος μαθητών, Π % = ποσοστό στα εκατό



Διάγραμμα 6.2: Μαθητές που υποβλήθηκαν στο τεστ του Lawson N = 223. Φαίνεται το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν «με διευκολύνει» για κάθε ιδιότητα χωριστά, κατά επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Παρατηρώντας τα νούμερα στον πίνακα 6.2 και οπτικά στο διάγραμμα 6.2 μπορεί κανείς να διαπιστώσει ότι το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget δεν φαίνεται να παίζει κάποιο ρόλο στην επιλογή των μαθητών. Αυτό εξάγεται από το γεγονός ότι από ερώτηση σε ερώτηση δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη τάση όσων αφορά τις ομάδες ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. Δηλαδή δε παρουσιάζεται από τους αριθμούς μια συγκεκριμένη τάση επιλογής ανάλογα το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Το μόνο που φαίνεται είναι ότι οι μαθητές που ανήκουν στην ομάδα με την μεγαλύτερη νοητική ανάπτυξη οι «Τυπικοί Β» έχουν σε όλες σχεδόν τις ερωτήσεις το μεγαλύτερο ποσοστό προτίμησης στην απάντηση «με διευκολύνει».

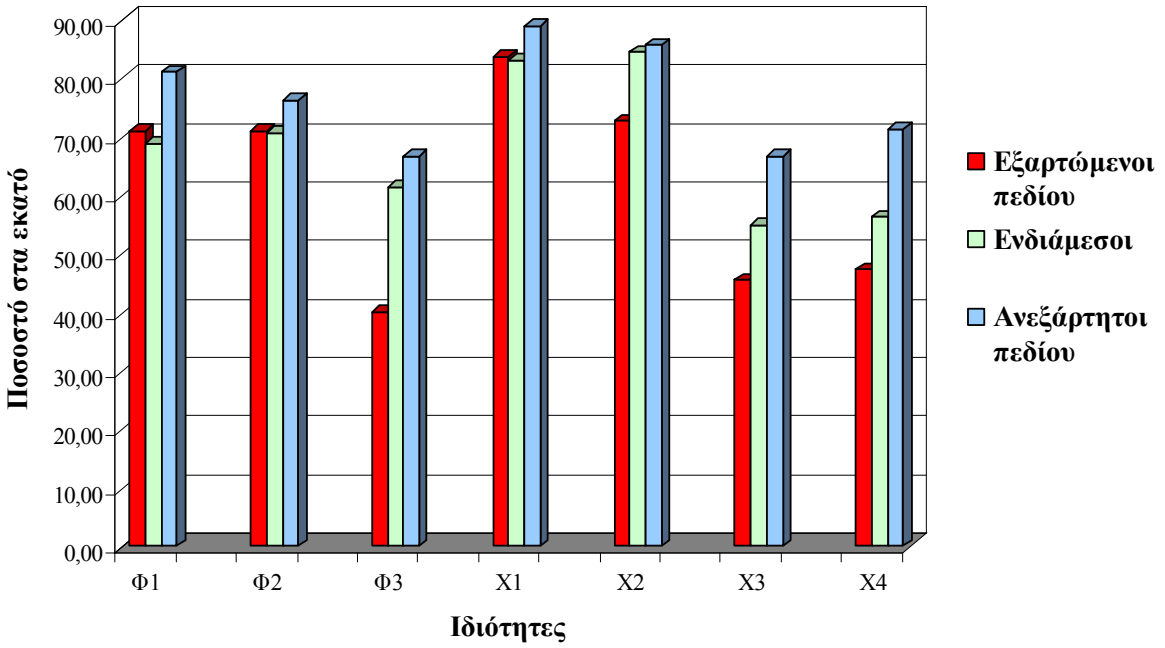
Στο δεξιό μέρος του πίνακα φαίνονται οι τιμές χ^2 και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας για τις τέσσερις ομάδες ανά ερώτηση. Η δοκιμασία χ^2 εδώ χρησιμοποιείται ως τεστ ομοιογένειας μεταξύ των τεσσάρων ομάδων κατά Piaget ως προς τις απαντήσεις σε κάθε ερώτηση.

Από τον πίνακα φαίνεται ότι στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,1 παρουσιάζουν οι ομάδες μόνο στις απαντήσεις που δίνουν στη $2^{η}$ φυσική και $1^{η}$ χημική ιδιότητα. Αυτό δεν δείχνει κάποια συγκεκριμένη τάση των μαθητών και μπορεί να θεωρηθεί τυχαίο.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6.3

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΝ ΟΙ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΟΥΣ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΟΥΝ Η ΟΧΙ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΤΑ ΟΜΑΔΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

Ιδιό-τητα	Δυνατή απάντηση	Εξαρτώμε-νοι πεδίου		Ενδιάμεσοι		Ανεξάρτη-τοι πεδίου		τεστ χ-τετράγωνο	
		N = 55		N = 160		N = 63			
		N	Π %	N	Π %	N	Π %	χ^2	a
1η Φυσική	Με διευκολύνει	39	70,9	110	68,8	51	81,0	8,15	0,09
	Με αφήνει αδιάφορο/η	3	5,5	24	15,0	4	6,3		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	13	23,6	26	16,3	8	12,7		
2η Φυσική	Με διευκολύνει	39	70,9	113	70,6	48	76,2	3,93	0,42
	Με αφήνει αδιάφορο/η	6	10,9	19	11,9	10	15,9		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	10	18,2	28	17,5	5	7,9		
3η Φυσική	Με διευκολύνει	22	40,0	98	61,3	42	66,7	17,41	0,00
	Με αφήνει αδιάφορο/η	7	12,7	28	17,5	5	7,9		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	26	47,3	34	21,3	16	25,4		
1η Χημική	Με διευκολύνει	46	83,6	133	83,1	56	88,9	1,20	0,88
	Με αφήνει αδιάφορο/η	4	7,3	12	7,5	3	4,8		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	5	9,1	15	9,4	4	6,3		
2η Χημική	Με διευκολύνει	40	72,7	135	84,4	54	85,7	4,60	0,33
	Με αφήνει αδιάφορο/η	6	10,9	9	5,6	3	4,8		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	9	16,4	16	10,0	6	9,5		
3η Χημική	Με διευκολύνει	25	45,5	88	55,0	42	66,7	6,50	0,17
	Με αφήνει αδιάφορο/η	10	18,2	29	18,1	10	15,9		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	20	36,4	43	26,9	11	17,5		
4η Χημική	Με διευκολύνει	26	47,3	90	56,3	45	71,4	11,21	0,02
	Με αφήνει αδιάφορο/η	12	21,8	32	20,0	13	20,6		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	17	30,9	38	23,8	5	7,9		



Διάγραμμα 6.3: Μαθητές που υποβλήθηκαν στο τεστ του Witkin N = 278. Φαίνεται το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν «με διευκολύνει» για κάθε ιδιότητα χωριστά, κατά ομάδες ως προς την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Από τα νούμερα στον πίνακα 6.3 καθώς και από το διάγραμμα 6.3 φαίνεται ότι η εξάρτηση ή όχι από το πεδίο παίζει κάποιο ρόλο στην επιλογή των μαθητών. Όσο περισσότερο έχουν εξάρτηση από το πεδίο τόσο λιγότερο επιλέγουν την απάντηση «με διευκολύνει». Αυτό γίνεται ακόμα πιο έντονο στη $3^{η}$ φυσική και στις $3^{η}$ και $4^{η}$ χημική ιδιότητα για τις οποίες δεν δίνει επεξήγηση το βιβλίο. Βέβαια στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,1 παρουσιάζουν οι ομάδες στις απαντήσεις που δίνουν στη $1^{η}$ και $3^{η}$ φυσική καθώς και $3^{η}$ χημική ιδιότητα.

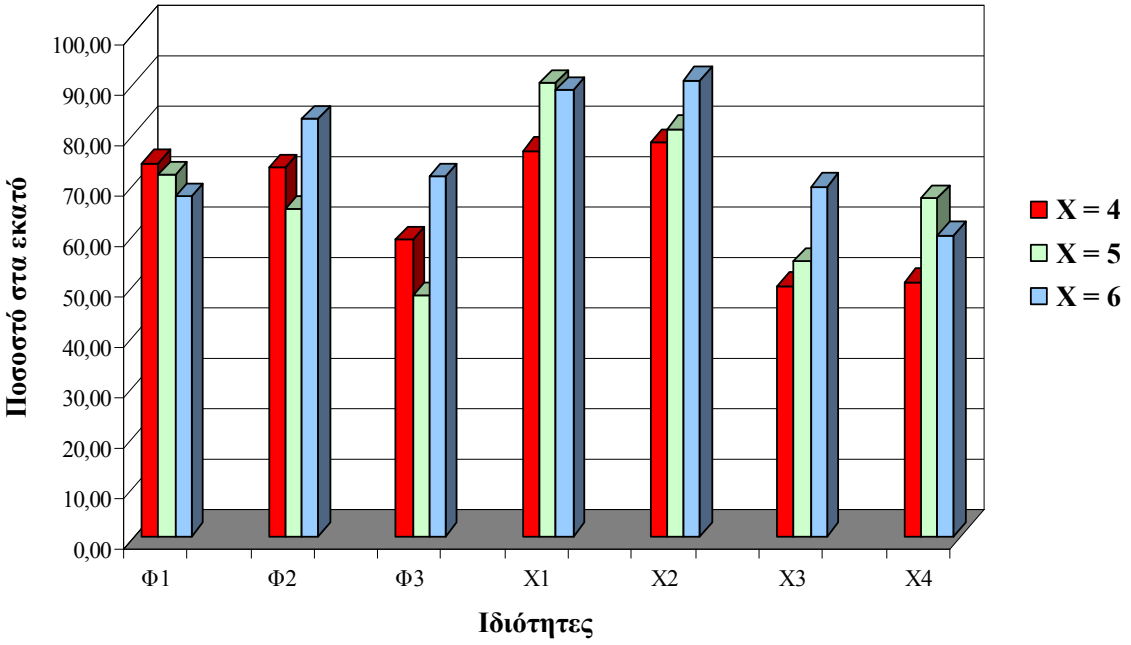
Μπορούμε όμως να βγάλουμε το συμπέρασμα ότι όσο περισσότερο εξαρτώνται από το πεδίο οι μαθητές δεν θεωρούν ότι οι επεξηγήσεις τους διευκολύνουν στη μάθησή τους. Αυτό φαίνεται να είναι λογικό γιατί οι μαθητές όσο περισσότερο εξαρτώνται από το πεδίο τόσο περισσότερο προτιμούν όσο γίνεται πιο απλό κείμενο. Για να εξηγηθούν κάποια φαινόμενα πρέπει να αναφερθούν θεωρίες ή φαινόμενα που ενδεχομένως να έχουν αναφερθεί αρκετά πιο παλιά με αποτέλεσμα να έχουν σε κάποιο βαθμό ξεχαστεί και αυτό κάνει τις επεξηγήσεις οπωσδήποτε πιο σύνθετο και πολύπλοκο κείμενο. Αυτό δυσκολεύει τους εξαρτημένους από το πεδίο που θα προτιμούσαν να έλειπαν.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6.4

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΝ ΟΙ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΟΥΣ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΟΥΝ Η ΟΧΙ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΤΑ ΟΜΑΔΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ιδιό-τητα	Δυνατή απάντηση	Χ = 4		Χ = 5		Χ = 6		τεστ χ-τετράγωνο	
		Ν = 119		Ν = 88		Ν = 52			
		Ν	Π %	Ν	Π %	Ν	Π %	χ^2	a
1η Φυσική	Με διευκολύνει	88	73,95	63	71,59	35	67,31	2,87	0,58
	Με αφήνει αδιάφορο/η	12	10,08	8	9,09	9	17,31		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	19	15,97	17	19,32	8	15,38		
2η Φυσική	Με διευκολύνει	87	73,11	57	64,77	43	82,69	5,59	0,23
	Με αφήνει αδιάφορο/η	14	11,76	14	15,91	5	9,62		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	18	15,13	17	19,32	4	7,69		
3η Φυσική	Με διευκολύνει	70	58,82	42	47,73	37	71,15	10,77	0,03
	Με αφήνει αδιάφορο/η	15	12,61	20	22,73	3	5,77		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	34	28,57	26	29,55	12	23,08		
1η Χημική	Με διευκολύνει	91	76,47	79	89,77	46	88,46	12,19	0,02
	Με αφήνει αδιάφορο/η	13	10,92	6	6,82	0	0,00		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	15	12,61	3	3,41	6	11,54		
2η Χημική	Με διευκολύνει	93	78,15	71	80,68	47	90,39	4,18	0,38
	Με αφήνει αδιάφορο/η	9	7,56	7	7,96	1	1,92		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	17	14,29	10	11,36	4	7,69		
3η Χημική	Με διευκολύνει	59	49,58	48	54,55	36	69,23	5,74	0,22
	Με αφήνει αδιάφορο/η	24	20,17	16	18,18	7	13,46		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	36	30,25	24	27,27	9	17,31		
4η Χημική	Με διευκολύνει	60	50,42	59	67,05	31	59,61	6,13	0,19
	Με αφήνει αδιάφορο/η	29	24,37	13	14,77	9	17,31		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	30	25,21	16	18,18	12	23,08		

Ν = πλήθος μαθητών, Π % = ποσοστό στα εκατό



Διάγραμμα 6.4: Μαθητές που υποβλήθηκαν στο τεστ των αντίστροφων αριθμών N = 259. Φαίνεται το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν «με διευκολύνει» για κάθε ιδιότητα χωριστά, κατά ομάδες ως προς την της μνήμης εργασίας.

Όπως και στη περίπτωση του επιπέδου νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget έτσι και η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας δεν φαίνεται να παίζει κάποιο ρόλο στην επιλογή των μαθητών. Τα νούμερα στον πίνακα 6.4 και το διάγραμμα 6.4 δεν δείχνουν να υπάρχει κάποια συγκεκριμένη τάση όσων αφορά τις ομάδες όπως έχουν διαμορφωθεί ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.

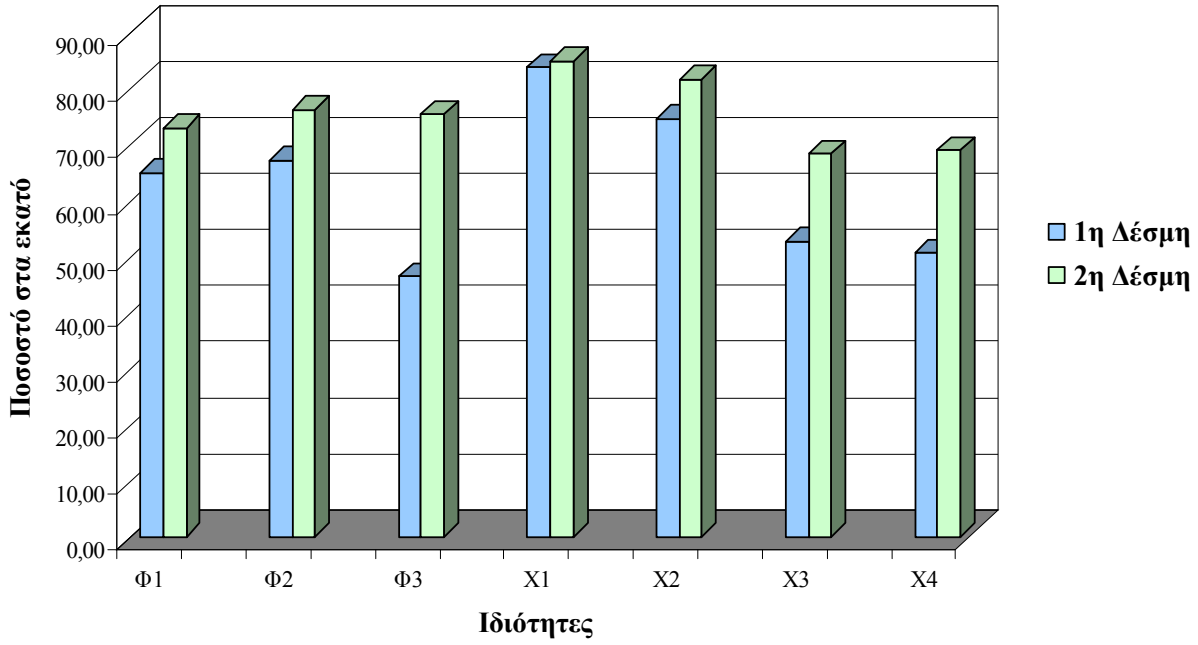
Πάντως και στη περίπτωση αυτή φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι αποτελούν την ομάδα με την μεγαλύτερη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας «Χ = 6» έχουν σε όλες σχεδόν τις ερωτήσεις το μεγαλύτερο ποσοστό προτίμησης στην απάντηση «με διευκολύνει».

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6.5

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΝ ΟΙ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΟΥΣ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΟΥΝ Η ΟΧΙ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΤΑ ΔΕΣΜΗ

Ιδιό-τητα	Δυνατή απάντηση	1η Δέσμη N = 271		2η Δέσμη N = 126		τεστ χ-τετράγωνο	
		N	Π %	N	Π %	χ^2	a
1η Φυσική	Με διευκολύνει	176	64,94	92	73,02	3,53	0,17
	Με αφήνει αδιάφορο/η	49	18,08	14	11,11		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	46	16,98	20	15,87		
2η Φυσική	Με διευκολύνει	182	67,16	96	76,19	3,46	0,18
	Με αφήνει αδιάφορο/η	42	15,50	13	10,32		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	47	17,34	17	13,49		
3η Φυσική	Με διευκολύνει	126	46,50	95	75,40	29,17	0,00
	Με αφήνει αδιάφορο/η	46	16,97	9	7,14		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	99	36,53	22	17,46		
1η Χημική	Με διευκολύνει	227	83,76	107	84,92	1,70	0,43
	Με αφήνει αδιάφορο/η	24	8,86	7	5,56		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	20	7,38	12	9,52		
2η Χημική	Με διευκολύνει	202	74,54	103	81,75	2,51	0,29
	Με αφήνει αδιάφορο/η	27	9,96	9	7,14		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	42	15,50	14	11,11		
3η Χημική	Με διευκολύνει	143	52,77	86	68,25	11,26	0,00
	Με αφήνει αδιάφορο/η	56	20,66	11	8,73		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	72	26,57	29	23,02		
4η Χημική	Με διευκολύνει	137	50,55	87	69,05	12,16	0,00
	Με αφήνει αδιάφορο/η	61	22,51	16	12,70		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	73	26,94	23	18,25		

N = πλήθος μαθητών, Π % = ποσοστό στα εκατό



Διάγραμμα 6.5: Όλο το δείγμα N = 397. Φαίνεται το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν «με διευκολύνει» για κάθε ιδιότητα χωριστά, κατά δέσμη για το σύνολο των μαθητών.

Ο πίνακας 6.5 και το διάγραμμα 6.5 δείχνουν ότι υπάρχει μια πολύ μεγάλη προτίμηση των μαθητών της δεύτερης δέσμης (μαθητές που ετοιμάζονται για την εισαγωγή τους σε σχολές ιατρικής, φαρμακευτικής, βιολογίας κτλ) στις επεξηγήσεις.

Οι μαθητές της δεύτερης δέσμης είναι πιο μελετηροί, πιο προσεκτικοί, με περισσότερα ενδιαφέροντα και κατά τεκμήριο πιο καλοί μαθητές από αυτούς της πρώτης δέσμης Επίσης ξέρουν ότι έχουν επιλέξει μια δέσμη με πολύ μεγάλο ανταγωνισμό. Αυτό τους κάνει να αναζητούν τρόπους αφενός να ξεχωρίσουν αφετέρου να αποκτήσουν μεγαλύτερη σιγουριά ότι στις εξετάσεις θα γράψουν σχεδόν άριστα. Οι επεξηγήσεις τους βοηθούν και στα δυο αυτά ζητούμενα για αυτό και επιλέγουν με μεγάλη διαφορά την απάντηση «με διευκολύνει».

Η διαφορά μάλιστα των απαντήσεων των δύο ομάδων στις ιδιότητες στις οποίες δεν δίνει επεξήγηση το βιβλίο δηλαδή στην $3^{η}$ φυσική και στις $3^{η}$ και $4^{η}$ χημική, είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01

Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε ότι οι καλοί και μελετηροί μαθητές προτιμούν να υπάρχουν στα βιβλία οι επεξηγήσεις των φαινομένων από την απλή παράθεση των

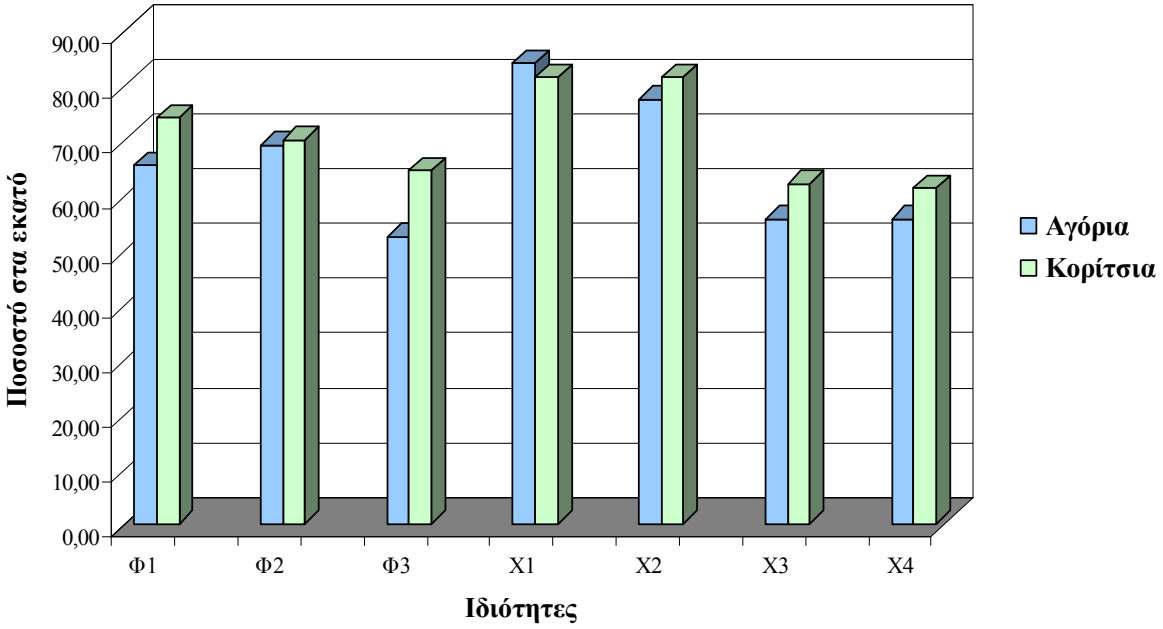
ιδιοτήτων. Όταν τα φαινόμενα εξηγούνται οι ιδιότητες των ουσιών εξάγονται από τη εξήγηση των φαινομένων και άρα είναι πολύ πιο εύκολο για τους μαθητές να την θυμούνται ενώ στην αντίθετη περίπτωση είναι υποχρεωμένοι να τις αποστηθίσουν άκριτα με αποτέλεσμα να τις ξεχνούν γρήγορα..

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6.6

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΝ ΟΙ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΟΥΣ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΟΥΝ Η ΟΧΙ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΤΑ ΦΥΛΟ

Ιδιό-τητα	Δυνατή απάντηση	Αγόρια N = 214		Κορίτσια N = 124		τεστ χ-τετράγωνο	
		N	Π %	N	Π %	χ^2	a
1η Φυσική	Με διευκολύνει	140	65,42	92	74,19	3,00	0,22
	Με αφήνει αδιάφορο/η	36	16,82	14	11,29		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	38	17,76	18	14,52		
2η Φυσική	Με διευκολύνει	148	69,16	87	70,16	0,05	0,98
	Με αφήνει αδιάφορο/η	31	14,49	17	13,71		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	35	16,36	20	16,13		
3η Φυσική	Με διευκολύνει	112	52,34	80	64,52	9,57	0,00
	Με αφήνει αδιάφορο/η	41	19,16	9	7,26		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	61	28,50	35	28,23		
1η Χημική	Με διευκολύνει	180	84,11	101	81,45	2,60	0,27
	Με αφήνει αδιάφορο/η	20	9,35	9	7,26		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	14	6,54	14	11,29		
2η Χημική	Με διευκολύνει	166	77,57	101	81,45	3,60	0,17
	Με αφήνει αδιάφορο/η	23	10,75	6	4,84		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	25	11,68	17	13,71		
3η Χημική	Με διευκολύνει	119	55,61	77	62,10	1,65	0,44
	Με αφήνει αδιάφορο/η	41	19,16	18	14,52		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	54	25,23	29	23,39		
4η Χημική	Με διευκολύνει	119	55,61	76	61,29	2,24	0,33
	Με αφήνει αδιάφορο/η	47	21,96	19	15,32		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	48	22,43	29	23,39		

N = πλήθος μαθητών, Π % = ποσοστό στα εκατό



Διάγραμμα 6.6: Όλο το δείγμα εκτός μαθητών Ζωσιμαίας Σχολής N = 338. Φαίνεται το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν «με διευκολύνει» για κάθε ιδιότητα χωριστά, κατά φύλο για το σύνολο των μαθητών εκτός Ζωσιμαίας Σχολής.

Τέλος έγινε ανάλυση της προτίμησης ή όχι των επεξηγήσεων ανάλογα το φύλο των μαθητών. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 6.6 καθώς και στο διάγραμμα 6.6. Το συμπέρασμα που βγαίνει αβίαστα είναι ότι τα κορίτσια προτιμούν περισσότερο τις επεξηγήσεις από τα αγόρια.

Όπως μπορεί κάποιος να παρατηρήσει παραπάνω στον πίνακα 6.6 και στο διάγραμμα 6.6 σε όλες τις ιδιότητες εκτός από τη $1^{η}$ χημική η προτίμηση της απάντησης «με διευκολύνει» είναι μεγαλύτερη από τα κορίτσια σε σχέση με αυτή των αγοριών. Βέβαια μόνο στη $3^{η}$ φυσική ιδιότητα η διαφορά στης απαντήσεις είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01.

Μπορούμε λοιπόν και εδώ να συμπεράνουμε ότι τα κορίτσια τα οποία συνήθως στην ηλικία αυτή είναι πιο μελετηρά και πιο προσεκτικά από τα αγόρια προτιμούν τις

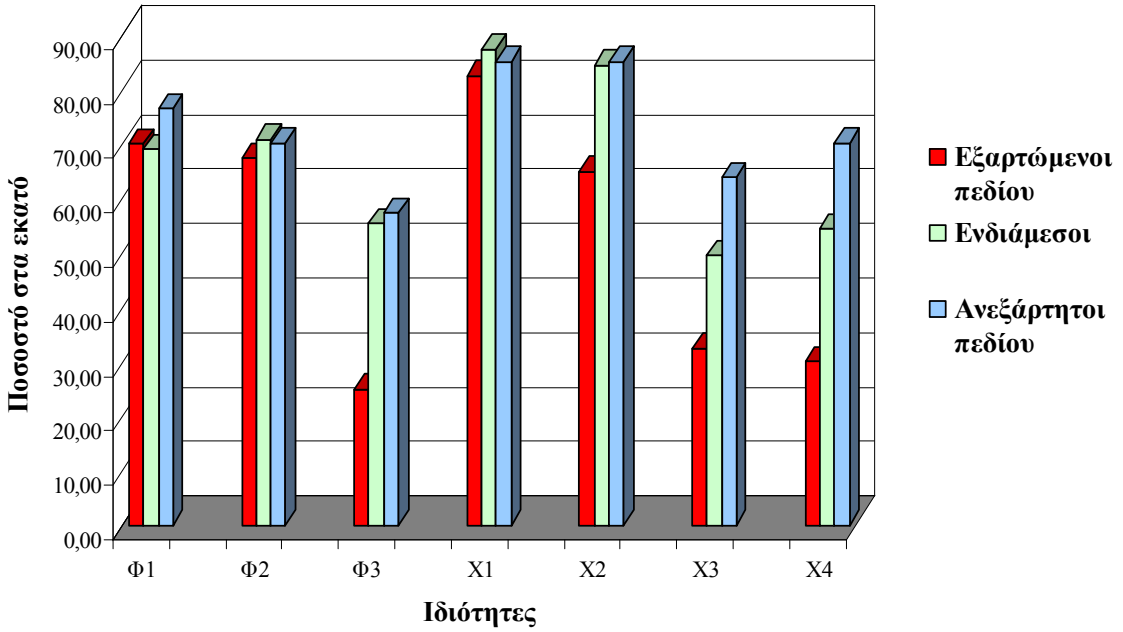
επεξηγήσεις των φαινομένων από την απλή παράθεση των ιδιοτήτων που θα τα υποχρέωνε να τις αποστηθίσουν.

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές μελετήθηκαν και σε επιμέρους ομάδες. .Από τις μελέτες αυτές ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές της $1^{ης}$ δέσμης χωρισμένοι σε ομάδες ανάλογα την εξάρτηση ή όχι από το πεδίο. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα και το διάγραμμα 6.7.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6.7

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ **1ης ΔΕΣΜΗΣ** ΣΤΗΝ ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΝ ΟΙ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΟΥΣ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΟΥΝ Η ΟΧΙ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΤΑ ΟΜΑΔΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

Ιδιό-ητα	Δυνατή απάντηση	Εξαρτώμε-νοι πεδίου		Ενδιάμεσοι		Ανεξάρτη-τοι πεδίου		τεστ χ-τετράγωνο	
		Ν = 40		Ν = 103		Ν = 47			
		Ν	Π %	Ν	Π %	Ν	Π %	χ^2	a
1η Φυσική	Με διευκολύνει	28	70,0	71	68,9	36	76,6	5,90	0,21
	Με αφήνει αδιάφορο/η	3	7,5	18	17,5	3	6,4		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	9	22,5	14	13,6	8	17,0		
2η Φυσική	Με διευκολύνει	27	67,5	73	70,9	33	70,2	2,39	0,66
	Με αφήνει αδιάφορο/η	5	12,5	13	12,6	9	19,2		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	8	20,0	17	16,5	5	10,6		
3η Φυσική	Με διευκολύνει	10	25,0	57	55,3	27	57,5	19,68	0,00
	Με αφήνει αδιάφορο/η	7	17,5	23	22,3	5	10,6		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	23	57,5	23	22,3	15	31,9		
1η Χημική	Με διευκολύνει	33	82,5	90	87,4	40	85,1	0,92	0,09
	Με αφήνει αδιάφορο/η	3	7,5	7	6,8	3	6,4		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	4	10,0	6	5,8	4	8,5		
2η Χημική	Με διευκολύνει	26	65,0	87	84,5	40	85,1	8,23	0,08
	Με αφήνει αδιάφορο/η	6	15,0	7	6,8	2	4,3		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	8	20,0	9	8,7	5	10,6		
3η Χημική	Με διευκολύνει	13	32,5	51	49,5	30	63,8	11,03	0,03
	Με αφήνει αδιάφορο/η	9	22,5	21	20,4	10	21,3		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	18	45,0	31	30,1	7	14,9		
4η Χημική	Με διευκολύνει	12	30,0	56	54,4	33	70,2	17,62	0,00
	Με αφήνει αδιάφορο/η	11	27,5	23	22,3	10	21,3		
	Θα προτιμούσα να έλειπε	17	42,5	24	23,3	4	8,5		



Διάγραμμα 6.7: Μαθητές $1^{ης}$ Δέσμης που υποβλήθηκαν στο τεστ του Witkin N = 190. Φαίνεται το ποσοστό των μαθητών που απάντησαν «με διευκολύνει» για κάθε ιδιότητα χωριστά, κατά ομάδες ως προς την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Το συμπέρασμα που βγάλαμε παραπάνω ότι οι μαθητές όσο περισσότερο έχουν εξάρτηση από το πεδίο τόσο λιγότερο επιλέγουν την απάντηση «με διευκολύνει» φαίνεται να επιβεβαιώνετε πολύ πιο έντονα για τους μαθητές της $1^{ης}$ δέσμης.. Από τον πίνακα 6.7 φαίνεται ότι η διαφορά των απαντήσεων των τριών ομάδων μόνο στην $1^{η}$ και $2^{η}$ φυσική ιδιότητα δεν είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01 με την απάντηση «με διευκολύνει» να υπερτερεί σε όλες τις απαντήσεις.

6.6.2 Πρωτοετείς φοιτητές

Η έρευνα διεξήχθη με το ίδιο ερωτηματολόγιο και σε πρωτοετείς φοιτητές του Χημικού τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων οι οποίοι μόλις είχαν εισαχθεί με αποτέλεσμα να έχουν πρόσφατα μελετήσει το συγκεκριμένο βιβλίο στο οποίο αναφέρονται οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του ερωτηματολογίου.

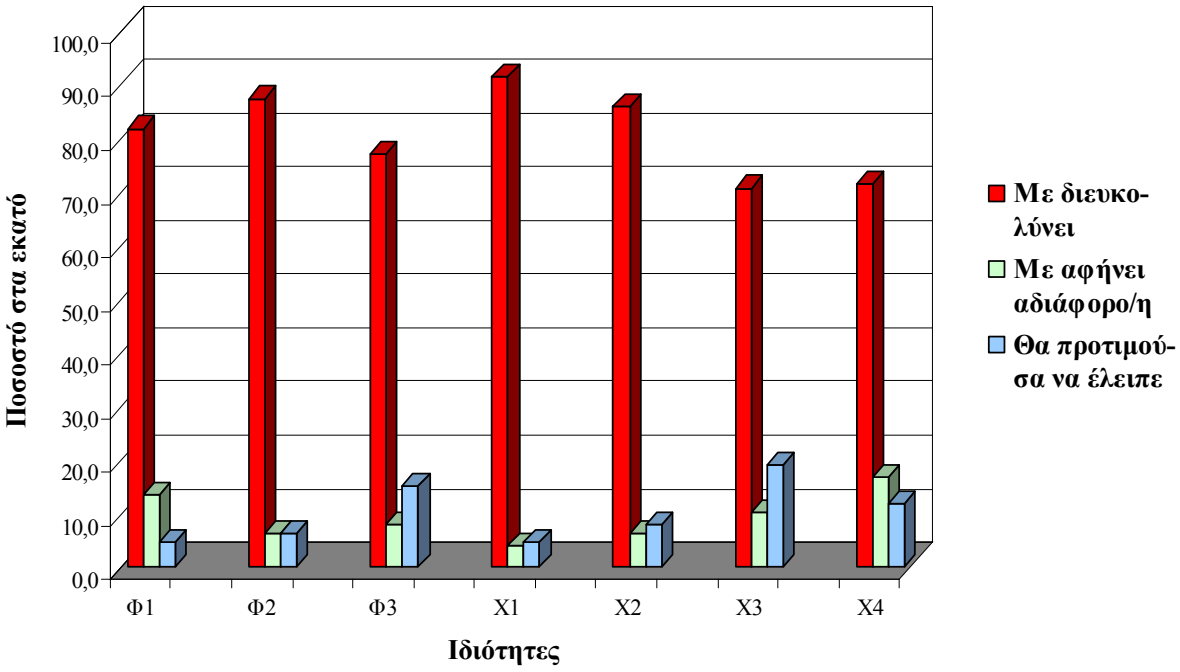
Οι απαντήσεις τους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 6.8 καθώς και το διάγραμμα 6.8.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6.8

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΝ ΟΙ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΟΥΣ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΟΥΝ Η ΟΧΙ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥΣ

Ιδιότητα	Δυνατή απάντηση	Στο σύνολο των φοιτητών N = 126	
		N	Π %
1η Φυσική	Με διευκολύνει	103	81,75
	Με αφήνει αδιάφορο/η	17	13,49
	Θα προτιμούσα να έλειπε	6	4,76
2η Φυσική	Με διευκολύνει	110	87,3
	Με αφήνει αδιάφορο/η	8	6,35
	Θα προτιμούσα να έλειπε	8	6,35
3η Φυσική	Με διευκολύνει	97	76,98
	Με αφήνει αδιάφορο/η	10	7,94
	Θα προτιμούσα να έλειπε	19	15,08
1η Χημική	Με διευκολύνει	115	91,27
	Με αφήνει αδιάφορο/η	5	3,97
	Θα προτιμούσα να έλειπε	6	4,76
2η Χημική	Με διευκολύνει	108	85,71
	Με αφήνει αδιάφορο/η	8	6,35
	Θα προτιμούσα να έλειπε	10	7,94
3η Χημική	Με διευκολύνει	89	70,63
	Με αφήνει αδιάφορο/η	13	10,32
	Θα προτιμούσα να έλειπε	24	19,05
4η Χημική	Με διευκολύνει	90	71,43
	Με αφήνει αδιάφορο/η	21	16,67
	Θα προτιμούσα να έλειπε	15	11,9

N = πλήθος μαθητών, Π % = ποσοστό στα εκατό



Διάγραμμα 6.8: Όλο το δείγμα των φοιτητών N = 126. Φαίνεται το ποσοστό των απαντήσεων για κάθε ιδιότητα χωριστά και για το σύνολο των φοιτητών

Όπως φαίνεται από τα νούμερα στον πίνακα 6.8 και οπτικά στο διάγραμμα 6.8 τα αποτελέσματα και στους φοιτητές είναι παρόμοια με αυτά των μαθητών. Δηλαδή η συντριπτική πλειοψηφία των φοιτητών θεωρεί ότι οι επεξηγήσεις τους διευκολύνουν στη μάθησή τους. Μάλιστα τα ποσοστά αυτών που απαντούν ότι οι επεξηγήσεις τους διευκολύνουν είναι λίγο πιο μεγάλο από το αντίστοιχο των μαθητών. Αυτό φαίνεται λογικό για δύο κυρίως λόγους. Αφενός έχουν είδη εισαχθεί στη σχολή και άρα δεν τους απασχολεί οποιαδήποτε δυσκολία των εισαγωγικών εξετάσεων, αφετέρου είναι φοιτητές οι οποίοι για να εισαχθούν στο χημικό τμήμα κατά τεκμήριο αγαπούν περισσότερο τη χημεία και θέλουν πλέον να την σπουδάσουν και να την κατανοήσουν καλύτερα. Πάντως και στους φοιτητές όπως στους μαθητές το ποσοστό αυτών που θεωρεί ότι οι επεξηγήσεις των διευκολύνουν ελαττώνεται στις ερωτήσεις στις οποίες το βιβλίο δεν δίνει εξήγηση δηλαδή στην $3^{η}$ φυσική και στις $3^{η}$ και $4^{η}$ χημική ιδιότητα.

6.7 ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα όπως παρουσιάζονται μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών θεωρεί ότι οι επεξηγήσεις τους διευκολύνουν στη μάθησή τους. Το ποσοστό όμως αυτών πέφτει αρκετά στην $3^{η}$ φυσική και στις $3^{η}$ και $4^{η}$ χημική ιδιότητα διότι για τις ιδιότητες αυτές το βιβλίο δεν δίνει εξήγηση.

Ως προς τις τρείς ψυχομετρικές παραμέτρους, φαίνεται ότι το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget δεν παίζει κάποιο ρόλο στην επιλογή των μαθητών. Το μόνο που φαίνεται είναι ότι οι μαθητές που ανήκουν στην ομάδα με την μεγαλύτερη νοητική ανάπτυξη οι «Τυπικοί Β» έχουν σε όλες σχεδόν τις ερωτήσεις το μεγαλύτερο ποσοστό προτίμησης στην απάντηση «με διευκολύνει».

Αντίθετα η εξάρτηση ή όχι από το πεδίο φαίνεται να παίζει κάποιο ρόλο στην επιλογή των μαθητών. Όσο περισσότερο έχουν εξάρτηση από το πεδίο τόσο λιγότερο επιλέγουν την απάντηση «με διευκολύνει». Αυτό γίνεται ακόμα πιο έντονο στη $3^{η}$ φυσική και στις $3^{η}$ και $4^{η}$ χημική ιδιότητα για τις οποίες δεν δίνει επεξήγηση το βιβλίο. Βέβαια στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,1 παρουσιάζουν οι ομάδες στις απαντήσεις που δίνουν στη $1^{η}$ και $3^{η}$ φυσική καθώς και $3^{η}$ χημική ιδιότητα. Μπορούμε όμως να βγάλουμε το συμπέρασμα ότι όσο περισσότερο εξαρτώνται από το πεδίο οι μαθητές δεν θεωρούν ότι οι επεξηγήσεις τους διευκολύνουν στη μάθησή τους.

Όπως και στη περίπτωση του επιπέδου νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget έτσι και η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας δεν φαίνεται να παίζει κάποιο ρόλο στην επιλογή των μαθητών. Τα νούμερα και στην περίπτωση αυτή δεν δείχνουν να υπάρχει κάποια συγκεκριμένη τάση όσων αφορά τις ομάδες όπως έχουν διαμορφωθεί ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας. Πάντως και στη περίπτωση αυτή φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι αποτελούν την ομάδα με την μεγαλύτερη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας «Χ = 6» έχουν σε όλες σχεδόν τις ερωτήσεις το μεγαλύτερο ποσοστό προτίμησης στην απάντηση «με διευκολύνει».

Ως προς τη δέσμη που ακολουθούν οι μαθητές φαίνεται ότι υπάρχει μια πολύ μεγάλη προτίμηση των μαθητών της δεύτερης δέσμης (μαθητές που ετοιμάζονται για την εισαγωγή τους σε σχολές ιατρικής, φαρμακευτικής, βιολογίας κτλ) στις επεξηγήσεις. Η διαφορά μάλιστα των απαντήσεων των δύο ομάδων στις ιδιότητες στις οποίες δεν δίνει επεξήγηση το βιβλίο δηλαδή στην $3^{η}$ φυσική και στις $3^{η}$ και $4^{η}$ χημική, είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01 Μπορούμε λοιπόν να

συμπεράνουμε ότι οι καλοί και μελετηροί μαθητές προτιμούν να υπάρχουν στα βιβλία οι επεξηγήσεις των φαινομένων από την απλή παράθεση των ιδιοτήτων. Όταν τα φαινόμενα εξηγούνται οι ιδιότητες των ουσιών εξάγονται από τη εξήγηση των φαινομένων και άρα είναι πολύ πιο εύκολο για τους μαθητές να την θυμούνται ενώ στην αντίθετη περίπτωση είναι υποχρεωμένοι να τις αποστηθίσουν άκριτα με αποτέλεσμα να τις ξεχνούν γρήγορα.

Τέλος όσον αφορά το φύλο το συμπέρασμα που βγαίνει αβίαστα είναι ότι τα κορίτσια προτιμούν περισσότερο τις επεξηγήσεις από τα αγόρια. Φαίνεται ότι τα κορίτσια τα οποία συνήθως στην ηλικία αυτή είναι πιο μελετηρά και πιο προσεκτικά από τα αγόρια προτιμούν τις επεξηγήσεις των φαινομένων από την απλή παράθεση των ιδιοτήτων που θα τα υποχρέωνε να τις αποστηθίσουν.

Τα ίδια με αποτελέσματα με τους μαθητές παρουσίασαν και οι φοιτητές. Δηλαδή η συντριπτική πλειοψηφία των φοιτητών θεωρεί ότι οι επεξηγήσεις τους διευκολύνουν στη μάθησή τους. Μάλιστα τα ποσοστά αυτών που απαντούν ότι οι επεξηγήσεις τους διευκολύνουν είναι λίγο πιο μεγάλο από το αντίστοιχο των μαθητών. Πάντως και στους φοιτητές όπως στους μαθητές το ποσοστό αυτών που θεωρεί ότι οι επεξηγήσεις των διευκολύνουν ελαττώνεται στις ερωτήσεις στις οποίες το βιβλίο δεν δίνει εξήγηση δηλαδή στην $3^{η}$ φυσική και στις $3^{η}$ και $4^{η}$ χημική ιδιότητα.

6.8 ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΣΧΟΛΕΙΟ: …….. ΔΕΣΜΗ: …….....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: …….

Στα φύλλα αυτά δίνονται τρία παραδείγματα φυσικών ιδιοτήτων και τέσσερα παραδείγματα χημικών αντιδράσεων από το σχολικό βιβλίο Χημείας της γ' λυκείου. Κάποια από τα παραδείγματα αυτά περιέχουν και εξηγήσεις. όπως αυτές δίνονται στο σχολικό βιβλίο (με κάποιες πρόσθετες πληροφορίες από μας σε κάποια παραδείγματα). Άλλα πάλι από τα παραδείγματα δεν έχουν εξηγήσεις. Στις περιπτώσεις αυτές δίνουμε εμείς εξηγήσεις. Εκείνο που θέλουμε από σένα είναι να διαβάσεις τα παραδείγματα και τις εξηγήσεις και να απαντήσεις αν οι εξηγήσεις αυτές σε διευκολύνουν ή όχι (ή σε αφήνουν αδιάφορο/αδιάφορη) στη μάθηση αυτών των γνώσεων. Ως μάθηση εννοούμε αφενός την κατανόηση αφετέρου την ευκολότερη και καλύτερη συγκράτηση στη μνήμη. ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Μέσα σε πλαίσια είναι αποσπάσματα από το σχολικό βιβλίο. Με βέλη στο αριστερό μέρος δείχνονται τα σημεία όπου πρέπει να απαντήσεις.

Α. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

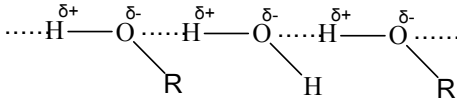
Παράδειγμα 1

Τα αλκυλοϊωδίδια χωματίζονται με την πάροδο του χρόνου καστανόχρωμα, επειδή υφίστανται σε περιορισμένη έκταση διάσπαση, κατά την οποία ελευθερώνεται ιώδιο.

Στο παραπάνω απόσπασμα από το σχολικό βιβλίο, περιγράφεται μια φυσική ιδιότητα_η οποία και εξηγείται. Η εξήγηση αυτή σε διευκολύνει στη μάθηση ή όχι; Μήπως δηλαδή θα προτιμούσες να μην υπήρχε η εξήγηση (υπογραμμισμένο μέρος); Κλείσε σε πλαίσιο την απάντηση με την οποία συμφωνείς:

→ Με διευκολύνει Με αφήνει αδιάφορο/-η Θα προτιμούσα να έλειπε

Παράδειγμα 2

Η παρουσία των δεσμών υδρογόνου ανάμεσα στα μόρια των αλκοολών εξηγεί ακόμη και τη μεγάλη διαλυτότητα των κατώτερων αλκοολών στο νερό: υποτίθεται ότι δημιουργούνται συνδέσεις μορίων αλκοόλης και νερού του τύπου:  Στις ανώτερες αλκοόλες, όμως, όπου το «υδρόφοβο» αλκύλιο R γίνεται αισθητό μεγάλο, το φαινόμενο εξασθενίζει, με αποτέλεσμα η διαφορά στα σημεία ζέσεώς τους από εκείνα των αντίστοιχων υδρογονανθράκων ή αιθέρων να αμβλύνεται και να γίνονται με την αύξηση του μοριακού τους βάρους όλο και πιο δυσδιάλυτες στο νερό.

Κι εδώ το βιβλίο περιγράφει μια φυσική ιδιότητα την οποία και εξηγεί.

Να απαντήσεις στα ίδια ερωτήματα:

→ Με διευκολύνει Με αφήνει αδιάφορο/-η Θα προτιμούσα να έλειπε

Παράδειγμα 3

Τα κατώτερα μέλη της σειράς των μονοκαρβονικών οξέων είναι υγρά άχρωμα, ευκίνητα, με χαρακτηριστική διαπεραστική οσμή, που αναμιγνύονται με το νερό σε οποιαδήποτε αναλογία. Τα μεσαία μέλη είναι υγρά, ελαιώδη, με δυσάρεστη οσμή, ελάχιστα διαλυτά στο νερό. Τέλος, τα ανώτερα μέλη είναι στερεά, κρυσταλλικά σώματα, άοσμα και αδιάλυτα στο νερό. Όλα γενικά τα λιπαρά οξέα είναι διαλυτά στην αιθυλική αλκοόλη και τον αιθέρα.

Εξηγήσεις δεν δίνονται. Για τη διαλυτότητα π.χ. η εξήγηση είναι ότι τα λιπαρά οξέα έχουν στο μόριό τους μια πολική ομάδα, το καρβοξύλιο -COOH, και μια μη πολική ομάδα R. Η πολική ομάδα συμβάλλει στη διαλυτότητα σε πολικούς διαλύτες. όπως το
νερό και η αιθυλική αλκοόλη. ενώ η μη πολική ομάδα συμβάλλει σε διαλυτότητα σε μη πολικούς διαλύτες όπως ο αιθέρας. Εξάλλου, καθώς προχωρούμε στα ανώτερα μέλη, η μη πολική ομάδα R μεγαλώνει και αυτό εξηγεί γιατί ελαττώνεται η διαλυτότητα στο νερό. Και πάλι πρέπει να απαντήσεις στα ίδια ερωτήματα, αν δηλαδή η εξήγηση αυτή θα σε διευκόλυνε στη μάθηση:

→ Θα με διευκόλυνε Με αφήνει αδιάφορο/-η Καλύτερα που δεν δίνεται

Β. ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

Παράδειγμα 1

$$RC{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow[Hg\,,\,HgSO_4]{H_2SO_4} \left[RC(OH)=CH_2 \right] \longrightarrow RCCH_3 \;(O)$$

(κετόνη)

Η παραπάνω χημική αντίδραση εξηγείται, φαίνεται δηλαδή λογικότερη. με την προσθήκη του νερού στον ένα πολλαπλό δεσμό του αλκινίου RCΞCH σύμφωνα με τον κανόνα του Markownikow. Έτσι παίρνουμε το προϊόν που δείχνεται μέσα σε αγκύλες. Αυτό όμως δεν είναι σταθερό (έχει διπλό δεσμό και υδροξυλομάδα στο ίδιο άτομο άνθρακα) και μετατρέπεται στην κετόνη. Εμείς προσθέσαμε και κάποια βέλη για να δείξουμε τις μεταβολές. Η παραπάνω εξήγηση σε διευκολύνει στη μάθηση ή όχι; Μήπως δηλαδή θα προτιμούσες να μην υπήρχε η εξήγηση και η αντίδραση να γραφόταν ως εξής

$$RC{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow[Hg\,,\,HgSO_4]{H_2SO_4} RCCH_3 \;(O)$$

(κετόνη)

→ Με διευκολύνει Με αφήνει αδιάφορο/-η Θα προτιμούσα να έλειπε

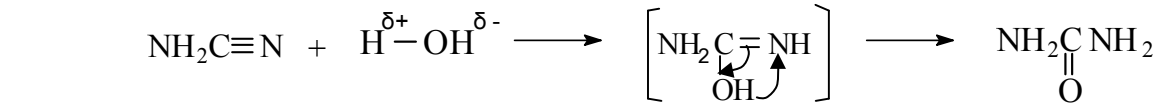
Παράδειγμα 2

Μια μέθοδος παρασκευής της ουρίας είναι με ενυδάτωση του κυαναμιδίου:

$$NH_3CN + H_2O \xrightarrow[70\ ^oC]{H_2SO_4} NH_2CONH_2$$

Το βιβλίο δεν δίνει εξήγηση ώστε η αντίδραση αυτή να φαίνεται λογικότερη

Μια εξήγηση είναι:



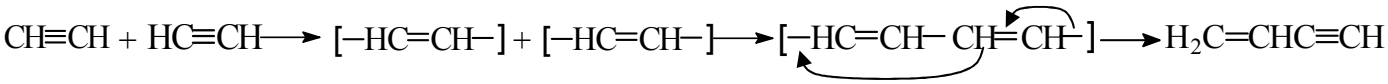
Και εδώ έχουμε προσθήκη στον τριπλό δεσμό.
Η ένωση που προκύπτει (μέσα στις αγκύλες) έχει διπλό δεσμό και υδροξυλομάδα στο ίδιο άτομο άνθρακα, για αυτό μετατρέπεται στην ουρία. Η παραπάνω εξήγηση θα σε διευκόλυνε στη μάθηση ή όχι;

→ Θα με διευκόλυνε Με αφήνει αδιάφορο/-η Καλύτερα που δεν δίνεται

Παράδειγμα 3

$$CH{\equiv}CH + HC{\equiv}CH \xrightarrow[NH_4Cl]{CuCl} CH_2{=}CHC{\equiv}CH$$

Στην παραπάνω αντίδραση δεν δίνεται καμιά εξήγηση ώστε να φαίνεται λογικότερη.
Παρακάτω δίνουμε μια εξήγηση:



Οι δύο τριπλοί δεσμοί γίνονται διπλοί κα ι ελευθερώνονται στα άκρα δύο μονάδες συγγενείας. Τα δύο μέρη ενώνονται (διμερές) και εν συνεχεία ένα άτομο Η μετακινείται κι έτσι σχηματίζεται το τελικό προϊόν, το βινυλακετυλένιο. Η παραπάνω εξήγηση θα σε διευκόλυνε στη μάθηση ή όχι;

→ Θα με διευκόλυνε Με αφήνει αδιάφορο/-η Καλύτερα που δεν δίνεται

Παράδειγμα 4

Οι εστέρες των οργανικών οξέων ανάγονται από το υδρογόνο «εν τω γεννάσθαι» προς μίγμα δυο αλκοολών από τις οποίες τουλάχιστον μία είναι πρωτοταγής:
$RCOOR' + 4[H] \longrightarrow RCH_2OH + R'OH$

Εξήγηση δε δίνεται. Ακολουθεί μια εξήγηση:

(1) $RCOOR' + H_2O \rightleftharpoons RCOOH + R'OH$ (υδρόλυση του εστέρα)

(2) $RCOOH + 4[H] \longrightarrow RCH_2OH + H_2O$ (τα οργανικά οξέα ανάγονται δύσκολα και μόνο παρουσία καταλυτών σε αλδεΰδες ή πρωτοταγείς αλκοόλες)

Με πρόσθεση των αντιδράσεων (1) και (2) παίρνουμε τη ζητούμενη αντίδραση.

Η παραπάνω εξήγηση θα σε διευκόλυνε στη μάθηση ή όχι;

→ Θα με διευκόλυνε Με αφήνει αδιάφορο/-η Καλύτερα που δεν δίνεται

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Στην πίσω σελίδα μπορείς να προσθέσεις οποιεσδήποτε σχετικές παρατηρήσεις για την Οργανική Χημεία (περιεχόμενο, βιβλίο κ.ά) της γ' λυκείου.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 7ο

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ. ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΩΝ JOHNSTONE ΚΑΙ EL–BANNA

7.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, η μνήμη εργασίας είναι ένας περιορισμένος χώρος στον οποίο κρατάμε πληροφορίες για λίγο χρονικό διάστημα και δουλεύουμε πάνω σ' αυτές, αποτελεί δηλαδή ένα περιορισμένο αποθηκευτικό χώρο συγκράτησης και σκέψης. Αν η πληροφορία που επεξεργαζόμαστε προσεγγίσει τα ανώτερα όρια της μνήμης εργασίας, τότε μπορεί να συμβεί μια υπερφόρτωση στην μνήμη εργασίας , που πιθανώς θα οδηγήσει σε αποτυχία στην εκτέλεση του συγκεκριμένου έργου.

Με τον όρο «υπερφόρτωση» εννοούμε την τροφοδότηση της μνήμη εργασίας με περισσότερα κομμάτια πληροφοριών από αυτά που μπορεί να επεξεργαστεί με αποτέλεσμα να μπλοκάρεται και να μην μπορεί να λειτουργήσει με επιτυχία.

Σύμφωνα με την υπόθεση του Miller (1956), σε μια σειρά λειτουργιών αυξανόμενης πολυπλοκότητας μπορούμε να περιμένουμε μια ξαφνική πτώση στην απόδοση όταν το φορτίο που εισέρχεται στην μνήμη εργασίας υπερβεί τα 7 ± 2 κομμάτια.

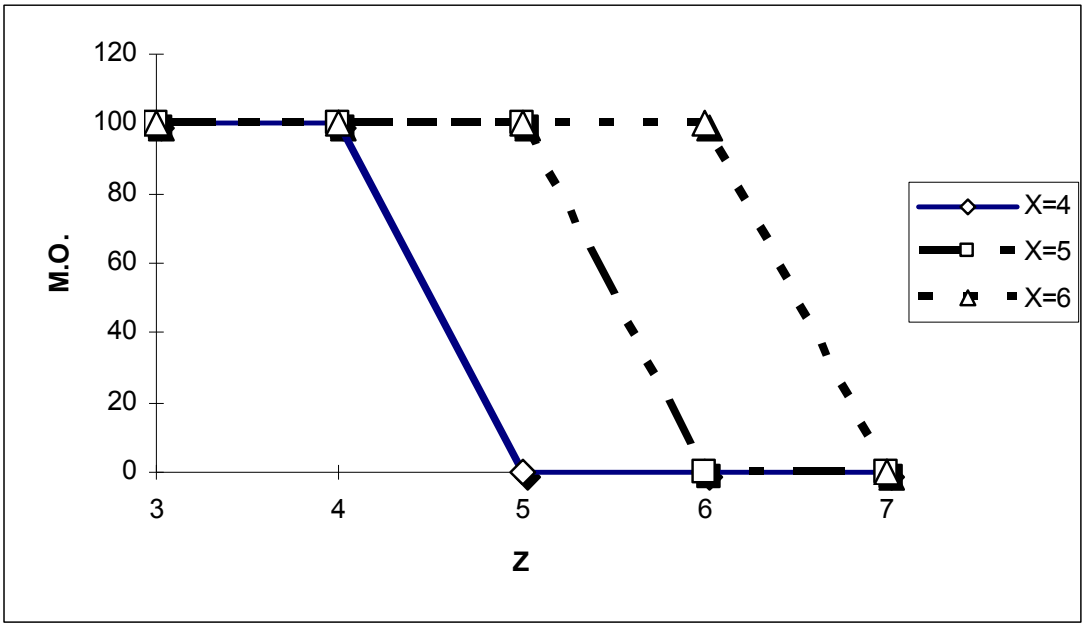
Οι Jonhstone και Kellet (1980) θεωρούν ότι το υποκείμενο θα μπορέσει να εκτελέσει μια εργασία που υπερβαίνει τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας του μόνο, αν είναι καλός γνώστης της τεχνικής της «τμηματοποίησης» ή σβολοποίησης (chunking) του έργου σε επεξεργάσιμα κομμάτια, αλλιώς θα πρέπει να χρησιμοποιεί κάποια τεχνική που να ελαφρύνει το φορτίο της επεξεργαζόμενης πληροφορίας.

Η υπερφόρτωση επίσης μπορεί να συμβεί αν ο μαθητής δεν είναι ικανός στο διαχωρισμό των πληροφοριών οι οποίες είναι απαραίτητες για τη λύση του προβλήματος (αυτών που ο καθηγητής θεωρεί σημαντικές για τη λύση του προβλήματος) από πληροφορίες που δεν σχετίζονται με τη λύση του προβλήματος («θόρυβος»). Ας

σημειωθεί ότι η χρήση λανθασμένων λεξιλογικών εκφράσεων μπορεί να οδηγήσει στην απασχόληση χώρου στη μνήμη εργασίας και να προκαλέσει υπερφόρτωση της μνήμης εργασίας με αποτέλεσμα τη μείωση της επίδοσης.

Στην εργασία του ο Jonhstone (1980) παρατηρεί ότι αν μια εργασία υπερβεί τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας, παρατηρείται μια ξαφνική πτώση στην επίδοση. Συγκεκριμένα αν ένας μαθητής με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X, ασχοληθεί με προβλήματα απαίτησης-Z, θα έχει επιτύχει αν Z≤X, ενώ θα αποτύχει αν Z>X εκτός και αν γνωρίζει τεχνικές που θα οργανώνουν την απαίτηση-Z σε κομμάτια μικρότερα του X (σβολοποίηση).

Οι Jonhstone και El-Banna (1986) αναμένουν μια ιδανική καμπύλη της απόδοσης των μαθητών σε συνάρτηση με τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας, που περιγράφεται στο Σχήμα 7.1.



Σχήμα 7.1

Απόδοση των μαθητών σε συνάρτηση με τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας

Θεωρητικό μοντέλο των Johnstone και El-Banna

Ο Τσαπαρλής (1995) προτείνει τις ακόλουθες καταστάσεις που πρέπει να συμβαίνουν, προκειμένου να εφαρμόζεται επιτυχώς το μοντέλο των Johnstone και El-Banna.

1) Τα επιμέρους βήματα που είναι απαραίτητα για την επίλυση ενός προβλήματος πρέπει να είναι διαθέσιμα στη βραχυπρόθεσμη μνήμη. Η απουσία ενός βήματος από τη βραχυπρόθεσμη μνήμη μπλοκάρει την διαδικασία λύσης του προβλήματος.

2) Τα επιμέρους βήματα να μπορούν να ανακληθούν από τη βραχυπρόθεσμη μνήμη. Έχει παρατηρηθεί ότι όλα τα βήματα που χρησιμοποιούνται στην επίλυση ενός προβλήματος δεν είναι ισοδύναμα. Τα δυσκόλως ανακαλούμενα βήματα οδηγούν σε ποικίλες επιδόσεις των μαθητών ακόμα και σε προβλήματα μικρής απαίτησης. Μόνο τα ευκόλως ανακαλούμενα βήματα μπορεί να θεωρηθούν ως ισοδύναμα στη διαστασιακή ανάλυση για τον προσδιορισμό της απαίτησης-Μ. Επίσης η οργάνωση της υπάρχουσας γνώσης παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδοση των μαθητών.

3) Η λογική δομή των προβλημάτων πρέπει να είναι απλή. Εάν υπάρχει πολύπλοκη λογική δομή, το επίπεδο της νοητικής ανάπτυξης παίζει τον σπουδαιότερο ρόλο στην επίδοση (Niaz και Robinson, 1992). Η καλύτερη κατάσταση για την ισχύ του μοντέλου είναι η ύπαρξη μιας λογικής δομής στο πρόβλημα.

4) Πρέπει να απουσιάζει ο «θόρυβος» από το πρόβλημα. Ύπαρξη θορύβου μπορεί να οδηγήσει σε υπερφόρτωση της εργαζόμενης μνήμης.

5) Μεγάλη επίδραση στην επίδοση παίζει η εξάρτηση από το πεδίο. Μαθητές με χαμηλή χωρητικότητα-Μ που είναι ανεξάρτητοι πεδίου παρουσιάζουν καλύτερες επιδόσεις από μαθητές χαμηλής χωρητικότητας που είναι εξαρτημένοι πεδίου.

6) Εξάσκηση σε παρόμοια προβλήματα οδηγεί τους μαθητές στη χρήση της σβολοποίησης με την οποία οι μαθητές μειώνουν την απαίτηση του προβλήματος. Γι' αυτό το παρόν μοντέλο ισχύει για προβλήματα και όχι για ασκήσεις.

7.1 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ

Στην μελέτη αυτή προσπαθήσαμε να διερευνήσουμε τον βαθμό που το παραπάνω προγνωστικό μοντέλο έχει ισχύ για τις θετικές επιστήμες.

Μετρήσαμε την χωρητικότητα της μνήμης εργασίας (Χ) μιας ομάδας μαθητών και στην συνέχεια τους δώσαμε να λύσουν προβλήματα με διαφορετική απαίτηση-Z.

Η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας (Χ) των μαθητών μετρήθηκε με ένα τεστ που ονομάζεται «τεστ της αντιστροφής των αριθμών» (digits span backward test-DBT) και περιγράφεται λεπτομερώς στο 3^{ο} κεφάλαιο.

Τα προβλήματα με διαφορετική απαίτηση-Z που δόθηκαν για λύση στους μαθητές, βασίζονται στην ύλη της οργανικής χημείας της Γ΄ τάξης Λυκείου. Τα προβλήματα αυτά που τα ονομάζουμε «προβλήματα οργανικής σύνθεσης» επελέγησαν για λόγους που αναφέρονται λεπτομερώς στην αναλυτική παρουσίασή τους που γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο.

.

7.2 Η ΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΜΙΑ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

7.2.1 Γενικά

Γενική πεποίθηση είναι ότι τα τελευταία χρόνια σε όλες τις επιστήμες αλλά κυρίως στις φυσικές η γνώση έχει αυξηθεί υπερβολικά Πέρα όμως από τη γνώση έχει αυξηθεί και η ανάγκη του σύγχρονου ανθρώπου να είναι ικανός να αντιμετωπίζει νέα προβλήματα και να δίνει γρήγορα λύσεις. Η ανάγκη αυτή όπως είναι φυσικό έχει μεταφερθεί και στα σχολεία όπου ο δάσκαλος πρέπει να καταστήσει το μαθητή ικανό εκτός από τις γνώσεις να είναι σε θέση να βρίσκει κάθε φορά τον κατάλληλο τρόπο επίλυσης μιας δυσκολίας ή ενός προβλήματος.

Μάθηση με βάση την αρχή της επίλυσης προβλήματος έχουμε όταν ο μαθητής είναι σε θέση να συνδυάσει δύο ή περισσότερες έννοιες σε μια νέα υψηλότερου επιπέδου αρχή, που να είναι ικανή να επιλύει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα και συγχρόνως να είναι αποδεκτή για μια σειρά παρόμοιων προβλημάτων. Κατά την αντιμετώπιση και επίλυση προβλήματος, δεν έχουμε μόνο αναπαραγωγική σκέψη, μια απλή δηλαδή αναπαραγωγή προηγουμένων γνώσεων, αλλά συνδυαστική και πρωτότυπα παραγωγική σκέψη, που είναι δυνατό να μεταβιβαστεί, να επιφέρει δηλαδή το φαινόμενο της μεταβίβασης (transfer) και σε άλλες περιοχές. Το κέρδος που επέρχεται από την αντιμετώπιση προβλημάτων δεν προέρχεται μόνο από την πορεία προς τη λύση, αλλά και από τις πορείες που ακολουθήθηκαν και δεν επέτυχαν. Έτσι ο μαθητής επιλύοντας ένα πρόβλημα αποκτά θετική «μεταβίβαση»

για τους μηχανισμούς οι οποίοι τον οδηγούν σε θετικό αποτέλεσμα και αρνητική μεταβίβαση για τους μηχανισμούς οι οποίοι οδηγούν σε αρνητικό αποτέλεσμα. Ο μαθητής δηλαδή μαθαίνει ποιους μηχανισμούς πρέπει να χρησιμοποιεί και ποιους όχι (Φράγκος, 1984).

Κατά τη διδασκαλία επίλυσης των προβλημάτων ακολουθούνται συνήθως τα εξής στάδια:

1. Ακριβής περιγραφή της επιδιωκόμενης τελικής φάσης της λύσης, ακριβής δηλαδή περιγραφή του ζητούμενου.

2. Αξιολόγηση των δυνατοτήτων του μαθητή για να μπορούμε να γνωρίζουμε αν ο μαθητής κατέχει τις δύο ή περισσότερες έννοιες που απαιτούνται για να προχωρήσει στο συνδυασμό αυτών των εννοιών.

3. Επιλογή των κατάλληλων εννοιών και εξεύρεση της κατάλληλης για το πρόβλημα σχέσης.

4. Παροχή κατάλληλων οδηγιών κατά την κρίσιμη στιγμή της συσχέτισης των εννοιών.

5. Δημιουργία παρόμοιων προβλημάτων.

6. Κατανόηση των επιμέρους διαφοροποιήσεων μεταξύ προβλημάτων και λύσεων.

7.2.2 Τι ονομάζουμε πρόβλημα.

1. Τα προβλήματα και οι λύσεις τους υπήρχαν πάντοτε. Η ειδική ενασχόληση με αυτά είναι σχετικά πρόσφατη (από την δεκαετία του 60 και εδώ).

2. Τα προβλήματα δεν είναι αυθύπαρκτα. Είναι προβλήματα των ανθρώπων. Το γεγονός ότι ένα εργοστάσιο παρασκευής θειϊκού οξέος εκπέμπει 2% διοξείδιο θείου δεν είναι αυτό κάθε αυτό πρόβλημα. Πρόβλημα καθίσταται από τη στιγμή που κάποιος ή κάποιοι πουν ότι η εκπομπή αυτή είναι απαράδεκτη και πρέπει να μειωθεί (Τσαπαρλής 1996).

3. Οποιοσδήποτε μεμονωμένος ορισμός ενός προβλήματος και της λύσης προβλημάτων είναι ανεπαρκής:

«Λύση προβλήματος είναι αυτό που κάνεις όταν δεν ξέρεις τι να κάνεις».

«Ένα πρόβλημα προκύπτει από μια πρωτότυπη για τον λύτη κατάσταση, από την οποία ο λύτης πρέπει να ξεφύγει ή εντός της οποίας επιθυμεί να πετύχει κάποιο αποτέλεσμα».

Ο Hayes (1980) έλεγε: «Όπου υπάρχει ένα κενό ανάμεσα στο πού είσαι τώρα και πού θέλεις να πας και δεν ξέρεις τι δρόμο να ακολουθήσεις για να ξεπεράσεις αυτό το κενό, τότε έχεις ένα πρόβλημα». Σύμφωνα με αυτή τη διευκρίνηση, εάν γνωρίζεις τι πρέπει να κάνεις, τότε έχεις μια άσκηση και όχι πρόβλημα. Η διαφορά ανάμεσα στο πρόβλημα και την άσκηση είναι απαραίτητη στο ξεκαθάρισμα του ρόλου των αλγορίθμων σε μια συγκεκριμένη κατάσταση. Ο Bodner (1987) σημείωνε ότι για την απάντηση σε μια ερώτηση υπάρχει μία απλή αλληλεπίδραση ανάμεσα στο "τι ρωτάει" και τι χρειάζεται «να απαντήσει» κάποιος. Ενώ κατά την επίλυση ενός προβλήματος έχουμε δύο τρόπους: α) αν λύσουμε ένα πρόβλημα με έναν τρόπο ρουτίνας τότε μοιάζει περισσότερο με μια άσκηση και έτσι δεν πραγματοποιεί το σημαντικό της στόχο δηλαδή το πως θα γεφυρώσει το κενό ανάμεσα στο τι ξέρει και τι θέλει να μάθει β) εάν λύνουμε ένα πρόβλημα ως ένα πρόβλημα και όχι ως άσκηση, είναι σημαντικό να λύνουμε το πρόβλημα «με τους μαθητές μας» αντί να το λύνουμε «για αυτούς».

4. Υπάρχει τεράστια ποικιλία προβλημάτων. Εξαρχής πρέπει να κάνουμε την διάκριση ανάμεσα στα προβλήματα και τις ασκήσεις ή τις σπαζοκεφαλιές. Μια άσκηση ή μια σπαζοκεφαλιά είναι μια κατάσταση γνωστή ή θεωρείται δυνατόν να λυθεί. Ένα πρόβλημα είναι μια κατάσταση όπου δεν μπορούν να εφαρμοστούν γνωστά παραδείγματα και όπου ενδεχομένως να μην υπάρχει και λύση. Εξάλλου, εκτός από τα παραδοσιακά «κλειστά» προβλήματα, με μια μοναδική απάντηση, κατά τον κανόνα μαθηματικής, υπάρχουν και τα «ανοιχτά» προβλήματα, που μπορεί να περιέχουν πλεονάζοντα δεδομένα, να έχουν έλλειψη κάποιων δεδομένων, να μην επιδέχονται λύση ή να επιδέχονται περισσότερες της μιας λύσεις. Τέλος, εκτός από τα γνωστά μας προβλήματα που λύνονται με χαρτί και μολύβι, ή με υπολογιστή, στις Φυσικές Επιστήμες μπορεί να τεθούν και εργαστηριακά προβλήματα, κλειστά ή ανοικτά (Τσαπαρλής, 1996).

Οι περισσότερες εργασίες, τουλάχιστον στην Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, βασίζονται στην παραδοχή ότι ένα πρόβλημα έχει καθορισμένες απαιτήσεις και ότι αυτές είναι ίδιες για κάθε λύτη. Υποστηρίζεται όμως και ότι οι μεθοδολογίες λύσεως και οι γνώσεις του λύτη δεν είναι οι μόνοι σημαντικοί παράγοντες. Οι ατομικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων λυτών έχουν επίσης ζωτική

σημασία. Έτσι, ο συνδυασμός των τριών αυτών στοιχείων κάνει κάθε πρόβλημα διαφορετικό για κάθε λύτη. Αυτό που φαίνεται πολύ εύκολο σε κάποιον μπορεί να είναι πολύπλοκο, δυσεπίλυτο ή και άλυτο για άλλους. Μερικοί ενδέχεται μάλιστα να μην αντιλαμβάνονται καθόλου το πρόβλημα δηλαδή να μη βλέπουν κανένα πρόβλημα (Τσαπαρλής, 1996).

7.3 ΘΕΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΤΗ ΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Η θεματολογία της έρευνας στη λύση προβλημάτων είναι αρκετά πλούσια. Πρώτα-πρώτα οι στόχοι των ερευνών ποικίλουν:

α) μελέτη των διαδικασιών λύσεως προβλημάτων.

β) μελέτη και ανάλυση των προβλημάτων.

γ) επίδραση διαφόρων προσωπικών μεταβλητών των λυτών.

δ) βελτίωση της ικανότητος λύσεως προβλημάτων..

Εξάλλου, η ερευνητική μεθοδολογία ποικίλει, με κυριότερες μεθόδους την κλασική μέθοδο της λύσης προβλημάτων στο χαρτί ή με παρακολούθηση του τρόπου σκέψεως των λυτών ενώ λύνουν προβλήματα.

7.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

7.4.1 **Μέθοδος του Polya** (Polya, 1944)

1) Πρέπει να κατανοήσετε το πρόβλημα.

α) Ποιο είναι το ζητούμενο; Ποια είναι τα δεδομένα; Ποια είναι η συνθήκη;

β) Είναι δυνατό να ικανοποιηθεί η συνθήκη; Είναι η συνθήκη επαρκής για τον προσδιορισμό του ζητούμενου; Μήπως είναι ανεπαρκής; Πλεοναστική; Ή αντιφατική;

γ) Χαράξτε ένα σχήμα. Χρησιμοποιήστε κατάλληλο συμβολισμό.

δ) Χωρίστε τα διάφορα μέρη της συνθήκης. Μπορείτε να τα γράψετε;

2) Βρείτε τη σχέση μεταξύ των δεδομένων και του ζητούμενου. Αν δεν μπορεί να βρεθεί άμεση συσχέτιση, ίσως να αναγκαστείτε να εξετάσετε βοηθητικά προβλήματα. Πρέπει τελικά να καταστρώσετε να σχέδιο της λύσης.

α) Το έχετε συναντήσει άλλοτε; Μήπως έχετε δει το ίδιο πρόβλημα με λίγο διαφορετική μορφή;

β) Γνωρίζετε κανένα σχετικό πρόβλημα; Γνωρίζετε κανένα θεώρημα που θα μπορούσε να είναι χρήσιμο;

γ) Αναλογιστείτε το ζητούμενο. Και προσπαθήστε να σκεφτείτε γνωστό πρόβλημα ή παρόμοιο ζητούμενο.

δ) Να ένα πρόβλημα σχετικό με το δικό σας, που το έχετε λύσει άλλοτε. Θα μπορούσατε να το χρησιμοποιήσετε; Θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε το αποτέλεσμά του; Θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε τη μέθοδό του; Μήπως πρέπει να εισαγάγετε κανένα βοηθητικό στοιχείο, για να γίνει δυνατή η χρησιμοποίησή του;

ε) Θα μπορούσατε να διατυπώσετε πάλι το πρόβλημα; Θα μπορούσατε να το διατυπώσετε διαφορετικά; Ανατρέξτε σε ορισμούς.

στ) Αν δε μπορείτε να λύσετε το πρόβλημά σας, προσπαθήστε να λύσετε πρώτα ένα άλλο σχετικό πρόβλημα. Θα μπορούσατε να σκεφτείτε ένα πιο προσιτό σχετικό πρόβλημα; Ένα γενικότερο πρόβλημα; Ένα ειδικότερο πρόβλημα; Ένα ανάλογο πρόβλημα; Θα μπορούσατε να λύσετε ένα μέρος του προβλήματος; Κρατήστε μόνο ένα μέρος της συνθήκης και αγνοήστε το άλλο μέρος κατά πόσο έχει προσδιοριστεί το ζητούμενο και κατά ποιο τρόπο μπορεί αυτό να μεταβάλλεται;

ζ) Θα μπορούσατε να εξαγάγετε κάτι χρήσιμο από τα δεδομένα; Θα μπορούσατε να σκεφτείτε άλλα δεδομένα, κατάλληλα με τον προσδιορισμό του ζητούμενου; Θα μπορούσατε να αλλάξετε το ζητούμενο ή τα δεδομένα, ή στην ανάγκη και τα δύο, έτσι ώστε το νέο ζητούμενο και τα νέα δεδομένα να βρίσκονται πιο κοντά μεταξύ τους;

η) Χρησιμοποιήσατε όλα τα δεδομένα; Χρησιμοποιήσατε ολόκληρη τη συνθήκη; Λάβατε υπόψη σας όλες τις ουσιώδεις έννοιες που περιέχονται στο πρόβλημα;

3) Εκτελέστε το σχέδιο σας.

Όταν εκτελείτε το σχέδιο της λύσης, να ελέγχετε κάθε βήμα. Μπορείτε να αντιληφθείτε καθαρά ότι το βήμα είναι ορθό; Μπορείτε να αποδείξετε ότι είναι ορθό;

4) Εξετάστε τη λύση που βρήκατε.

α) Μπορείτε να ελέγξετε το αποτέλεσμα; Μπορείτε να ελέγξετε την αιτιολόγηση;

β) Μπορείτε να βρείτε το αποτέλεσμα με διαφορετικό τρόπο; Μπορείτε να το δείτε με μιας;

γ) Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το αποτέλεσμα ή τη μέθοδο, για κάποιο άλλο πρόβλημα;

7.4.2 Μέθοδος του Reif

Προκειμένου να μπορεί κανείς να λύνει προβλήματα πρέπει κατά τον Reif να διαθέτει τα ακόλουθα: α) μια στρατηγική για τη λύση προβλημάτων, β) το σωστό γνωστικό υπόβαθρο, και γ) καλή οργάνωση του γνωστικού υποβάθρου (Reif, 1981, 1983), (Τσαπαρλής, Κεφ. 13, σελ. 207, 1991).

Η αποτελεσματική στρατηγική χρειάζεται για να αναλύσει κανείς οποιοδήποτε πρόβλημα σε επιμέρους προβλήματα που μπορεί να λυθούν εύκολα. Περαιτέρω, πρέπει να υπάρχει ένα γνωστικό υπόβαθρο που να περιέχει όχι μόνον τις απαραίτητες θεωρητικές γνώσεις, αλλά και μια καλή συλλογή απλών προβλημάτων που θα χρησιμεύσουν ως οι τελικές δομικές μονάδες για τη λύση πιο σύνθετων προβλημάτων. Τέλος, είναι ανάγκη το γνωστικό αυτό υπόβαθρο να είναι προσεκτικά και καλά οργανωμένο ώστε να καθιστά εύκολη την ανάκληση των απαιτούμενων πληροφοριών.

7.4.3 Μέθοδος για τη βελτίωση της ικανότητας λύσης προβλημάτων.

Ένας μεθοδολογικός τρόπος για τη βελτίωση της ικανότητας λύσης προβλημάτων προτάθηκε από την J. Genyea (1981), (Τσαπαρλής, Κεφ. 13, σελ. 215, 1991).

Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι η βαθμιαία μετάβαση από απλούστερα σε πολυπλοκότερα προβλήματα. Έτσι ενθαρρύνονται οι μαθητές, και ιδιαίτερα οι πιο ευαίσθητοι και αγχώδεις, να καταβάλλουν όλο και περισσότερη προσπάθεια. Η Genyea πρότεινε, εκτό από μια συστηματική πορεία που λαμβάνει υπόψη και τα βήματα των έμπειρων λυτών, τις λεγόμενες ακολουθίες προβλημάτων σταδιακώς αυξανόμενης απαίτησης, όπου σημαντική θέση κατέχουν και τα λεγόμενα «ποιοτικά προβλήματα», ήτοι προβλήματα που απλώς ζητούν μια επαρκή απάντηση και για τα οποία τα δεδομένα δεν αρκούν για ποσοτική απάντηση.

Κατά τον Frazer (Τσαπαρλής, 1996), αν θέλουμε οι σπουδαστές να γίνουν καλύτεροι λύτες, πρέπει να τους εξασκούμε σε πολλά προβλήματα. Βασικός στόχος της εξάσκησης πρέπει να είναι η οικοδόμηση της αυτοπεποίθησης από τους σπουδαστές. Τα προβλήματα πρέπει να επιλέγονται με προσοχή, ώστε να έχουν απαιτήσεις που δεν είναι πέρα από τις γνώσεις και τις ικανότητές τους. Πολύ συχνά δίδονται προβλήματα που απαιτούν να χρησιμοποιηθεί κάποιο περιθωριακό στοιχείο γνώσεως ή να εφαρμοστούν προσφάτως αποκτηθείσες έννοιες και σχέσεις, που ακόμα δεν είναι ξεκάθαρες στο μυαλό του μαθητή. Οι αναγκαίες όμως γνώσεις και η απαιτούμενη λογική πρέπει να είναι σαφώς μέσα στις γνώσεις και τις ικανότητες των μαθητών. Στόχος πρέπει να είναι οι μαθητές να επιτύχουν τη λύση και όχι να αποτύχουν. Φυσικά, τα προβλήματα πρέπει να έχουν κάποια δυσκολία, αλλά αν οι μαθητές αποτυγχάνουν και δεν γεύονται τη χαρά της επιτυχίας, θα χάσουν την αυτοπεποίθηση και το ενδιαφέρον τους.

Μια άλλη μέθοδος βελτίωσης της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων είναι η εργασία σε ομάδες. Ο τρόπος αυτός συμβάλλει στη μέγιστη ενεργοποίηση των μαθητών και στην ανάπτυξη της αυτοπεποίθησής τους, ενώ μπορεί να ξεπεράσουν με αυτό το τρόπο περιορισμούς προσωπικών χαρακτηριστικών.

7.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΛΥΤΗ

Κάθε λύτης χαρακτηρίζεται από διάφορα χαρακτηριστικά των νοητικών ικανοτήτων, των ενδιαφερόντων και εν γένει της προσωπικότητάς του. Είναι επομένως προφανές ότι οι ερευνητές έχουν στρέψει την προσοχή τους και στην επίδραση αυτών των χαρακτηριστικών. Οι μεταβλητές των λυτών που μελετώνται συνήθως είναι το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά τη θεωρία του Piaget, η χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης , ο βαθμός ανεξαρτησίας από το πεδίο, ο δείκτης νοημοσύνης, οι προηγούμενες γνώσεις και εμπειρία, η διάθεση, το ενδιαφέρον, η περιέργεια, η στάση, η αυτοπεποίθηση, η συνέπεια.

7.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η λύση προβλημάτων θεωρείται μια σημαντική συνιστώσα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, τόσο ως μέσο μαθήσεως, όσο και ως μια εκπαίδευση στην απόκτηση της ικανότητος λύσης προβλημάτων αυτής καθεαυτής. Η λύση προβλημάτων μαζί με τις ικανότητες για κριτική σκέψη και για τη λήψη αποφάσεων θεωρούνται από πολλούς ως τα πιο σημαντικά αποτελέσματα της καλής διδασκαλίας (Τσαπαρλής, 1996).

Δυστυχώς η έννοια και η αξία της ικανότητος αυτής έχει παρεξηγηθεί στο σχολείο, τόσο στον τόπο μας όσο και διεθνώς, με το να εκλαμβάνεται σαν μια στείρα ασκησιολογία. Τα περισσότερα προβλήματα είναι μαθηματικά-αριθμητικά, προβλήματα ρουτίνας, κλειστά με μια μόνο απάντηση.

Επαναλαμβάνουμε ότι διεθνώς παρατηρείται μια αφύπνιση καθώς μετατοπίζεται το ενδιαφέρον από τα αριθμητικά-κλειστά προβλήματα, σε πιο ανοιχτά, έτσι ώστε να αναπτυχθούν εφευρετικές και επιπλέον και μεταφέρσιμες σε άλλα πεδία ικανότητες και να αναπτυχθεί η λεγόμενη «αποκλίνουσα σκέψη». Εξάλλου η Φυσική και η Χημεία έχουν την επιπρόσθετη δυνατότητα να διδάσκουν την ικανότητα λύσης προβλημάτων μέσω των πρακτικών εργαστηριακών ασκήσεων, όπου η έμφαση δίνεται όχι στην απλή εκτέλεση συνταγών αλλά σε ανοικτά πειράματα (Τσαπαρλής, 1996).

7.7 Η ΝΕΟΠΙΑΖΕΤΕΙΑ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ PASCUAL - LEONE

7.7.1 Γενικά

Ευρέως αναγνωρίζεται ότι η απόκτηση ικανοτήτων αφηρημένης συλλογιστικής είναι σημαντική για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Mckinnon και Renner, 1971; Lawson, 1979, 1985; Shayer και Adey, 1981; Linn, 1982, 1987; Karplus κ.α. 1983; Niaz, 1987α; Kuhn κ.α. 1988). Όμως,οι ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών αναγνωρίζουν επίσης ότι η *ικανότητα επεξεργασίας πληροφοριών* των μαθητών των φυσικών επιστημών θέτει ένα σημαντικό περιορισμό στη μάθησή τους (Eylon και Linn, 1988). Ένας τέτοιος περιορισμός θεωρείται ότι ισχύει τόσο στην απόκτηση ικανοτήτων αφηρημένης συλλογιστικής όσο και στην απόκτηση της γνώσης γενικότερα.

Αν και η έννοια της ικανότητας προσοχής ή της ικανότητας επεξεργασίας πληροφοριών είναι ένα σχετικά πρόσφατο θέμα της έρευνας στη Διδακτική των Φυσικών

Επιστημών, η σημασία του αναγνωρίζεται από σημαντικούς καθηγητές όπως ο James Clerk Maxwell: "Παραδέχομαι ότι η νοητική ικανότητα είναι περιορισμένη . . . και οι προσπάθειες για την τέλεση ενός έργου θα ήταν λιγότερο κουραστικές αν θα μπορούσαμε να απομακρύνουμε κατά κάποιο τρόπο τις δυνάμεις που διαταράσσουν και αποσπούν το νου" (Garber κ.α. 1986, p. 118).

Στη σύγχρονη βιβλιογραφία των φυσικών επιστημών, η έννοια του *περιορισμού της ικανότητας επεξεργασίας πληροφοριών* προβάλλεται επανειλημμένως, παρ' όλα αυτά δεν υπάρχει συμφωνία ως προς την ορολογία που είναι περισσότερο κατάλληλη. Έχει πολλές φορές αναφερθεί ως *νοητική ικανότητα* (mental capacity) Lawson, (1983), Niaz (1988 b), ή ως *χωρητικότητα μνήμης εργασίας* Eylon και Linn (1988), Johnstone και Al-Naeme (1991). Αμφότεροι αυτοί οι όροι διαισθητικά δίνουν την έννοια κάποιου είδους υποτιθέμενης περιορισμένης νοητικής χωρητικότητας, που μπορεί να εφαρμοστεί στη μάθηση και στη λύση προβλημάτων, γι' αυτό οι όροι εμφανίζονται να χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Όμως οι ερευνητές δεν διατυπώνουν ξεκάθαρα τη φύση της υπεισερχόμενης έννοιας ούτε από κοινού καθιστούν ξεκάθαρες τις υποθέσεις που υπεισέρχονται στη χρήση της.

Συμπληρωματικά στη βιβλιογραφία των φυσικών επιστημών, οι περιορισμοί στην ικανότητα επεξεργασίας έχουν εκτεταμένα μελετηθεί στη βιβλιογραφία της γνωστικής ψυχολογίας από τους Broadbent (1958), Atkinson και Shiffrin (1968), Pascual-Leone (1970,1987), Newell και Simon (1972), Kahneman (1973), Navon και Gopher (1979), Dempster (1981),Wickens (1984), Baddeley (1986,1990). Αυτή η δραστηριότητα έχει οδηγήσει σε ένα αριθμό εξαιρετικά πολύπλοκων θεωριών γνωστικής επίδοσης. Κάθε θεωρητική προσέγγιση έχει τις δικές της ορολογίες και έννοιες και η έκταση στην οποία υπάρχει επικάλυψη μεταξύ των αναπτυσσόμενων εννοιών σε διάφορα θεωρητικά πλαίσια δεν είναι ξεκάθαρη. Θα αναφερθούμε σε δύο θεωρητικά πλαίσια και θα εκτιμήσουμε το κατά πόσο έχουν συμβάλει στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών ή κατά πόσο μπορούν να προβάλλουν ένα θεωρητικό πλαίσιο για μελλοντική ανάπτυξη.

Ένας από τους συνήθεις όρους που χρησιμοποιούνται στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, ήτοι *νοητική χωρητικότητα* (mental capacity), είναι μια βασική έννοια σε ένα επιμέρους θεωρητικό πλαίσιο, *τη θεωρία των δομικών τελεστών* του Pascual-Leone (1970,1987). Ένας άλλος όρος, η *μνήμη εργασίας,* έχει συσχετιστεί στενά με ένα άλλο θεωρητικό μοντέλο που αναπτύχθηκε από τον Baddeley και τους συνεργάτες του: Baddeley και Hitch (1974), Baddeley (1986,1992), Della Sala και Logie (1993), Logie (1993). Θα περιγράψουμε κάθε μία από αυτές τις θεωρητικές προσεγγίσεις κατά σειρά.

Στη συνέχεια θα ανασκοπήσουμε έναν αριθμό μελετών της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών που χρησιμοποιούν τους όρους νοητική ικανότητα ή μνήμη εργασίας. Θα εκτιμήσουμε την έκταση στην οποία οι θεωρητικές υποθέσεις γίνονται ξεκάθαρες στη βιβλιογραφία. Τέλος θα προσπαθήσουμε να ασχοληθούμε με την έκταση στην οποία οι δύο εναλλακτικές προσεγγίσεις έρχονται σε σύγκρουση ή είναι συμπληρωματικές στην εφαρμογή τους.

7.7.2 Η θεωρία του Pascual-Leone των λειτουργικών δομικών τελεστών (constructive operators)

Μεγάλος αριθμός ερευνών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών έχει γίνει και αναφέρεται άμεσα ή έμμεσα στη θεωρία του Pascual-Leone (1970,1987) των δομικών τελεστών, στην οποία αναφέρεται η έννοια της νοητικής χωρητικότητας (mental capacity). Η θεωρία αυτή προτάθηκε αρχικά για να περιγράψει επιμέρους διαφορές στην απόδοση σε γνωστικά έργα. Συχνά αναφέρεται ως Νεοπιαζέτεια θεωρία λόγω του ότι προσφέρει μια ερμηνεία, μια περιγραφή της γνωστικής επίδοσης μαθητών σε διάφορες ηλικίες, συνδέοντας τις σχετιζόμενες με την ηλικία διαφορές με τα διαφορετικά στάδια της νοητικής ανάπτυξης. Στα πρόσφατα έτη έχει εφαρμοστεί με ποικίλο βαθμό επιτυχίας ως μια περιγραφή της διαφορετικής επίδοσης σπουδαστών στη Φυσική και στη Χημεία [Niaz και Lawson (1985), Johnstone και El-Banna (1986), Niaz (1990), Opdenacker κ.α.(1990)].

Σύμφωνα με τον Pascual-Leone, η ικανότητα επεξεργασίας πληροφοριών ενός μαθητή ήτοι η *νοητική χωρητικότητα* (mental capacity) ή *χωρητικότητα-Μ* αναπαριστά ένα απόθεμα νοητικής ενέργειας που είναι διαθέσιμο προκειμένου να ανυψώσει τη ενεργό βαρύτητα (activation weight) των συσχετιζόμενων με το έργο σχημάτων. Αυτό το απόθεμα της ενέργειας-Μ (*μέγιστη δύναμη-Μ*, maximum M-power) μπορεί να μετρηθεί με το μέγιστο αριθμό διαφόρων σχημάτων που ο χώρος-Μ μπορεί να κρατήσει σε μια μεμονωμένη *νοητική δράση κεντρώσεως* [Pascual-Leone κ.α. (1978), p. 266], όπως αναφέρεται στη θεωρία του Pascual-Leone.

Κατά τους όρους του Pascual-Leone, ως *σχήμα* αναφέρεται μια καλώς μαθημένη διαδικασία που μπορεί να ενεργοποιηθεί και εφαρμοστεί προκειμένου να επιτύχει κανείς το έργο. Όμως τα περισσότερα έργα απαιτούν τη χρήση πολλών τέτοιων σχημάτων και η ενεργοποίηση κάθε σχήματος απαιτεί τη χρήση μιας περιορισμένης προσφοράς νοητικής ενέργειας. Η έννοια της *κεντρώσεως* (centration) αναφέρεται στη συντονισμένη χρήση

αυτών των ποικίλων, καλώς μαθημένων διαδικασιών ή σχημάτων για την εκτέλεση δεδομένου έργου. Ο συντονισμός αυτών των σχημάτων είναι ευθύνη μιας ποικιλίας τελεστών, καθένας από τους οποίους εκτελεί ένα ορισμένο σύνολο ενεργειών. Για παράδειγμα, ο τελεστής-Μ (M-operator) αναφέρεται στη νοητική χωρητικότητα, ο τελεστής-L στις λογικές διεργασίες όπως διατήρηση, τυπική λογική κ.λπ., ο τελεστής-C πραγματεύεται τη γνώση περιεχομένου και ο τελεστής-F είναι υπεύθυνος για την εξάρτηση-ανεξαρτησία από το πεδίο. Τελικά, ο τελεστής-I απενεργοποιεί σχήματα τα οποία είναι άσχετα με το έργο που ασχολούμαστε.

Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι τα υποκείμενα ενδέχεται να μη χρησιμοποιούν όλη τη χωρητικότητα-Μ που έχουν διαθέσιμη, τη λεγόμενη *δομική νοητική χωρητικότητα, M_s* , (structural mental capacity). Για πρακτικούς σκοπούς, οι περισσότεροι μαθητές χρησιμοποιούν μόνο ένα μέρος αυτής της δυναμικής χωρητικότητας και αυτό το μέρος αναφέρεται ως *λειτουργική νοητική χωρητικότητα* (functional mental capacity) και συμβολίζεται με το M_f. Η τιμή του M_f σε μια δεδομένη κατάσταση εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες όπως τα κίνητρα, η διέγερση, ο βαθμός κοπώσεως, ο βαθμός εξάρτησης-ανεξαρτησίας από το πεδίο. Ειδικότερα ένα υποκείμενο που είναι ανεξάρτητο πεδίου μπορεί να έχει διαθέσιμο ένα μεγαλύτερο μέρος της χωρητικότητας-Μ από κάποιον που είναι εξαρτημένος πεδίου. Η τιμή του M_f είναι μικρότερη ή ίση με την τιμή του M_s (structural mental capacity) και, όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία, οι ανεξάρτητοι πεδίου τείνουν να προσεγγίσουν το M_s. Επομένως όταν ένα έργο ενσωματώνει πληροφορίες που αποσπούν την προσοχή ή είναι άσχετες με την επιτυχή επίδοση, ένα ανεξάρτητο πεδίου άτομο πολύ πιο εύκολα θα επιλέξει την πληροφορία που είναι σχετική με το έργο που δουλεύει. Σύμφωνα με τον Scardamalia (1976, p. 26), η μείζων πηγή δυσκολίας σε ένα έργο δεν είναι μια λογική δυσκολία (δηλ. η εφαρμογή του απαιτούμενου αλγόριθμου), αλλά είναι το πρόβλημα φορτίου που τοποθετείται στην ικανότητα προσοχής των μη προφανών χαρακτηριστικών-ερεθισμών.

Αυτή η θεωρία δίνει έμφαση στη σχέση ανάμεσα στη δύναμη του χώρου-Μ (ποσότητας νοητικής ενέργειας) και στην απαίτηση-Μ του προβλήματος. Η έννοια της *απαίτησης-Μ* (M-demand) *αναφέρεται ως ο μέγιστος αριθμός σχημάτων τα οποία ένα υποκείμενο μπορεί να ενεργοποιήσει ταυτόχρονα κατά την πορεία της επιτυχούς εκτέλεσης του έργου.* Η απαίτηση-Μ προσδιορίζεται κατ΄αρχήν μέσω μιας μορφής αναλύσεως του έργου (task analysis) η οποία καθορίζει πόσα σχήματα απαιτούνται για τη λύση του προβλήματος [Case (1978), Pascual-Leone και Goodman (1979)]. Στην πράξη έχει

αποδειχθεί ότι είναι πολύ δύσκολο να εκτιμήσει κανείς την απαίτηση-Μ ενός έργου ανεξάρτητα από την επίδοση ενός υποκειμένου στο συγκεκριμένο έργο. Πράγματι, πολλές από τις μελέτες της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, οι οποίες αναφέρονται στην απαίτηση-Μ, δεν προσδιορίζουν πώς βρίσκουν τα επίπεδα της απαίτησης-Μ για τα θέματα που μελετούν. Αυτή η εργασία είναι ιδιαίτερα δύσκολη λόγω του ότι παρέχει μία εκ των υστέρων ερμηνεία για μία κανονικότητα στην επίδοση που βρίσκουμε, ενώ έχει περιορισμένη προβλεπτική ικανότητα (φαύλος κύκλος).

Μια συνέπεια αυτής της θεωρίας είναι ότι είναι πιθανό ένα υποκείμενο να αποτυγχάνει σε ένα έργο λόγω του ότι η απαίτηση-Μ του έργου ξεπερνά τη χωρητικότητα-Μ που το υποκείμενο έχει διαθέσιμη. Στην περιοχή της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών οι Eylon και Linn(1988) έχουν εκφράσει αυτό ως ακολούθως: "Η Νεοπιαζέτεια θεωρία Pascual-Leone κ.α. (1978) δίνει έμφαση στο πώς η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας επηρεάζει την συμπεριφορά των σπουδαστών των φυσικών επιστημών. Κατά την άποψη αυτή, αυτό που αναπτύσσεται είναι η ικανότητα του να επεξεργάζεται κανείς όλο και περισσότερα στοιχεία ταυτόχρονα. Εκείνο που έχει σημασία σχετικά με την υπόθεση των Eylon και Linn είναι η χρήση του όρου *μνήμη εργασίας* (working memory) ως συνώνυμης έννοιας της *νοητικής χωρητικότητας* (mental capacity) του Pascual-Leone. Ο όρος μνήμη εργασίας έχει εμφανισθεί σε ένα μεγάλο αριθμό ερευνών της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών [Johnstone (1984), Johnstone και El-Banna (1986)] όπου αναφέρεται υπό την έννοια της υπόθεσης υπερφόρτωσης της μνήμης εργασίας (working memory overloap hypothesis). Όμως ο όρος μνήμη εργασίας δεν αναφέρθηκε από τον Pascual-Leone, ούτε είναι ξεκάθαρο υπό αυτή την έννοια ποια είναι τα λεπτομερή χαρακτηριστικά της νοητικής εφευρετικότητας στα οποία αναφέρεται η μνήμη εργασίας.

7.7.3 Τα βασικά σημεία της νεοπιαζέτειας θεωρίας του Pascual - Leone

Μια δυσκολία με τη θεωρία του Piaget είναι ότι δεν εξηγείται το πρόβλημα των horizontal decalages, [Τσαπαρλής 1991], δηλαδή η διαφοροποίηση ως προς την εμφάνιση ικανοτήτων με την ίδια δομή όπως π.χ. η διατήρηση της μάζας (6-7 ετών), η διατήρηση του βάρους (9-10 ετών) και η διατήρηση του όγκου (11+ ετών). Άλλο ερώτημα είναι γιατί άτομα του ίδιου νοητικού σταδίου των τυπικών συλλογισμών συναντούν δυσκολίες, άλλοι λιγότερες και άλλοι περισσότερες στη λύση προβλημάτων. Τέτοιες αδυναμίες έρχεται να καλύψει η νεοπιαζέτεια θεώρηση.
Προτάθηκε από τον Pascual - Leone το 1969 [Pascual - Leone 1969] για πρώτη φορά και

έκτοτε έχει υποστεί επεξεργασία και τροποποιήσεις. Σκοπός του Pascual - Leone δεν ήταν να δώσει μια νέα θεωρία σε αντικατάσταση αυτής του Piaget, αλλά να κάνει την τελευταία πιο λειτουργική. Όπως αναφέρεται παραπάνω θεμέλιο της νέας θεωρίας υπήρξε η έννοια του «**σχήματος**» του Piaget. Ο Pascual - Leone διακρίνει τρία είδη σχημάτων.

α) Εικονικά σχήματα : πρόκειται για έννοιες- ιδέες με τις οποίες ένα άτομο μπορεί να ομαδοποιήσει και να χειριστεί υποσύνολα της έννοιας-ιδέας (sub-ideas). Θα το περιγράφαμε ως εσωτερικές αναπαραστάσεις των διαφόρων ειδών πληροφορίας με τις οποίες είναι εξοικειωμένο το άτομο.

β) Λειτουργικά σχήματα: Τα σχήματα για να ερμηνεύουν τις ευρείες ιδέες έχουν προσαρμοστεί και για να επεκτείνουν το πρότυπο που σχηματοποιεί από αυτές τις ιδέες. Θα τα περιγράφαμε ως εσωτερικές αναπαραστάσεις των λειτουργιών (κανόνες).

γ) Εκτελεστικά σχήματα: τα οποία αποτελούν τις τεχνικές και τους τρόπους που έχουν να κάνουν με ιδέες και έννοιες. Θα τα περιγράφαμε ως εσωτερικές αναπαραστάσεις των διαδικασιών που μπορούν να εφαρμοστούν στις ξεχωριστές καταστάσεις ενός προβλήματος στην προσπάθεια να πετύχουν διακεκριμένους στόχους. Τα εκτελεστικά σχήματα ευθύνονται για τον προσδιορισμό γιατί ένα υποκείμενο ενεργοποιεί σε κάθε διακεκριμένη κατάσταση κάποια εικονικά και λειτουργικά σχήματα.

Τα σχήματα μπορούν αφ ενός να εφαρμοστούν σε ένα αρχικό σύνολο συνθηκών και αφ' ετέρου να παράγουν ένα επακόλουθο σύνολο συνθηκών. Αν και το παιδί γεννιέται με έμφυτη συλλογή αισθησιοκινητικών σχημάτων, συνέχεια άλλα σχήματα αποκτώνται είτε από μετασχηματισμό είτε από συνδυασμό και παγίωση αρκετών παλαιοτέρων σχημάτων. Τα υποκείμενα χρησιμοποιούν αρκετά σχήματα στην καθημερινή τους αλληλεπίδραση με τον κόσμο. Αυτή η επέμβαση εξαρτάται από το δικό τους τρόπο διανόησης. Ο Pascual - Leone υποθέτει την παρακάτω πορεία σκέψης

α) Τα υποκείμενα αρχικά προσπαθούν να ενεργοποιήσουν ορισμένα γενικά εκτελεστικά σχήματα, για να αντιμετωπίσουν κάποιο πρόβλημα ανάλογα με τους περιορισμούς του προβλήματος, την προηγούμενή τους εμπειρία σε επίλυση προβλημάτων και τη συναισθηματική τους απόδραση στην κατάσταση.

β) Τα σχήματα ενεργοποιούν μια σειρά εικονικών και λειτουργικών σχημάτων.

γ) Η αλληλουχία των εικονικών και λειτουργικών σχημάτων συνίσταται από διακεκριμένα «**νοητικά βήματα**», που καθένα περιλαμβάνει μία φανερή επέμβαση όπου κάθε λειτουργικό σχήμα επενεργεί σε ένα ή περισσότερα εικονικά, ώστε να προκύψει ένα νέο εικονικό σχήμα.

δ) Είναι δυνατό το υποκείμενο να χρησιμοποιήσει τα εικονικά σχήματα που αποκτήθηκαν σε μελλοντικές διαχειρίσεις, αφού μεταφερθούν σε προσκήνιο ή δοκιμαστούν.

ε) Η ενεργοποίηση ή δοκιμή κάποιου σχήματος απαιτεί καταβολή «**νοητικής προσπάθειας**» κάτι που επιχειρείται εξατομικευμένα, διότι το ποσό της «νοητικής προσπάθειας» που καταβάλλεται ανά πάσα στιγμή περιορίζεται, όπως και ο αριθμός των χρησιμοποιουμένων σχημάτων σε κάθε νοητικό βήμα.

στ) Αν η γενιά σχημάτων (ή το σχήμα) έχουν εμπλουτιστεί με νέα στοιχεία ουσιαστικά, το αρχικό εκτελεστικό σχήμα δημιουργεί μια κατάλληλη τελική αντίδραση και σταματά να είναι ενεργό.

ζ) Όσον αφορά στην κατά τον Piaget ισορροπία. για τον Pascual-Leone είναι ένας τρόπος όπου τα σχήματα που τροποποιήθηκαν και άλλαξαν ποιοτικά μέσω της αφομοίωσης και της συμμόρφωσης καθιστά ικανό το άτομο να εξηγεί γεγονότα στον εξωτερικό κόσμο.

Υπάρχουν βέβαια επιπρόσθετοι παράγοντες που επιδρούν στην εξατομικευμένη προσπάθεια επίλυσης σε κάθε ιδιαίτερο πρόβλημα.

$1^{ο}$: Το ρεπερτόριο των σχημάτων που διαθέτει κάθε άτομο επαυξάνεται σε πληρότητα και ακρίβεια με την εμπειρία της ζωής

$2^{ο}$: Ο μέγιστος αριθμός σχημάτων που επιστρατεύεται κάθε στιγμή από το ψυχολογικό σύστημα του υποκειμένου. Επιπλέον σε διάφορες ομάδες ηλικιών συμπεραίνεται διαφορετική δύναμη (M-Power) και μέγιστη νοητική προσπάθεια.

Κατά τον Case [Case 1974] η δύναμη Μ παριστά τον μέγιστο αριθμό σχημάτων που μπορούν να συντονίζονται ταυτόχρονα στον τρόπο της εκτέλεσης σειράς νοητικών μετασχηματισμών.

Ο Pascual-Leone διακρίνει στο υποκείμενο ένα μέγιστο ικανότητας μνήμης τη δομική-Μ (structural-M) και τη λειτουργική-Μ που αποτελεί το μέρος της δομικής-Μ που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δεδομένη στιγμή. Η λειτουργική-Μ κυμαίνεται μεταξύ του 0 και της μέγιστης ικανότητας μνήμης της δομικής-Μ. Σε άλλα άτομα η λειτουργική-Μ πλησιάζει το μέγεθος της δομικής-Μ, ενώ σε άλλα είναι λιγότερο ή περισσότερο μικρότερη. Η δύναμη-Μ συμπίπτει με τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας, όπως την όριζε η Θεωρία της επεξεργασίας των πληροφοριών [Τσαπαρλής 1991]. Το μέγεθος της δύναμης-Μ, σε φυσιολογικά άτομα, αυξάνει γραμμικά με την ηλικία.

Ηλικία	**Υποστάδιο νοητικής ανάπτυξης**		**Δύναμη-Μ***
3-4	Αρχικό προσυλλογιστικό	1Α	e +1
5-6	Τελικό προσυλλογιστικό	1Β	e +1
7-8	Αρχικό συγκεκριμένων συλλογισμών	2Α	e +3
9-10	Τελικό συγκεκριμένων συλλογισμών	2Β	e +4
11-12	Μεταβατικό στάδιο	2Β/3Α	e +5
13-14	Αρχικό τυπικών συλλογισμών	3Α	e +6
15-16	Τελικό τυπικών συλλογισμών	3Β	e +7

με * σημειώνεται ο απαιτούμενος χώρος μνήμης για τα εκτελεστικά σχήματα.

Η γραμμική αυτή συνάρτηση ηλικίας και δύναμης-Μ σημαίνει ότι προβλέψεις συναρτήσει της ηλικίας μπορούν να ελέγξουν την επίδραση της διαχείρισης των χαρακτηριστικών του πληροφοριακού φόρτου των δοκιμασιών (tasks).

3^{ο}: Η τάση του υποκειμένου να χρησιμοποιεί όλη τη δύναμη-Μ που διαθέτει, αν και πολλά υποκείμενα βλέπουν στο πρόβλημα με τον απλούστερο δυνατό τρόπο, δηλαδή επιστρατεύουν τις ελάσσονες δυνατές προσπάθειες.

4^{ο}: Η βαρύτητα που δίνει κάθε υποκείμενο στις νύξεις από το κατάλληλο πεδίο, σε αντίθεση με τις νύξεις από άλλες πηγές όπως δοκιμασίες της διδασκαλίας, επιλέγοντας ένα εκτελεστικό σχήμα. Τα υποκείμενο θεωρείται ότι ποικίλλουν στη ροπή να δίνουν βάρος σε προεξέχουσες αλλά παραπλανητικές νύξεις και ατομικές μεταβλητές. Υπάρχει μάλιστα η τάση να παραμένουν σταθερές παρά τις διδακτικές δοκιμασίες (tasks) και παρά το χρόνο.

Ο Case [Case 1978] ισχυρίζεται ότι η νεο-πιαζέτεια θεωρία έχει τη δύναμη να κάνει προβλέψεις σε σχετικώς αβίαστα εξελικτικά προβλήματα. Προνόησε ότι οι στρατηγικές, που τυχόν χρησιμοποιούν τα υποκείμενα, μπορούν ξεκάθαρα να εξειδικευτούν, να προνοήσουν, και να διαβαθμιστούν κατάλληλα. Επίσης μια προσεκτική ανάλυση των διδακτικών δοκιμασιών πρέπει να σκοπεύσει στο να προσδιορίζει την ποσότητα επεξεργασίας πληροφοριών (το M-demand) για τη κατάκτηση της στρατηγικής φέρνοντας στο νου τα πιθανά αποτελέσματα συναγωνιστικών στρατηγικών και παραπλανητικών νύξεων φτάνει σε τρία συμπεράσματα:

1^{ο}. Τα λειτουργικά σχήματα του Piaget μπορούν να ερμηνευτούν ως αλληλουχίες αυξητικώς πολύπλοκων και δυνατών εκτελεστικών σχημάτων (κατά τις εισηγήσεις του Simon).

2ο. Η απλή πρακτική, η πρακτική με επανατροφοδότηση, οι επισημασμένες νύξεις και η μοντελοποίηση μπορούν να επηρεάσουν την κατάκτηση των εκτελεστικών σχημάτων (από τις θεωρίες της προσοχής και της μάθησης).

3^{ο}. Η όποια δυνατότητα του υποκειμένου να κερδίζει από την εμπειρία περιορίζεται από τα όρια της μνήμης εργασίας του (σύμφωνα με τις απόψεις του Pascual-Leone).

Το 1980 ο Case συμπληρώνει τα επιχειρήματά του στις νεο-Πιαζέτειες απόψεις και τα συνοψίζει ως ακολούθως:

1^{ο}. Οι δυσκολίες που τα παιδιά παρουσιάζουν στην κατάκτηση νέων επιδεξιοτήτων πιθανόν να οφείλονται σε ένα από τους παρακάτω παράγοντες:

α. Εφαρμόζουν μια δικαιολογημένη αλλά υπεραπλουστευμένη στρατηγική.

β. Η διδασκαλία υπερφορτώνει τη μνήμη εργασίας τους.

γ. Δεν είναι επαρκώς εξοικειωμένα με τις βασικές διεργασίες που απαιτεί το πρόβλημα.

2^{ο}. Με δεδομένη την περίπτωση αυτή, προτείνει ένα ιδανικό σύνολο διαδοχικών βημάτων από το διδάσκοντα για την εξάλειψη αυτών των δυσκολιών ως ακολούθως

α. να διαπιστώσει τη λάθος στρατηγική, να αποδείξει την ανεπάρκειά της και να επιδείξει τη σωστή στρατηγική.

β. να ελαττώσει το φόρτο στη μνήμη εργασίας.

γ. να προβλέψει τη μέγιστη δυνατή εξάσκηση σε βασικές διεργασίες.

3^{ο}. Αυτή η πορεία φαίνεται εφαρμόσιμη άσχετα με τη διδακτική δοκιμασία (task), που σχεδιάστηκε είτε βάσει της βιβλιογραφίας της τακτικής ανάπτυξης είτε από ένα συμβατικό σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα.

4^{ο}. Όταν αναπτύσσονται αναλυτικά προγράμματα που βασίζονται σε τέτοια διαβήματα, η βελτίωση θα είναι αρκετά εντυπωσιακή σε σύγκριση με κλασικές-συμβατικές διδακτικές οδηγίες.

7.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η νεο-Πιαζέτεια θεωρία του Pascual-Leone έχει τη δυναμική να κάνει λεπτομερείς προγνώσεις εκτέλεσης σε συγγενικά, αβίαστα εξελικτικά προβλήματα. Προβλέπει τις δυνατές νοητικές στρατηγικές που μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα υποκείμενο. Το νεο-πιαζέτειο μοντέλο (Niaz 1987) δείχνει ότι η εκτέλεση του υποκειμένου εξαρτιέται από:

α) την εξέλιξη της τυπικής συλλογιστικής

β) το μήκος μνήμης (M-space) για την πορεία της πληροφορίας.

γ) τη δυνατότητα απόσπασης της ανασυρόμενης πληροφορίας. και.

δ) την προηγούμενη εμπειρία.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 8ο

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ JOHNSTONE - EL-BANNA ΜΕΣΩ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ

8.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με το προτεινόμενο μοντέλο των Johnstone - El-Banna, που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών αποτυγχάνει να λύσει προβλήματα των οποίων η απαίτηση-Z (Z-demand) είναι μεγαλύτερη από την χωρητικότητα της μνήμης εργασίας τους (X-capacity).

Στην εργασία αυτή προσπαθήσαμε να μελετήσουμε τον βαθμό που το παραπάνω προγνωστικό μοντέλο έχει ισχύ για τις θετικές επιστήμες. Μετρήσαμε την χωρητικότητα της μνήμης εργασίας (X) μιας ομάδας μαθητών και στην συνέχεια τους δώσαμε να λύσουν προβλήματα με διαφορετική απαίτηση-Z.

Η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας (X) των μαθητών μετρήθηκε με ένα τεστ που ονομάζεται «τεστ της αντιστροφής των αριθμών» (digits span backward test-DBT) και περιγράφεται λεπτομερώς παρακάτω.

Τα προβλήματα με διαφορετική απαίτηση-Z που δόθηκαν για λύση στους μαθητές, βασίζονται στην ύλη της οργανικής χημείας της Γ΄ τάξης Λυκείου. Τα προβλήματα αυτά που τα ονομάζουμε «προβλήματα οργανικής σύνθεσης» επελέγησαν για λόγους που αναφέρονται λεπτομερώς στην αναλυτική παρουσίασή τους που γίνεται παρακάτω.

8.1 ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ

8.1.1. Ποια προβλήματα λέμε οργανικής σύνθεσης

Με τον όρο προβλήματα οργανικής σύνθεσης εννοούμε τα προβλήματα στα οποία δίνουμε το όνομα και τον συντακτικός τύπος δύο οργανικών ενώσεων π.χ. μυρμηκικό οξύ **HCOOH** και αιθανόλη $\mathbf{CH_3CH_2OH}$. Στην συνέχεια ζητάμε από τον μαθητή να μας

γράψει τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες θα μπορούσε να παρασκευασθεί η δεύτερη οργανική ένωση (**CH_3CH_2OH**) αν χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες, από οργανικές ενώσεις μόνο η πρώτη ένωση που έχει δοθεί (**HCOOH**), και από ανόργανες ενώσεις όποιες είναι απαραίτητες για την παρασκευή αυτή. Οι οργανικές ενώσεις, εκκίνησης και κατάληξης είναι επιλεγμένες με τέτοιο τρόπο ώστε οι αντιδράσεις με τις οποίες μπορούμε να παρασκευάσουμε τη δεύτερη ένωση από την πρώτη να είναι μοναδικές, σύμφωνα πάντα με τις απαιτούμενες γνώσεις των μαθητών, ώστε η απαίτηση-Z του προβλήματος να είναι απόλυτα καθορισμένη και να μην επιδέχεται διαφοροποίηση.

Είναι φανερό ότι ο τρόπος με τον οποίο διατυπώνονται τα προβλήματα αυτά σε συνδυασμό με την έλλειψη εργαστηριακής εμπειρίας εκ μέρους των μαθητών, μπορεί να οδηγήσει σε απαντήσεις, στις οποίες οι αντιδράσεις που χρησιμοποιούνται είτε να μην μπορούν να πραγματοποιηθούν στην πράξη είτε να δίνουν μεγάλο αριθμό προϊόντων με παραπλήσιες ιδιότητες, ώστε να είναι πολύ δύσκολος, αν όχι αδύνατος ο διαχωρισμός τους. Αυτό το τελευταίο κάνει τις αντιδράσεις αυτές να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως παρασκευές των επιθυμητών προϊόντων, κάτι που προφανώς οι μαθητές αγνοούν.

Επιπλέον το σχολικό βιβλίο σε πολλές περιπτώσεις δεν παρουσιάζει όλες τις μεθόδους παρασκευής και τις χημικές ιδιότητες των οργανικών ενώσεων που αναφέρονται στην Ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία ενώ παρουσιάζει άλλες που δεν αναφέρονται σ' αυτήν. Σε άλλες περιπτώσεις πάλι παρουσιάζει τις μεθόδους παρασκευής και τις χημικές ιδιότητες χωρίς να αναφέρει τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις ή τις συνθήκες κάτω από τις οποίες αυτές πραγματοποιούνται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, στην περίπτωση που ένας μαθητής αναφέρει μια αντίδραση που γίνεται με μικρή απόδοση ή κάτω από πολύ δύσκολες συνθήκες και δεν υπάρχει στο σχολικό βιβλίο, να μην είναι άμεσα αντιληπτό αν αυτοσχεδιάζει ή μεταφέρει γνώση που απέκτησε από άλλη πηγή εκτός του σχολικού βιβλίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται πολύ ο αριθμός των πιθανών απαντήσεων.

Για να αποφύγουμε τα παραπάνω αφενός και για να κάνουμε πιο αντικειμενικές και πιο αξιόπιστες της απαντήσεις των μαθητών αφετέρου, ώστε να μπορούμε να τις αξιολογούμε καλύτερα, θέσαμε κάποιους περιορισμούς στην λύση των προβλημάτων αυτών. Οι περιορισμοί αυτοί είναι :

1. Όλες οι αντιδράσεις που θα χρησιμοποιηθούν για τη λύση των προβλημάτων αυτών να περιλαμβάνονται στη διδακτέα ύλη της οργανικής χημείας της Γ' Λυκείου.

2. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αντιδράσεις πυρόλυσης και αλογόνωσης των αλκανίων.
3. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η άμεση αναγωγή των οργανικών οξέων
4. Όλες οι οργανικές ενώσεις που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να έχουν παρασκευασθεί είτε από την αρχική οργανική ένωση που έχει δοθεί είτε από οργανικές ενώσεις οι οποίες έχουν παρασκευασθεί ενδιάμεσα και σε καμία περίπτωση ξεκινώντας από ανόργανες πρώτες ύλες, Οι ανόργανες ενώσεις θα χρησιμοποιούνται ως αντιδραστήρια πάντα με οργανικές ενώσεις ή ως καταλύτες.

8.1.2. Γιατί επελέγησαν τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης για να μελετηθεί το μοντέλο Johnstone - El-Banna.

Έχει παρατηρηθεί ότι πολλά προβλήματα, ενώ έχουν την ίδια λογική δομή παρουσιάζουν διαφορετική δυσκολία στην επίλυσή τους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται οριζόντια ανάπτυξη (horizontal decalage), Ο Piaget (1971) απέδωσε το φαινόμενο της οριζόντιας ανάπτυξης στην «αντίσταση» που μπορεί να παρουσιάσει ένα έργο κατά την αφομοίωση του στις ήδη υπάρχουσες λειτουργικές δομές.

Ο Pascual-Leone όμως απέδειξε ότι το φαινόμενο της οριζόντιας ανάπτυξης μπορεί να ερμηνευθεί με την αύξηση της απαίτησης της επεξεργαζόμενης πληροφορίας (PascuaI-Leone και Goodman 1979). Για παράδειγμα, έδειξε ότι η διατήρηση της μάζας έχει απαίτηση-Z τρία, η διατήρηση του βάρους έχει απαίτηση-M τέσσερα και η διατήρηση του όγκου έχει απαίτηση-Z πέντε (Pascual-Leone 1972). Ο όρος απαίτηση της επεξεργαζόμενης πληροφορίας, ταυτίζεται με τους όρους, φορτίο επεξεργασίας πληροφοριών, δυσκολία του προβλήματος και απαίτηση-Z που αναφέρονται στην ψυχολογία.

Ο πιο συνηθισμένος από τους παραπάνω όρους είναι, απαίτηση-M και ορίζεται ως ο μέγιστος αριθμός σχημάτων που μπορεί και πρέπει να ενεργοποιήσει ένα άτομο προκειμένου να εκτελέσει με επιτυχία ένα έργο. Κατά τους όρους του PascuaI-Leone, ως σχήμα αναφέρεται μια διαδικασία την οποία το υποκείμενο έχει μάθει καλά, και η οποία πρέπει να ενεργοποιηθεί και να εφαρμοστεί προκειμένου να ολοκληρωθεί με επιτυχία ένα έργο (task).

Αξίζει να σημειώσουμε ότι οι Johnstone και El-Banna αντίστοιχα ως απαίτηση-M ενός προβλήματος ορίζουν :

- την πληροφορία που δίνεται από μια ερώτηση και πρέπει να επεξεργαστεί.
- την πληροφορία που πρέπει να ανακληθεί από την μακροπρόθεσμη μνήμη και να ενσωματωθεί στην επεξεργαζόμενη πληροφορία.
- την διαδικασία που πρέπει να ενεργοποιηθεί, για να γίνουν τυχόν μετασχηματισμοί στην πληροφορία που θα ενσωματωθεί καθώς και οι απαραίτητοι υπολογισμοί.

Οι Bereiter και Scardamalia (1979), που ασχολήθηκαν με τον καθορισμό της απαίτησης-Μ ενός προβλήματος, βρήκαν ότι αυτή εξαρτάται από την στρατηγική την οποία ακολουθεί ένα υποκείμενο προκειμένου να οδηγηθεί στη λύση. Σύμφωνα με αυτό, υπάρχει το ενδεχόμενο, το ίδιο έργο να έχει διαφορετική απαίτηση ανάλογα με την στρατηγική που ακολουθείται από τα υποκείμενα. Η γενική μέθοδος για τον καθορισμό της απαίτησης-Μ ενός προβλήματος είναι να υιοθετήσουμε την πιο επαρκή στρατηγική που διαθέτουν τα υποκείμενα, να την χωρίσουμε σε βήματα, να υπολογίσουμε σε κάθε βήμα τον αριθμό των σχημάτων που πρέπει να ενεργοποιηθούν και να αθροίσουμε στο τέλος τα σχήματα.

Ο Case (1974) τονίζει, ότι οι μαθησιακές εμπειρίες βελτιώνουν την απόδοση του υποκειμένου, παρέχοντάς του στρατηγικές με τις οποίες μειώνει τη δυσκολία του προβλήματος. Η δυσκολία του προβλήματος μειώνεται γιατί το υποκείμενο μπορεί και χειρίζεται ως ένα σχήμα μέρος από τη λύση του προβλήματος, το οποίο απαιτεί κανονικά παραπάνω από ένα σχήματα. Το μέρος από τη λύση του προβλήματος το οποίο το υποκείμενο χειρίζεται ως ένα σχήμα, το γνωρίζει από προηγούμενα προβλήματα που έχει λύσει. Έτσι μειώνεται ο αριθμός των σχημάτων που πρέπει να ενεργοποιηθούν δηλαδή η απαίτηση-Μ. Αυτή η μείωση της απαίτησης-Μ αποδίδεται με τον όρο σβολοποίηση. Άρα στον υπολογισμό της απαίτησης ενός προβλήματος πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν τόσο η στρατηγική που πιθανόν θα ακολουθήσει το υποκείμενο όσο και η υπάρχουσα μαθησιακή εμπειρία..

Ο Niaz (1989) βασιζόμενος, αφ' ενός στις επιστημονικές αρχές της Νεοπιαζέτειας θεωρίας [Pascual-Leone(1978, 1987), PascuaI-Leone και Sparkman (1980)] αφ' εταίρου στις υποθέσεις των Case (1978), PascuaI-Leone (1987b,1988), PascuaI-Leone και Niaz (1988) και Niaz (1987,1988a), πρότεινε μια διαδικασία τεσσάρων σταδίων για τον υπολογισμό την απαίτηση-Μ ενός προβλήματος. Η διαδικασία αυτή, η οποία ονομάζεται «διαστατική ανάλυση» (dimensional analysis), και η οποία στην ουσία είναι μία συντομογραφία της ανάλυσης έργου, σχεδιάστηκε για να συλλάβει τις ουσιώδεις

πληροφοριακές διαστάσεις ενός προβλήματος, τις οποίες το υποκείμενο πρέπει να επεξεργάζεται και να συντονίζει στο μυαλό του προκειμένου να οδηγηθεί στη λύση.

Λίγο αργότερα (1992) ο Niaz ερεύνησε την επίδραση που έχει στην επίδοση λύσης προβλημάτων, η μεταβολή της πολυπλοκότητας της λογικής δομής ενός προβλήματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η απαίτηση-Μ ενός προβλήματος ποικίλλει ανάλογα με την πολυπλοκότητα της λογικής δομής του. Αν αυξηθεί λίγο η πολυπλοκότητα της λογικής δομής ενός προβλήματος, ενώ ταυτόχρονα διατηρείται το ποσό της πληροφορίας που απαιτείται για επεξεργασία, η απόδοση των μαθητών μειώνεται. Ακόμα και στην περίπτωση που ο μαθητής έχει βελτιώσει την επίδοσή του στην λύση προβλημάτων με την απόκτηση εμπειρίας από την λύση μεγάλου αριθμού προβλημάτων με την ίδια απαίτηση-Μ, η βελτίωση αυτή χάνεται αν αυξηθεί η πολυπλοκότητα της λογικής δομής του προβλήματος.

Ένας άλλος παράγοντας που φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδοση λύσης προβλημάτων είναι ο τρόπος που οι μαθητές χειρίζονται την λογική δομή του προβλήματος. Αν γνωρίζουν από προηγούμενες διδασκαλίες τμήματα της λογικής δομής του προβλήματος, ώστε να μπορούν να κάνουν σβολοποίηση, παρουσιάζουν καλύτερη επίδοση στην λύση των προβλημάτων αυτών.

Καθοριστικό επίσης ρόλο στην επίδοση λύσης προβλημάτων παίζει ο βαθμός της ικανότητας και της εμπειρίας των μαθητών να κάνουν αριθμητικούς ή αλγεβρικούς υπολογισμούς και να χρησιμοποιούν αλγορίθμους. Κατά τον Herron (1988) οι μαθητές χειρίζονται τα σύμβολα σύμφωνα με κανόνες απομνημόνευσης, χωρίς δηλαδή να τα συνδέουν με τα μακροσκοπικά φαινόμενα ή τα μικροσκοπικά μοντέλα που αυτά συμβολίζουν. Πολλές μελέτες, Novichk και Nussbaum (1978), Gabel και Kellington (1982), Anamuch-Mensah (1986) και Ben-Zvie κ.α. (1986), έδειξαν ότι πολλοί μαθητές λύνουν προβλήματα χημείας με τη χρήση μόνο αλγοριθμικών στρατηγικών χωρίς να κατανοούν τις χημικές έννοιες στις οποίες βασίζονται τα προβλήματα αυτά. Πιο πρόσφατα οι Nurrenbern και Pickering (1987) δημοσίευσαν μια έρευνα κατά την οποία ζητήθηκε από μαθητές να λύσουν αφ' ενός υπολογιστικά προβλήματα αερίων, αφ. ετέρου να απαντήσουν σε ερωτήσεις που δεν είχαν μαθηματικούς υπολογισμούς αλλά ζητούσαν καθαρό νοητική κατανόηση νόμων αερίων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα δύο τρίτα (2/3) των μαθητών λύνουν σωστά τα υπολογιστικά προβλήματα, ενώ μόνο το ένα τρίτο (1/3) περίπου αυτών απαντούν σωστά σε ερωτήσεις που βασίζονται σε κατανόηση.

Ο Sawrey (1990) έχει δημοσιεύσει εργασία με παρόμοια αποτελέσματα. Οι Nurrenbern, Pickering και Sawrey (1990) αποδίδουν αυτά τα αποτελέσματα στο γεγονός ότι η χρήση λύσεων με αλγοριθμικές στρατηγικές είναι ο πιο σημαντικός αντικειμενικός στόχος των νεαρών μαθητών αλλά και των περισσοτέρων καθηγητών όταν διδάσκουν λύσεις προβλημάτων. Ο Niaz (1989α) τονίζει ότι η χρήση των αλγορίθμων μπορεί να μειώσει την απαίτηση-Μ ενός προβλήματος αλλά δεν διευκολύνει την εννοιολογική κατανόηση.

Ο Τσαπαρλής (1995) τέλος προτείνει μερικές καταστάσεις που πρέπει να ισχύουν προκειμένου να εφαρμόζεται το μοντέλο Johnstone και EI-Banna, Ανάμεσα στις καταστάσεις αυτές αναφέρεται ότι η λογική δομή των προβλημάτων πρέπει να είναι απλή. Η καλύτερη περίπτωση είναι όταν υπάρχει μόνο μία λογική δομή στο πρόβλημα. Τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης είναι ένα παράδειγμα προβλημάτων με μία μόνο λογική δομή.

Από τις παραπάνω βιβλιογραφικές αναφορές γίνεται φανερό ότι οι παράγοντες που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιτυχή η όχι λύση ενός προβλήματος δηλαδή καθορίζουν την απαίτηση-Μ αυτού είναι :

- Ο αριθμός των βημάτων και το πλήθος των σχημάτων κάθε βήματος,
- Η ύπαρξη ή όχι εμπειρίας στην λύση των συγκεκριμένων προβλημάτων,
- Η πολυπλοκότητα της λογικής δομής του προβλήματος.
- Ο τρόπος χειρισμού της λογικής δομής του προβλήματος από τον μαθητή.
- Η ύπαρξη ή όχι εμπειρίας στη χρήση αλγορίθμων, αλγεβρικών και αριθμητικών πράξεων και στο χειρισμό συμβόλων.

Το μοντέλο Johnstone και EI-Banna., όπως έχουμε δει, εξετάζει τη σχέση της χωρητικότητας της μνήμης εργασίας των μαθητών με την επίδοσή τους στη λύση προβλημάτων με διαφορετική απαίτηση-Μ. Για την καλύτερη μελέτη του μοντέλου αυτού έπρεπε η απαίτηση-Μ των προβλημάτων της έρευνας να επηρεάζεται μόνο από τον αριθμό των βημάτων και σε καμιά περίπτωση από τους υπόλοιπους παράγοντες που αναφέρονται παραπάνω.

Τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης πληρούν την προϋπόθεση αυτή γιατί κάθε εξίσωση των αντιδράσεων που απαιτούνται για την μετατροπή της μιας ενώσεως στην άλλη θεωρείται ένα βήμα και μάλιστα χωρίς να έχει επιμέρους σχήματα. Έτσι ο αριθμός των εξισώσεων που πρέπει να αναφερθούν για την ορθή και ολοκληρωμένη απάντηση

ενός τέτοιου προβλήματος καθορίζει τον αριθμό των βημάτων που πρέπει να γίνουν για τη λύση του, άρα την απαίτηση-Μ αυτού.

Επί πλέον το χαρακτηριστικό των προβλημάτων αυτών, κάθε βήμα να μην έχει επιμέρους σχήματα αλλά να είναι μία μόνο χημική εξίσωση, συνεπάγεται αφ' ενός τα βήματα κάθε προβλήματος να είναι ισοδύναμα μεταξύ τους, αφ' ετέρου η λογική δομή των προβλημάτων αυτών να είναι απλή, ώστε ο χειρισμός της να μη μπορεί να γίνει με διαφορετικό τρόπο. Αυτό το τελευταίο αφαιρεί από τον μαθητή την δυνατότητα να επιλέξει διαφορετικό τρόπο χειρισμού της λογικής δομής του προβλήματος, δηλαδή να ακολουθήσει λύση με μικρότερο αριθμό σχημάτων για κάθε βήμα, που ενδεχομένως θα μείωνε την απαίτηση-Μ του προβλήματος.

Ακόμα η λύση των προβλημάτων αυτών απαιτεί τη χρήση λογικών δομών μόνο χημείας και σε καμιά περίπτωση τη χρήση αλγεβρικών ή αριθμητικών πράξεων και αλγορίθμων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην επηρεάζεται η απαίτηση-Μ των προβλημάτων από την διαφορετική εμπειρία και ικανότητα που τυχόν έχουν οι μαθητές στη χρήση μαθηματικών πράξεων και σκέψεων.

Τέλος τη διαφορά εμπειρίας που πιθανώς να έχουν οι μαθητές στη χρήση των χημικών συμβόλων προσπαθήσαμε να την εξαλείψουμε με δύο τρόπους.

1. Επιλέξαμε προβλήματα τα οποία για να λυθούν απαιτούν αντιδράσεις μεταξύ χημικών ουσιών που είναι όσο το δυνατόν πιο απλές και πιο οικείες στους μαθητές.
2. Πριν από την έναρξη της μελέτης προσπαθήσαμε με ειδική διδασκαλία και τεστ να εξασφαλίσουμε ότι οι μαθητές γνώριζαν τις επιμέρους απλές αντιδράσεις που θα έπρεπε να συνδυάσουν στη συνέχεια για να απαντήσουν σωστά στα προβλήματα της έρευνας.

Τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης όμως μας βοήθησαν να ξεπεράσουμε σε πολύ μεγάλο βαθμό μια ακόμα δυσκολία που παρουσιάζει η Ελληνική πραγματικότητα. Οι Έλληνες μαθητές λυκείου στη λύση προβλημάτων παρουσιάζουν μια ιδιομορφία, την οποία έπρεπε να λάβουμε σοβαρά υπ' όψιν μας για να μην οδηγηθούμε σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Η ιδιομορφία αυτή είναι ότι για τους περισσότερους μαθητές και κυρίως της Γ΄ λυκείου τα προβλήματα, που τους δίνονται να λύσουν, είναι ασκήσεις.

Εδώ πρέπει να γίνει διάκριση ανάμεσα στους όρους πρόβλημα και άσκηση γιατί πολλές φορές συγχέονται μεταξύ τους. Με τον όρο πρόβλημα εννοούμε μια πρόταση που ζητά από τον μαθητή να απαντήσει σε ερωτήματα τα οποία αυτός συναντά για πρώτη φορά. Σε αντίθεση η άσκηση είναι πρόταση η οποία θέτει ερωτήματα τα οποία ο μαθητής

έχει συναντήσει ξανά στο παρελθόν και τα επαναλαμβάνει με λίγο διαφορετική διατύπωση για να αποκτήσει εμπειρία στον τρόπο αντιμετώπιση τους.

Σχεδόν όλοι οι μαθητές στην προσπάθειά τους να ετοιμαστούν καλύτερα ώστε να ξεπεράσουν τις δυσκολίες των εξετάσεων εισαγωγής στην τριτοβάθμια εκπαίδευση αλλά και του σχολείου παρακολουθούν μαθήματα σε φροντιστήρια (ομαδικά ή ιδιαίτερα). Εκεί γνωρίζουν συνήθως για πρώτη φορά τον τρόπο λύσης προβλημάτων που συναντούν στη χημεία και στα άλλα μαθήματα. Ακόμα μαθαίνουν διάφορες μεθόδους, στρατηγικές και τεχνάσματα και γενικά αποκτούν εμπειρία πάνω στην λύση προβλημάτων. Έτσι όταν καλούνται στο σχολείο να αντιμετωπίσουν ένα πρόβλημα κάποιου μαθήματος, άρα και της χημείας, για αυτούς είναι άσκηση.

Με τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης όμως, ξεπεράσαμε όπως είπαμε το παραπάνω πρόβλημα και εξασφαλίσαμε σε πολύ μεγάλο βαθμό την έλλειψη εμπειρίας των μαθητών στη λύση τέτοιου είδους προβλημάτων. Αυτό έγινε με τον παρακάτω τρόπο.

Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα του λυκείου η οργανική χημεία διδάσκεται στη Γ΄ τάξη το δεύτερο εξάμηνο. Τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης απαιτούν συνήθως για τη λύση τους τη γνώση των χημικών ιδιοτήτων και των παρασκευών ενός μεγάλου μέρους των χημικών ενώσεων που διδάσκονται στην τάξη αυτή. Έτσι είναι αναπόφευκτο η λύση τέτοιων προβλημάτων να μπορεί να ζητηθεί από τους μαθητές προς το τέλος των μαθημάτων του σχολικού έτους. Την ίδια περίπου σειρά ακολουθούν και τα φροντιστήρια αλλά χρονικά λίγο νωρίτερα. Αλλάζοντας λίγο τη σειρά των μαθημάτων του σχολικού προγράμματος και διδάσκοντας την οργανική χημεία στην αρχή της κάθε σχολικής χρονιάς, μπορούσαμε να κάνουμε την έρευνα πριν οι μαθητές γνωρίσουν τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης στα φροντιστήρια. Με τον τρόπο αυτό τα αντιμετώπιζαν ως προβλήματα και όχι ως ασκήσεις, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει περίπτωση να γνωρίζουν μέρος της λύσης ώστε να κάνουν σβολοποίηση και να μειώσουν με τον τρόπο αυτό την απαίτηση-Μ του προβλήματος.

Όπως προέκυψε όμως από απάντηση σε σχετική ερώτηση, στα σχολεία υπήρξε ένα μικρό ποσοστό μαθητών που είχε κάποια μικρή εμπειρία στη λύση τέτοιων προβλημάτων γιατί είχε αρχίσει προετοιμασία για τις εισαγωγικές εξετάσεις στην τριτοβάθμια εκπαίδευση από την προηγούμενη σχολική χρονιά. Έτσι για να εξασφαλίσουμε σε μεγαλύτερο βαθμό στην μελέτη μας τον παραπάνω όρο, ότι δηλαδή το μοντέλο Johnstone και EI-Banna ισχύει μόνο για προβλήματα και όχι για ασκήσεις (Τσαπαρλής 1995), ένα μέρος της έρευνας διεξήχθη σε φροντιστήρια. Βέβαια αυτό έγινε πριν οι μαθητές τους

διδαχθούν τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Τα αποτελέσματα της έρευνα από τα φροντιστήρια δείχνουν μια πιο πιστή εφαρμογή του μοντέλου, που πρέπει να οφείλεται στην πλήρη έλλειψη οποιασδήποτε εμπειρίας των μαθητών στη λύση τέτοιων προβλημάτων.

8.2. Η ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Θέλοντας να απαντήσουμε στο ερώτημα αν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ της χωρητικότητας της μνήμης εργασίας Χ των μαθητών και της ικανότητας αυτών να λύνουν προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z, ξεκινούσαμε την έρευνα για κάθε ομάδα μαθητών οι οποίοι μετείχαν σε αυτήν με τη μέτρηση της χωρητικότητας της μνήμης εργασίας τους Χ. Η μέτρηση αυτή γινόταν με το τεστ των αντίστροφων αριθμών το οποίο περιγράφεται αναλυτικά πιο κάτω.

8.2.1 Το τεστ των αντίστροφων αριθμών. (The Digit Backward Span test–DBS)

Το τεστ των αντίστροφων αριθμών, το οποίο είναι τμήμα του τεστ που δημιούργησε ο Wechsler (l955), χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να μετρηθεί η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας . Σε αυτό το τεστ, υπαγορεύονται αριθμοί στους μαθητές. Η υπαγόρευση γίνεται ψηφίο – ψηφίο και ο χρόνος που μεσολαβεί από την υπαγόρευση ενός ψηφίου μέχρι την υπαγόρευση του άλλου είναι σταθερός. Όταν τελειώσει η υπαγόρευση και του τελευταίου ψηφίου του αριθμού μεσολαβεί χρονική παύση ανάλογη με το πλήθος των ψηφίων του αριθμού. Στη χρονική αυτή παύση ο μαθητής πρέπει να γράψει στο κατάλληλο έντυπο που του έχει δοθεί όλα τα ψηφία του αριθμού που μόλις άκουσε αλλά με αντίστροφη σειρά.

Από την πρώτη εφαρμογή του τεστ φάνηκαν ότι κάποιοι μαθητές αλλοίωναν τη ορθή εκτέλεση του άρα και την αξιοπιστία του. Έγραφαν το κάθε ψηφίο στο αντίστοιχο κελί του εντύπου μόλις γινόταν η εκφώνηση του από δεξιά προς τα αριστερά. Έτσι στο τέλος στο έντυπο οι αριθμοί φαίνονταν σωστά γραμμένοι χωρίς ο μαθητής να έχει χρησιμοποιήσει την μνήμη του, τη χωρητικότητα της οποίας επιδιώκει να μετρήσει το τεστ.

Για να αποκλιστεί η δυνατότητα των παραπάνω αλλοιώσεων το τεστ τροποποιήθηκε ελαφρά. Έτσι στο έντυπο που οι μαθητές έπρεπε να γράψουν τους αριθμούς που άκουγαν

υπήρχαν δέκα κελιά για όλους τους αριθμούς και ο αριθμός των ψηφίων των αριθμών που υπαγορεύονταν δεν αυξανόταν απόλυτα προοδευτικά αλλά με κάποια εναλλαγή. Το πλήθος των ψηφίων των αριθμών κατά σειρά υπαγόρευσης έγινε: 2, 2, 2, 3, 3, 4, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 5, 6, 6, 7, 7, 8, 7, 8, 8.

Όπως φαίνεται υπάρχουν τρεις αριθμοί για κάθε πλήθος ψηφίων. Δηλαδή τρεις αριθμοί με δύο ψηφία, τρεις με τρία ψηφία, τρεις με τέσσερα και ούτω καθεξής μέχρι και τα οκτώ. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές δε γνώριζαν το πλήθος των ψηφίων κάθε αριθμού, και αν ξεκινούσαν να τους γράφουν από δεξιά προς τα αριστερά δε γνώριζαν από ποιο τετράγωνο να ξεκινήσουν με αποτέλεσμα να αφήνουν κενά τετράγωνα ή να γράφουν ψηφία και πριν από το πρώτο τετράγωνο. Ως τιμή της χωρητικότητας της μνήμης εργασίας Χ του κάθε μαθητή θεωρήθηκε το πλήθος των ψηφίων των αριθμών που είχαν τα περισσότερα ψηφία και που ο μαθητής είχε γράψει σωστά δύο από τους τρεις αριθμού με το ίδιο πλήθος ψηφίων. Το έντυπο με τα τετραγωνάκια που χρησιμοποιήθηκε, δείγματα αυτού καθώς και αναλυτική περιγραφή του τεστ υπάρχουν στο παράρτημα 2.

8.3 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ

Όπως αναφέρεται πιο πάνω στην εργασία αυτή προσπαθήσαμε να μελετήσουμε τον βαθμό που το προγνωστικό μοντέλο των Johnstone και El-Banna έχει ισχύ για τη λύση προβλημάτων στις. θετικές επιστήμες.

Μετρήσαμε τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ μαθητών από Δημόσια Σχολεία και Φροντιστήρια αστικών περιοχών και στη συνέχεια τους ζητήσαμε να λύσουν προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης που δόθηκαν στους μαθητές για επίλυση ήταν αυξανόμενης απαίτησης Z. Άρχιζαν από απαίτηση Z = 2 και αυξανόντουσαν κατά μία μονάδα μέχρι και απαίτηση Z = 8.

Η απαίτηση κάθε προβλήματος υπολογίστηκε από τον αριθμό των αντιδράσεων που απαιτείται να πραγματοποιηθούν ώστε να γίνει η παρασκευή της δεύτερης οργανικής ένωσης από μοναδική οργανική ένωση την πρώτη όπως αναφέρεται στην παράγραφο 8.1. Κάθε εξίσωση των αντιδράσεων που απαιτούνται για την μετατροπή της μιας ενώσεως στην άλλη θεωρείται ένα βήμα και μάλιστα χωρίς να έχει επιμέρους σχήματα.

Τα αποτελέσματα από τη μέτρηση της χωρητικότητας της μνήμης εργασίας Χ μαθητών συνδυάστηκαν με τη απαίτηση των προβλημάτων που ο κάθε μαθητής έλυσε σωστά και επεξεργάστηκαν στατιστικά με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους. Από την επεξεργασία

αυτή βγήκαν τα συμπεράσματα που αναφέρονται στο τέλος του κεφαλαίου και οι απαντήσεις στα ερωτήματα που τέθηκαν για το ξεκίνημα της εργασίας αυτής.

8.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

8.4.1 Το ερώτημα και η υπόθεση

Με την μελέτη αυτή θέλουμε να ελέγξουμε σε ποιο βαθμό έχει ισχύ το προφητικό μοντέλο των Johnstone και El-Banna. Το ερώτημα στο οποίο πρέπει να δώσουμε απάντηση είναι:

Ισχύει πράγματι ότι όταν η απαίτηση Z ενός προβλήματος είναι μικρότερη ή ίση με την χωρητικότητας της μνήμης εργασίας X των μαθητών αυτοί λύνουν τα προβλήματα αυτά ενώ όταν η απαίτηση Z του προβλήματος είναι μεγαλύτερη από την χωρητικότητας της μνήμης εργασίας X των μαθητών αυτοί μπλοκάρουν και δεν λύνουν τα προβλήματα αυτά;

Για να δώσουμε απάντηση στο παραπάνω ερώτημα θα εξετάσουμε κατά πόσο ισχύουν οι τρεις παρακάτω υποθέσεις:

1. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας X, λύνουν προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ ενώ αποτυγχάνουν να λύνουν προβλήματα με απαίτηση $Z > X$.

2. Για κάθε ομάδα μαθητών με την ίδια χωρητικότητα της μνήμης εργασίας X, θα υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα που αυτοί θα φέρουν αν προσπαθήσουν να λύσουν προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ και προβλήματα με απαίτηση $Z > X$.

3. Για κάθε πρόβλημα με απαίτηση $Z = X+1$, θα υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην επίδοση που θα φέρνουν οι ομάδες με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας X και μικρότερη και σ' αυτή που θα φέρνουν οι ομάδες με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας μεγαλύτερη από X.

8.4.2. Ο σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός της έρευνας έπρεπε να γίνει με τρόπο που να λαμβάνει υπόψη του τους περιορισμούς που θέτει το προφητικό μοντέλο των Johnstone και El-Banna, τις καταστάσεις που πρέπει να συμβαίνουν προκειμένου να εφαρμόζεται το μοντέλο των

Johnstone - El-Banna (Τσαπαρλής 1995), τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η διδασκαλία της χημείας στο Ελληνικό Λύκειο καθώς και τον τρόπο εξέταση της επίδοσης των μαθητών. Έτσι την σχολική χρονιά 1990-91 που ξεκίνησε η έρευνα δοκιμάσθηκαν διάφοροι τρόποι διεξαγωγής της που βοήθησαν στην συνέχεια στον καλύτερο σχεδιασμό της. Είναι ευνόητο ότι τα αποτελέσματα της χρονιάς αυτής δεν ελήφθησαν υπόψη στα τελικά αποτελέσματα.

Επειδή ο πιο σημαντικός όρος που πρέπει να τηρείται για να έχει ισχύ το μοντέλο Johnstone και EI-Banna είναι να μην υπάρχει προηγούμενη εμπειρία από μέρους των μαθητών στη λύση τέτοιων προβλημάτων όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 8.1.2. αναγκαστήκαμε να αλλάξουμε την σειρά διδασκαλίας της χημείας που προέβλεπε το πρόγραμμα σπουδών. Έτσι γινόταν πρώτα η διδασκαλία της Οργανικής Χημείας, πραγματοποιούσαμε την έρευνα για τη χρονιά αυτή και μετά διδασκόταν η Ανόργανη Χημεία.

Παρά την παραπάνω αλλαγή εμφανίστηκε ένα μικρό ποσοστό μαθητών που κατά δήλωσή τους είχαν εμπειρία από προβλήματα οργανικής σύνθεσης πριν πραγματοποιηθεί η έρευνα τη χρονιά που ήταν στη Γ΄ Λυκείου Για να αποφύγουμε τις περιπτώσεις αυτές η έρευνα διεξήχθη και σε φροντιστήρια. Βέβαια αυτό έγινε πριν οι μαθητές τους διδαχθούν τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης Επειδή αυτά έχουν διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας έπρεπε να ληφθούν και αυτές υπόψη.

Για τους παραπάνω λόγους, τα τεστ οργανικών συνθέσεων που δόθηκαν στους μαθητές δημοσίων σχολείων, είναι χωρισμένα λίγο διαφορετικά σε σχέση με αυτά που δόθηκαν σε μαθητές φροντιστηρίων. Όλα βέβαια είναι παρμένα από τα 32 προβλήματα που παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα

.8.4.3. Το δείγμα

Το πειραματικό μέρος της μελέτης αυτής διεξήχθη στα δημόσια σχολεία τις σχολικές χρονιές 1991-92, 1992-93 και 1993-94, ενώ στα φροντιστήρια τις σχολικές χρονιές 1993-94 και 1994-95. Σε. αυτήν μετείχαν μαθητές τριών δημοσίων σχολείων και τριών φροντιστηρίων.

Τα δημόσια σχολεία ήταν το Πειραματικό Λύκειο της Ιωνιδείου Σχολής στον Πειραιά, το Πειραματικό Λύκειο της Ευαγγελικής Σχολής Σμύρνης στη Ν. Σμύρνη και το 2^{ο} Λύκειο Σαλαμίνας στη Σαλαμίνα. Τα δύο πειραματικό λύκεια παίρνουν μαθητές χωρίς περιορισμό

στον τόπο διαμονής τους με κλήρωση Έτσι έχουν μαθητές από μια μεγάλη αστική περιοχή του Νομού Αττικής που περιλαμβάνει όλες τις οικονομικές τάξεις. Το λύκειο της Σαλαμίνας έχει μαθητές από το νησί αυτό που είναι αστική περιοχή λίγο απομακρυσμένη από το μεγάλα αστικό κέντρα της Αθήνας και του Πειραιά. Από την σύνθεση των μαθητών των σχολείων που έγινε η έρευνα φαίνεται ότι το δείγμα των δημοσίων σχολείων είναι ένα τυχαίο δείγμα από αστική περιοχή.

Τα φροντιστήρια τώρα που διεξήχθη η έρευνα ήταν το «Μεθοδικό». στο κέντρο της Αθήνας, το «Πρίσμα». στο κέντρο του Πειραιά και το «Θεμέλιο» στην Άρτα. Τα φροντιστήρια στο κέντρο Αθήνας και Πειραιά δέχονται μαθητές από όλο σχεδόν τον Νομό Αττικής. Το «Θεμέλιο». έχει μαθητές από. την πόλη της Άρτας που είναι ένα αστικό επαρχιακό κέντρο. Όπως φαίνεται από. τα παραπάνω και το δείγμα των φροντιστηρίων είναι ένα τυχαίο δείγμα από αστική περιοχή.

Από την σύνθεση των μαθητών που αποτελούν το δείγμα της έρευνας γίνεται φανερό ότι τα συμπεράσματα που θα βγουν από. την έρευνα αυτή θα αφορούν μόνο αστικές περιοχές.

Ο αριθμός των μαθητών που πήραν μέρος στην έρευνα αυτή ήταν συνολικά N = 319. από. αυτούς οι N = 191 αποτελούν το δείγμα των δημοσίων σχολείων και οι N = 128 το δείγμα των φροντιστηρίων. Όλοι ήταν μαθητές Γ΄ τάξεως Λυκείου, (17–18 ετών) υποψήφιοι φοιτητές Α΄ δέσμης (Πολυτεχνείο, Θετικές Επιστήμες, Γεωπονία) και Β΄ δέσμης (Ιατρική, Φαρμακευτική).

8.4.4. Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα την χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ.

Όλοι οι μαθητές του δείγματος, πριν απαντήσουν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης, υποβλήθηκαν στο τεστ των αντίστροφων αριθμών. Η επίδοση που πέτυχε ο κάθε μαθητής στο τεστ αυτό αποτελεί τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας του Χ.

Ανάλογα την επίδοση τους οι μαθητές κατατάχθηκαν σε τέσσερις ομάδες. Οι μαθητές που μπόρεσαν να γράψουν σωστά μέχρι δύο αριθμούς με τέσσερα ψηφία και έναν ή κανένα αριθμό με περισσότερα από τέσσερα ψηφία, αποτελούν την ομάδα Χ = 4 δηλαδή την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας ίσο με τέσσερα. Αντίστοιχα αυτοί που μπόρεσαν να γράψουν σωστά μέχρι δύο αριθμούς με πέντε ψηφία και έναν ή κανένα

αριθμό με περισσότερα από πέντε ψηφία, αποτελούν την ομάδα Χ = 5. Με τον ίδιο τρόπο σχηματίστηκαν και οι υπόλοιπες ομάδες Χ = 6 και Χ = 7.

Ο αριθμός των μαθητών του δείγματος, που αποτελεί την κάθε ομάδα, όπως προέκυψε από. το τεστ των αντίστροφων αριθμών φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 8.0.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.0

Χωρητικότητα μνήμης εργασίας	Δημόσια σχολεία	Φροντιστήρια	Σύνολο
Χ = 4	**Ν = 77**	**Ν = 62**	**Ν = 139**
Χ = 5	**Ν = 65**	**Ν = 44**	**Ν = 109**
Χ = 6	**Ν = 39**	**Ν = 19**	**Ν = 58**
Χ = 7	**Ν = 10**	**Ν = 3**	**Ν = 13**
Σύνολο	**Ν = 191**	**Ν = 128**	**Ν = 319**

8.5 Η ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

8.5.1 Δημόσια σχολεία

Η ερεύνα στα δημόσια σχολεία διεξήχθη για τρεις σχολικές χρονιές. Κάθε χρονιά ακολουθήθηκαν οι ίδιες διαδικασίες όπως αυτές σχεδιάστηκαν μετά από την εμπειρία που αποκτήθηκε την πρώτη δοκιμαστική χρονιά 1990-91.

Κάθε σχολική χρονιά οι μαθητές αρχικά υποβλήθηκαν στο τεστ της αντιστροφής των αριθμών και κατατάχθηκαν σε ομάδες ανάλογα με τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας τους Χ.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι καταστάσεις που πρέπει να συμβαίνουν προκειμένου να εφαρμόζεται το μοντέλο των Johnstone - El-Banna (Τσαπαρλής 1995). Η τελευταία κατάσταση αναφέρει ότι το μοντέλο ισχύει για προβλήματα και όχι για ασκήσεις. Αυτό συνεπάγεται ότι οι μαθητές που μετείχαν στην έρευνα δεν θα έπρεπε να έχουν οποιαδήποτε εμπειρία ή εξάσκηση σε προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Για να

εξασφαλίσουμε το παραπάνω στα δημόσια σχολεία που διεξήχθη η έρευνα έγινε μια μικρή μετατροπή στη σειρά που έπρεπε να διδαχθούν τα κεφάλαια της χημείας.

Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα του λυκείου η οργανική χημεία διδάσκεται στη Γ΄ τάξη το δεύτερο εξάμηνο. Τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης απαιτούν για τη λύση τους τη γνώση των χημικών ιδιοτήτων και των παρασκευών ενός μεγάλου μέρους των χημικών ενώσεων που διδάσκονται στην τάξη αυτή. Έτσι είναι αναπόφευκτο η λύση τέτοιων προβλημάτων να μπορεί να ζητηθεί από τους μαθητές προς το τέλος των μαθημάτων του σχολικού έτους. Την ίδια περίπου σειρά ακολουθούν και τα φροντιστήρια αλλά χρονικά λίγο νωρίτερα. Για να προλάβουμε κάθε χρονιά να κάνουμε την έρευνα πριν οι μαθητές γνωρίσουν τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης στα φροντιστήρια κάναμε αλλαγή στη σειρά των μαθημάτων του σχολικού προγράμματος και η οργανική χημεία διδάχτηκε στην αρχή κάθε σχολικής χρονιάς. Η διαδικασία αυτή έγινε όλες τις χρονιές και στα τρία δημόσια σχολεία που διεξήχθη η έρευνα.

Στην πρώτη από τις καταστάσεις που προτείνει ο Τσαπαρλής (1995) ότι πρέπει να συμβαίνουν, προκειμένου να εφαρμόζεται επιτυχώς το μοντέλο των Johnstone και EI-Banna, αναφέρεται ότι τα επιμέρους βήματα που είναι απαραίτητα για την επίλυση ενός προβλήματος πρέπει να είναι διαθέσιμα στη βραχύχρονη μνήμη του μαθητή. Για να εξασφαλισθεί αυτό, κάθε φορά πριν αρχίσει το κύριο μέρος της έρευνας ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία.

Μοιράστηκε στους μαθητές έναν κατάλογο, που περιείχε ανακατεμένες όλες τις απλές αντιδράσεις που απαιτούν για τη λύση τους τα 32 προβλήματα οργανικών συνθέσεων που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα. Με τον όρο απλές αντιδράσεις εννοούμε το κάθε βήμα των προβλημάτων οργανικής σύνθεσης.

Στη συνέχεια ζητήθηκε από τους μαθητές να μάθουν και να γνωρίζουν καλά όλες τις απλές αυτές αντιδράσεις. Στο επόμενο μάθημα δόθηκε στους μαθητές τεστ που περιείχαν μόνο τα αντιδρώντα των απλών αυτών αντιδράσεων και τους ζητήθηκε να τις συμπληρώσουν. Το τεστ αυτό το διορθώθηκε αμέσως και το επεστράφη στον κάθε μαθητή με την υπόδειξη να μελετήσει ξανά τις αντιδράσεις που είχε κάνει λάθος. Η διαδικασία αυτή την επαναλήφθηκε μέχρις ότου όλοι οι μαθητές συμπλήρωσαν όλες τις αντιδράσεις του τεστ σωστά.

Μετά την παραπάνω διαδικασία διεξήχθησαν τα τεστ με τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης, θεωρώντας ότι τα επιμέρους βήματα που είναι απαραίτητα για την επίλυση τέτοιων προβλημάτων ήταν διαθέσιμα στη βραχυπρόθεσμη μνήμη των μαθητών.

Τα τεστ που δόθηκαν στους μαθητές των δημοσίων σχολείων είναι χωρισμένα σε δύο ομάδες, την Α και τη Β, που μεταξύ τους είναι ισοδύναμες ως προς την δυσκολία. Ο χωρισμός αυτός έγινε για να παίρνουν οι μαθητές, που κάθονται στο ίδιο θρανίο, τεστ διαφορετικής ομάδας, ώστε να αποκλείεται η περίπτωση της αντιγραφής. Η κάθε μία από τις ομάδες αυτές αποτελείται από τέσσερις σειρές τεστ. Η Α από τα Α1, Α2, Α3, Α4 και η Β από τα Β1, Β2, Β3, Β4. Κάθε σειρά από τα παραπάνω τεστ περιέχει τέσσερα προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Οι σειρές τεστ με μονό αριθμό Α1, Α3, Β1 και Β3, περιέχουν προβλήματα που η απαίτηση τους είναι του πρώτου 2, του δεύτερου 4, του τρίτου 5, και του τέταρτου 7. Δηλαδή είναι προβλήματα 2, 4, 5 και 7 βημάτων αντίστοιχα. Ενώ οι σειρές τεστ με ζυγό αριθμό Α2, Α4, Β2 και Β4, περιέχουν προβλήματα που η απαίτηση τους είναι του πρώτου 2, του δεύτερου 3, του τρίτου 6, και του τέταρτου 8. Δηλαδή είναι προβλήματα 2, 3, 6 και 8 βημάτων αντίστοιχα.

Για να διαπιστωθεί και να καταγραφτεί μέχρι ποιας απαίτησης προβλήματα μπορεί να λύσει επιτυχώς ο κάθε μαθητής, έπρεπε να αντιμετωπίσει τουλάχιστον επτά προβλήματα που το καθένα θα έχει αριθμό βημάτων που θα ξεκινάει από τον αριθμό 2, θα αυξάνεται κατά μία μονάδα έως και τον αριθμό 8. Δηλαδή ένα πρόβλημα 2 βημάτων, ένα 3, ένα 4, ένα 5, ένα 6, ένα 7 και ένα με 8 βήματα. Για να συμβεί αυτό έπρεπε να προσπαθήσει να απαντήσει σε μια σειρά τεστ με μονό σε μια σειρά με ζυγό αριθμό.

Άρα ο αριθμός των βημάτων και κατά συνέπεια ο αριθμός των αντιδράσεων που συνολικά έπρεπε να γράψει ο μαθητής αν απαντούσε σωστά σε όλα τα προβλήματα ήταν: 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 = 35. Ο αριθμός αυτός των αντιδράσεων είναι υπερβολικά μεγάλος για γραφτεί μέσα σε 45 λεπτά που είναι περίπου μια σχολική ώρα Για το λόγο αυτόν τα τεστ κάθε ομάδας χωρίστηκαν σε δυο σειρές με μονό και ζυγό αριθμό. Έτσι αν ο μαθητής απαντούσε σωστά σε όλα τα προβλήματα σε μία σειρά με μονό αριθμό έπρεπε να γράψει συνολικά 2 + 4 + 5 + 7 = 18 αντιδράσεις. Ενώ αν απαντούσε σωστά σε όλα τα προβλήματα σε μία σειρά με ζυγό αριθμό έπρεπε να γράψει συνολικά 2 + 3 + 6 + 8 = 19 αντιδράσεις. Ο αριθμός αυτός των αντιδράσεων είναι δυνατόν να γραφτεί μέσα σε 45 λεπτά.

Την περίοδο διεξαγωγής των τεστ, τη πρώτη διδακτική ώρα οι μαθητές απάντησαν αυτά με αριθμό ένα δηλαδή τα Α1 και Β1, ενώ την δεύτερη σε αυτά με αριθμό δύο δηλαδή τα Α2 και Β2. Οι δύο αυτές διδακτικές ώρες ήταν σε διαφορετικές ημέρες αλλά συνεχόμενες διδακτικά δηλαδή δεν μεσολαβούσε ώρα χημείας που να μην διεξάγεται τεστ.

Υπήρχε όμως περίπτωση ένας μαθητής να απουσιάσει από τη μία ή και από τις δύο ώρες διεξαγωγής των τεστ. Για το λόγο αυτό σχεδιάστηκε και δεύτερο ζευγάρι τεστ με προβλήματα με τον ίδιο ακριβώς αριθμό βημάτων. Αυτά πήραν τον αριθμό 3 δηλαδή Α3 και Β3 και είχαν προβλήματα με τον ίδιο αριθμό βημάτων με αυτά που είχαν τον αριθμό 1 και τον αριθμό 4 δηλαδή Α4 και Β4 και είχαν προβλήματα με τον ίδιο αριθμό βημάτων με αυτά που είχαν τον αριθμό 3. Η διεξαγωγή των τεστ με αριθμούς 3 και 4 έγινε σε συνεχόμενες διδακτικά ώρες με τη διεξαγωγή των τεστ με αριθμούς 1 και 2. Δηλαδή τα τέσσερα τεστ διεξήχθησαν σε διαφορετική ημέρα το καθένα αλλά σε τέσσερις συνεχόμενες διδακτικά ώρες.

Με τον παραπάνω τρόπο διεξαγωγής των τεστ υπήρχαν μαθητές που αντιμετώπισαν προβλήματα τα οποία είχαν απαίτηση όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 έως και 8, μόνο μία φορά γιατί απουσίαζαν σε δύο από τέσσερις ώρες διεξαγωγής των τεστ. Οι περισσότεροι όμως αντιμετώπισαν προβλήματα με τον ίδιο αριθμό βημάτων περισσότερες φορές από μία. Αυτό σημαίνει ότι την δεύτερη ή την τρίτη φορά που αντιμετώπιζαν πρόβλημα με τον ίδιο αριθμό βημάτων είχαν μεγαλύτερη πιθανότητα να το λύσουν σωστά για τι είχαν αποκτήσει εμπειρία. Για το λόγο αυτό στα αποτελέσματα ως επίδοση των μαθητών αυτών έχει ληφθεί αυτή που είχαν όταν αντιμετώπισαν για πρώτη φορά ένα από τα προβλήματα τα οποία είχαν απαίτηση όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 έως και 8 (τα επτά πρώτα προβλήματα).

Από τους 191 μαθητές που αποτελούν το δείγμα των μαθητών των δημοσίων σχολείων οι 98 ήταν μαθητές στο Πειραματικό Λύκειο της Ιωνιδείου Σχολής στον Πειραιά. Από αυτούς ζητήθηκε να δηλώσουν αν αντιμετώπιζαν για πρώτη φορά τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης ή είχαν λύσει και πριν από την διεξαγωγή των τεστ τέτοια προβλήματα. Οι 62 από τους 98 δηλώσαν ότι τα αντιμετώπιζαν για πρώτη φορά. Αυτοί αποτελούν μια ξεχωριστή ομάδα στο δείγμα των μαθητών των δημοσίων σχολείων γιατί κατά δήλωσή τους δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία σε προβλήματα οργανικής σύνθεσης ενώ οι υπόλοιποι 36 μια άλλη ομάδα γιατί δήλωσαν ότι είχαν προηγούμενη εμπειρία σε τέτοια προβλήματα.

Οι οκτώ σειρές τεστ που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα στα δημόσια σχολεία είναι αυτά που παρουσιάζονται παρακάτω.

Τα ονόματα των οργανικών ενώσεων στα τεστ αναγράφονται με τον τρόπο ονοματολογίας τον οποίο αναφέρονται χρησιμοποιεί το σχολικό βιβλίο

Ομάδα Α

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Α1

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Γράψτε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορεί να παρασκευασθεί η δεύτερη ένωση από μοναδική οργανική ένωση την αντίστοιχη πρώτη.

1. Από αιθυλένιο $CH_2=CH_2$, ακεταλδεΰδη CH_3CHO
2. Από ακετυλένιο $CH\equiv CH$, 1,2,3-τριχλωρο-βουτάνιο $CH_3\underset{Cl}{CH}\,\underset{Cl}{CH}\,CH_2Cl$
3. Από προπανόλη-1 $CH_3CH_2CH_2OH$, 2-μεθυλο-2-υδροξυ-προπανικό οξύ $CH_3\overset{CH_3}{\underset{OH}{C}}H\,COOH$
4. Από ιωδοαιθάνιο CH_3CH_2I, 2-μεθυλο-βουτανικό οξύ $CH_3CH_2\underset{CH_3}{C}H\,COOH$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Α2

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Γράψτε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορεί να παρασκευασθεί η δεύτερη ένωση από μοναδική οργανική ένωση την αντίστοιχη πρώτη.

1. Από ιωδοαιθάνιο CH_3CH_2I, διαιθυλαιθέρα $CH_3CH_2OCH_2CH_3$
2. Από 1,2,-διχλωρο-προπάνιο $CH_3\underset{Cl}{CH}\,CH_2Cl$, προπανόλη-2 $CH_3\underset{OH}{C}HCH_3$
3. Από προπανόλη-1 $CH_3CH_2CH_2OH$, πεντάνιο $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$
4. Από διμεθυλαιθέρα CH_3OCH_3, ισοπροπυλμεθυλαιθέρα $CH_3\underset{CH_3}{C}HOCH_3$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Α3

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Γράψτε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορεί να παρασκευασθεί η δεύτερη ένωση από μοναδική οργανική ένωση την αντίστοιχη πρώτη.

1. Από προπένιο $CH_3CH=CH_2$, 1-χλωρο-προπάνιο $CH_3CH_2CH_2Cl$
2. Από προπανάλη CH_3CH_2CHO, ακετόνη CH_3COCH_3
3. Από ακετόνη CH_3COCH_3, 2-κετο-προπανικό οξύ $CH_3COCOOH$
4. Από ακετυλένιο $CH\equiv CH$, προπίνιο $CH_3C\equiv CH$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Α4

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Γράψτε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορεί να παρασκευασθεί η δεύτερη ένωση από μοναδική οργανική ένωση την αντίστοιχη πρώτη.

1. Από οξικό νάτριο CH_3COONa, φορμαλδεΰδη CH_2O
2. Από προπανόλη-2 $CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_3$, προπίνιο $CH_3C\equiv CH$
3. Από ακετόνη CH_3COCH_3, αμίδιο του 2-μεθυλο-προπανικού οξέος $CH_3\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}HCONH_2$
4. Από ακεταλδεΰδη CH_3CHO, 3-υδροξυ-βουτανικό οξύ $CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_2COOH$

Ομάδα Β

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Β1

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Γράψτε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορεί να παρασκευασθεί η δεύτερη ένωση από μοναδική οργανική ένωση την αντίστοιχη πρώτη.

1. Από αιθυλένιο $CH_2=CH_2$, ακεταλδεΰδη CH_3CHO
2. Από διαιθυλαιθέρα $CH_3CH_2OCH_2CH_3$, οξικο αιθυλεστέρα $CH_3COOCH_2CH_3$
3. Από προπανάλη CH_3CH_2CHO, εξανόνη-3 $CH_3CH_2COCH_2CH_2CH_3$
4. Από 1,2-διβρομο-αιθάνιο CH_2BrCH_2Br, διισοπροπυλαιθέρα $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HO\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Β2

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Γράψτε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορεί να παρασκευασθεί η δεύτερη ένωση από μοναδική οργανική ένωση την αντίστοιχη πρώτη.

1. Από προπένιο $CH_3CH=CH_2$, προπίνιο $CH_3C\equiv CH$
2. Από αιθυλένιο $CH_2=CH_2$, προπανικό οξύ CH_3CH_2COOH
3. Από μεθανικό οξύ $HCOOH$, αιθανόλη CH_3CH_2OH
4. Από προπανόλη-2 $CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$, πεντανόλη-3 $CH_3CH_2\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_2CH_3$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Β3

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Γράψτε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορεί να παρασκευασθεί η δεύτερη ένωση από μοναδική οργανική ένωση την αντίστοιχη πρώτη.

1. Από μεθάνιο CH_4, μεθανικό οξύ HCOOH
2. Από ιωδο-αιθάνιο CH_3CH_2I, 2-υδροξυ-προπανικό οξύ $CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{CH}COOH$
3. Από 2-ιωδο-προπάνιο $CH_3\underset{\underset{I}{|}}{CH}CH_3$, 4-μεθυλο-πεντίνιο-2 $CH_3C{\equiv}C\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}CH_3$
4. Από 1-βρομο-προπάνιο $CH_3CH_2CH_2Br$, 2,3-διμεθυλο-2-ιωδο-βουτάνιο $CH_3\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}\underset{\underset{I}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}CH_3$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Β4

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Γράψτε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορεί να παρασκευασθεί η δεύτερη ένωση από μοναδική οργανική ένωση την αντίστοιχη πρώτη.

1. Από προπένιο $CH_3CH{=}CH_2$, 1,3-διχλωρο-προπανόλη-2 $ClCH_2\underset{\underset{OH}{|}}{CH}CH_2Cl$
2. Από προπανόλη-1 $CH_3CH_2CH_2OH$, 2,3-διμεθυλο-βουτάνιο $CH_3\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}CH_3$
3. Από ακετόνη CH_3COCH_3, 3-κετο-βουτανικό οξύ CH_3COCH_2COOH
4. Από ακεταλδεΰδη CH_3CHO, 2-μεθυλο-βουτένιο-2 $CH_3CH{=}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}CH_3$

8.5.2 Φροντιστήρια

Η ερεύνα στα φροντιστήρια διεξήχθη για δύο σχολικές χρονιές. Τα φροντιστήρια επελέγησαν για να μπορέσουμε να κάνουμε την έρευνα με μαθητές που σίγουρα δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία σε προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Τα προβλήματα αυτά στα φροντιστήρια γίνονται πολύ πριν από τα σχολεία ώστε οι μαθητές να είναι έγκαιρα έτοιμοι.

Αρχικά οι μαθητές σε ξεχωριστή ημέρα και ώρα υποβλήθηκαν στο τεστ της αντιστροφής των αριθμών και κατατάχθηκαν σε ομάδες ανάλογα με τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας τους Χ.

Στη συνέχεια σε συνεννόηση με τους καθηγητές των φροντιστηρίων μόλις τελείωσε η διδασκαλία της οργανικής πραγματοποιήθηκε η αντίστοιχη διαδικασία με αυτή των δημοσίων σχολείων ώστε να εξασφαλιστεί ότι οι μαθητές απέκτησαν καλή γνώση των απλών αντιδράσεων.

Όταν ολοκληρώθηκε η παραπάνω διαδικασία και πριν οι καθηγητές παρουσιάσουν στους μαθητές προβλήματα οργανικής σύνθεσης ώστε να είναι σίγουρο ότι αυτοί δεν έχουν την παραμικρή εμπειρία σε τέτοιου είδους προβλήματα. διεξήχθησαν τα τεστ με τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε δύο συνεχόμενες κανονικές ώρες και όχι διδακτικές.

Η επιλογή της διεξαγωγής του τεστ με τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνεχόμενο δίωρο έγινε για δύο λόγους. Πρώτον γιατί έτσι δεν είχαμε απώλειες μαθητών από απουσίες και δεύτερον γιατί αποκλείσαμε την περίπτωση μαθητής που είχε κάνει μέρος του τεστ μια μέρα μέχρι την άλλη μέρα που θα έκανε το υπόλοιπο μπορούσε να βρει και να λύσει προβλήματα οργανικής σύνθεσης και να αποκτήσει έτσι εμπειρία κάτι που ίσως συνέβη με τους μαθητές των δημοσίων σχολείων.

Τα τεστ με τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης τα οποία ζητήθηκε να απαντήσουν οι μαθητές των φροντιστηρίων έχουν όπως είναι ευνόητο μια τελείως διαφορετική κατανομή από αυτή των αντίστοιχων τεστ των δημοσίων σχολείων. Βέβαια τα προβλήματα έχουν επιλεγεί από τα 32 συνολικά προβλήματα των δημοσίων σχολείων και είναι και αυτά χωρισμένα σε δύο ισοδύναμες μεταξύ τους ως προς την δυσκολία ομάδες, την Α και τη Β, για να αποκλειστεί και εδώ η αντιγραφή από τους μαθητές που κάθονταν στο ίδιο θρανίο. Ο χρόνος όμως των δύο κανονικών ωρών είναι αρκετός για να απαντήσουν οι μαθητές και στις επτά σειρές προβλημάτων.

Έτσι τα τεστ κάθε ομάδας, Α και Β, είχαν επτά σειρές προβλήματα με αριθμό βημάτων 2, 3, 4, 5, 6, 7 και 8 δηλαδή είχαν απαίτηση όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 έως και 8. Με τον τρόπο αυτόν η διεξαγωγή των τεστ με τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης στα φροντιστήρια τελείωναν με το δίωρο αυτό και δεν υπήρχε λόγος να σχεδιαστεί και δεύτερο ζευγάρι τεστ.

Οι δύο ομάδες τεστ που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα στα φροντιστήρια είναι αυτά που παρουσιάζονται παρακάτω.

Ομάδα Α

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Γράψτε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορεί να παρασκευασθεί η δεύτερη ένωση από μοναδική οργανική ένωση την αντίστοιχη πρώτη

1. Από προπένιο $CH_3CH=CH_2$, 1-χλωρο-προπάνιο $CH_3CH_2CH_2Cl$

2. Από αιθυλένιο $CH_2=CH_2$, προπανικό οξύ CH_3CH_2COOH

3. Από διαιθυλαιθέρα $CH_3CH_2OCH_2CH_3$, οξικό αιθυλεστέρα $CH_3COOCH_2CH_3$

4. Από προπανάλη CH_3CH_2CHO, εξανόνη-3 $CH_3CH_2COCH_2CH_2CH_3$

5. Από μεθανικό οξύ $HCOOH$, αιθανόλη CH_3CH_2OH

6. Από ιωδοαιθάνιο CH_3CH_2I, 2-μεθυλο-βουτανικό οξύ $CH_3CH_2\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}COOH$

7. Από προπανόλη-2 $CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{CH}CH_3$, πεντανόλη-3 $CH_3CH_2\underset{\underset{OH}{|}}{CH}CH_2CH_3$

Ομάδα Β

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

Γράψτε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορεί να παρασκευασθεί η δεύτερη ένωση από μοναδική οργανική ένωση την αντίστοιχη πρώτη.

1. Από προπένιο $CH_3CH=CH_2$, 1,3-διχλωρο-προπανόλη-2 $ClCH_2\underset{\underset{OH}{|}}{CH}CH_2Cl$

2. Από προπανόλη-2 $CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{CH}CH_3$, προπίνιο $CH_3C\equiv CH$

3. Από ακετυλένιο $CH\equiv CH$, 1,2,3-τριχλωρο-βουτάνιο $CH_3\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}CH_2Cl$

4. Από προπανόλη-1 $CH_3CH_2CH_2OH$, 2-μεθυλο-2-υδροξυ-προπανικό οξύ $CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{CH}}COOH$

5. Από ακετόνη CH_3COCH_3, 3-κετο-βουτανικό οξύ CH_3COCH_2COOH

6. Από 1,2-διβρομο-αιθάνιο CH_2BrCH_2Br, διισοπροπυλαιθέρα $CH_3\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}O\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}CH_3$

7. Από ακεταλδεΰδη CH_3CHO, 2-μεθυλο-βουτένιο-2 $CH_3CH=\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}CH_3$

8.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Στην παράγραφο 8.4.1 τέθηκε το ερώτημα αν ισχύει πράγματι ότι όταν η απαίτηση Z ενός προβλήματος είναι μικρότερη ή ίση με την χωρητικότητας της μνήμης εργασίας X των μαθητών αυτοί λύνουν τα προβλήματα αυτά ενώ όταν η απαίτηση Z του προβλήματος είναι μεγαλύτερη από την χωρητικότητας της μνήμης εργασίας X των μαθητών αυτοί μπλοκάρουν και δεν λύνουν τα προβλήματα αυτά. Στην ίδια παράγραφο αναφέρεται ότι για να δώσουμε απάντηση στο παραπάνω ερώτημα έπρεπε να εξετάσουμε την ισχύ τριών υποθέσεων.

Για να εξετάσουμε την ισχύ των υποθέσεων αυτών στα αποτελέσματα των τεστ έγιναν δυο διαφορετικές καταγραφές, τρεις παρουσιάσεις και τέσσερεις στατιστικές επεξεργασίες:

Πρώτη καταγραφή ήταν στο ποσοστό επιτυχίας που είχαν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8. Το ποσοστό επιτυχίας ή αποτυχίας θα αποκαλείται δείκτης ευκολίας (facility value) και θα συμβολίζεται με τα αρχικά ΔΕ Δηλαδή για κάθε μαθητή καταγράψαμε αν έλυσε τελείως σωστά ή όχι την πρώτη φορά που αντιμετώπισε πρόβλημα με απαίτηση 2, με απαίτηση 3, 4, 5, 6, 7 και 8. Στη συνέχεια διαιρέσαμε το πλήθος των μαθητών με χωρητικότητα X = 4 που έλυσε τελείως σωστά το πρόβλημα με απαίτηση 2 δια του συνόλου των μαθητών με χωρητικότητα X = 4 και υπολογίσαμε τα ποσοστά στα 100 άρα το Δείκτη Ευκολίας (ΔΕ) των μαθητών με χωρητικότητα X = 4 που έλυσαν σωστά το πρόβλημα με απαίτηση 2. Τη διαδικασία αυτή την επαναλάβαμε για τους μαθητές με χωρητικότητα X = 4 και για τα προβλήματα με απαίτηση 3, 4, 5, 6, 7 και 8. Αντίστοιχα υπολογίσαμε τους δείκτες ευκολίας (ΔΕ) για τους μαθητές με χωρητικότητα X = 5, X = 6 και X = 7 για τα προβλήματα με απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8..

Τους υπολογισμούς αυτούς τους κάναμε για το σύνολο των μαθητών N = 319 και χωριστά για τις παρακάτω ομάδες:

Μαθητές δημοσίων σχολείων N = 191

Μαθητές δημοσίων σχολείων που δήλωσαν ότι δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία στη λύση προβλημάτων οργανικής σύνθεσης N = 62

Μαθητές δημοσίων σχολείων που δήλωσαν ότι είχαν προηγούμενη εμπειρία στη λύση προβλημάτων οργανικής σύνθεσης N = 36

Μαθητές φροντιστηρίων N = 128

Οι μαθητές φροντιστηρίων μαζί με τους μαθητές δημοσίων σχολείων που δήλωσαν ότι δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία στη λύση προβλημάτων οργανικής σύνθεσης. αποτέλεσαν μια ομάδα που αντιμετώπισε τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης για πρώτη φορά. N = 190

Δεύτερη καταγραφή ήταν στο μέσο όρο της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8. Δηλαδή για κάθε μαθητή καταγράψαμε τη βαθμολογία που πήρε την πρώτη φορά που αντιμετώπισε πρόβλημα με απαίτηση 2, με απαίτηση 3, 4, 5, 6, 7 και 8. Στη συνέχεια υπολογίσαμε ο μέσος όρος της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα X = 4 όταν αντιμετώπισαν το πρόβλημα με απαίτηση 2, το πρόβλημα με απαίτηση 3, 4, 5, 6, 7 και 8. Αντίστοιχα υπολογίσαμε τους μέσους όρος της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα X = 5, X = 6 και X = 7.

Η βαθμολόγηση της λύσης κάθε προβλήματος έγινε ως εξής:

Όταν η λύση ήταν τελείως σωστή έπαιρνε 2 μονάδες. Όταν ξεκινούσε σωστά, έγραφε περισσότερες από τις μισές αντιδράσεις σωστά αλλά δεν ολοκλήρωνε την λύση έπαιρνε 1 μονάδα. Σε κάθε άλλη περίπτωση δεν έπαιρνε καμία μονάδα. Με τον τρόπο αυτόν είχαμε μια πιο αναλυτική καταγραφή της προσπάθειας των μαθητών να λύσουν τα συγκεκριμένα προβλήματα. Οι υπολογισμοί αυτοί έγιναν για τις ίδιες ομάδες που έγιναν και για την πρώτη καταγραφή. Οι δύο πιο πάνω καταγραφές παρουσιάζονται με πίνακες και αντίστοιχα διαγράμματα για όλες τις ομάδες για τις οποίες έχει γίνει καταγραφή.

Με βάση τις δυο παραπάνω καταγραφές έγιναν διάφορες στατιστικές επεξεργασίες οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω.

Με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) έγινε μια απλή παρουσίαση των αποτελεσμάτων καθώς και δυο στατιστικές επεξεργασίες.

Η απλή παρουσίαση των αποτελεσμάτων φαίνεται παρακάτω στην ενότητα 8.7, στον πίνακα 8.1. Μαζί παρουσιάζεται και το διάγραμμα 8.1 το οποίο προκύπτει από αυτόν τον πίνακα

Στην πρώτη στατιστική επεξεργασία συγκρίνουμε το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν ανά δύο οι ομάδες ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας X για κάθε πρόβλημα με την ίδια απαίτηση από 2 μέχρι και 8. Η σύγκριση γίνεται ως προς το αν ο

δείκτης ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχε η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 σε προβλήματα με απαίτηση Ζ από 2 μέχρι και 8 είναι στατιστικά ίσιος ή όχι με αυτόν που πέτυχε η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5 σε προβλήματα με την ίδια απαίτηση. Στη συνέχεια γίνεται η ίδια σύγκριση της ομάδας με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 με αυτή με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 και της ομάδας με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5 με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6.

Στη δεύτερη στατιστική επεξεργασία συγκρίνουμε το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές με την ίδια χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ στα προβλήματα με απαίτηση Ζ = 2 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Ζ από 3 μέχρι και 8. Στη συνέχεια συγκρίνουμε το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές στα προβλήματα με απαίτηση Ζ = 3 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Ζ από 4 μέχρι και 8, στα προβλήματα με απαίτηση Ζ = 4 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Ζ από 5 μέχρι και 8 και ούτω κάθε εξής ώστε να γίνουν όλες τις δυνατές συγκρίσεις για όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8.

Επειδή ο δείκτης ευκολίας (ΔΕ) καταγράφει το ποσοστό επιτυχίας ή αποτυχίας συμπίπτει με την πιθανότητα p της διωνυμικής κατανομής. Έτσι σε κάθε σύγκριση θεωρούμε μηδενική υπόθεση H_0 την ισότητα $p_1 = p_2$ και εναλλακτική H_1 την σχέση $p_1 \neq p_2$ Σε κάθε σύγκριση υπολογίζουμε το στατιστικό z και το συγκρίνουμε με την τιμή του πίνακα. Αν το στατιστικό z είναι μικρότερο από την τιμή του πίνακα δηλαδή $|z| < z_{a/2}$ η μηδενική υπόθεση H_0 απορρίπτεται και άρα το ποσοστό επιτυχίας των δύο ομάδων που συγκρίνουμε δεν είναι στατιστικά ίδιο σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a.

Τα αποτελέσματα από τις δύο αυτές στατιστικές επεξεργασίες εμφανίζονται στην ενότητα 8.7, στους πίνακες 8.2, 8.3α, 8.3β και 8.3γ.

Με το μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Ζ όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8 έγιναν δύο παρουσιάσεις και δυο στατιστικές επεξεργασίες. Από τις παρουσιάσεις η μια είναι απλή παρουσίαση των αποτελεσμάτων με πίνακα ο οποίος φαίνεται παρακάτω στην ενότητα 8.7, στον πίνακα 8.4 και μαζί παρουσιάζεται και το διάγραμμα 8.2 το οποίο προκύπτει από αυτόν τον πίνακα. Η άλλη παρουσίαση είναι διαγράμματα με τα διαστήματα εμπιστοσύνης με σφάλμα 99% από το στατιστικό πακέτο

SPSS. Και αυτά παρουσιάζονται στην ενότητα 8.7, και αποτελούν τα διαγράμματα 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9 και 8.10.

Οι δυο στατιστικές επεξεργασίες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν είναι οι εξής:

Στην πρώτη έγινε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πέτυχαν οι μαθητές με την ίδια χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ σε κάθε πρόβλημα με την ίδια απαίτηση και για όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8. Ανιχνεύτηκε αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $a = 0,01$ στο μέσο όρο της βαθμολογίας που σημείωσε σε κάθε πρόβλημα με την ίδια απαίτηση η κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ από 4 μέχρι και 7.

Στην δεύτερη για κάθε πρόβλημα με απαίτηση από $Z = 2$ μέχρι και $Z = 8$ έγινε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας $X = 4$, $X = 5$, $X = 6$ και $X = 7$ με τον αντίστοιχο μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας $X = 4$, $X = 5$ και $X = 6$. Η σύγκριση γίνεται ανά ζεύγη ομάδων με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς. Δηλαδή η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας $X = 4$ συγκρίνεται με την ομάδα με $X = 5$, με $X = 6$ και με $X = 7$, η ομάδα με $X = 5$ συγκρίνεται με την ομάδα με $X = 6$ και με $X = 7$ και τέλος η ομάδα με $X = 6$ συγκρίνεται με την ομάδα με $X = 7$.

Οι στατιστικές επεξεργασίες που έγιναν είναι η παραμετρική ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA) και μη παραμετρική το κριτήριο Kruskal-Wallis 1-way ANOVA. Τέλος η σύγκριση της βαθμολογίας των ομάδων μεταξύ τους έγινε με το κριτήριο πολλαπλών συγκρίσεων Tukey-HSD (Tukey's Honestly Significant Difference tests).

Η ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA) είναι παραμετρικής δοκιμασίας που εφαρμόζεται υπό τις ακόλουθες δύο προϋποθέσεις α. Το δείγμα προέρχεται από κανονικό πληθυσμό και β. Το δείγμα παρουσιάζει κανονική κατανομή (Δαμιανού και Κούτρα 1991 σελ. 212 - 230, Κολυβά – Μαχαίρα και Μπόρα – Σεντά 1993 σελ. 215 - 247). Για όλα τα δείγματα για τα οποία έγινε η παραπάνω στατιστική επεξεργασία έχουν καταγραφεί πάνω από τριάντα μετρήσεις δηλαδή $N>30$ και σε αυτή την περίπτωση το δείγμα θεωρείται μεγάλο και άρα ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Το κριτήριο Kruskal-Wallis 1-way ANOVA είναι απαραμετρικής ανάλυσης διασποράς κατά ένα παράγοντα που είναι ανεξάρτητη της κανονικότητας των κατανομών (Δαμιανού και Κούτρα 1991 σελ. 346 - 353, Κολυβά – Μαχαίρα και Μπόρα – Σεντά 1993 σελ. 290)

Οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν σε προσωπικό υπολογιστή με το στατιστικό πακέτο SPSS for Windows version 8.0, ενώ τα διαγράμματα με το Microsoft Office Excel 2003

Τα αποτελέσματα από τις δύο αυτές στατιστικές επεξεργασίες εμφανίζονται στην ενότητα 8.7, στους πίνακες 8.5 και 8.6 για το σύνολο του δείγματος,. 8.11 και 8.12 για τα δημόσια σχολεία και 8.17 και 8.18 για τα φροντιστήρια.

8.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

8.7.1 Το σύνολο του δείγματος

Παρακάτω φαίνονται η παρουσίαση και τα αποτελέσματα από τις δυο στατιστικές επεξεργασίες που έγιναν για το σύνολο του δείγματος με βάση το δείκτης ευκολίας (ΔΕ) που είχαν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8.

Οι τιμές που παρουσιάζονται στον πίνακα 8.1 εμφανίζονται και με διάγραμμα:

Απαίτησης προβλήματος (Z) – Δείκτη ευκολία (ΔΕ)

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.1

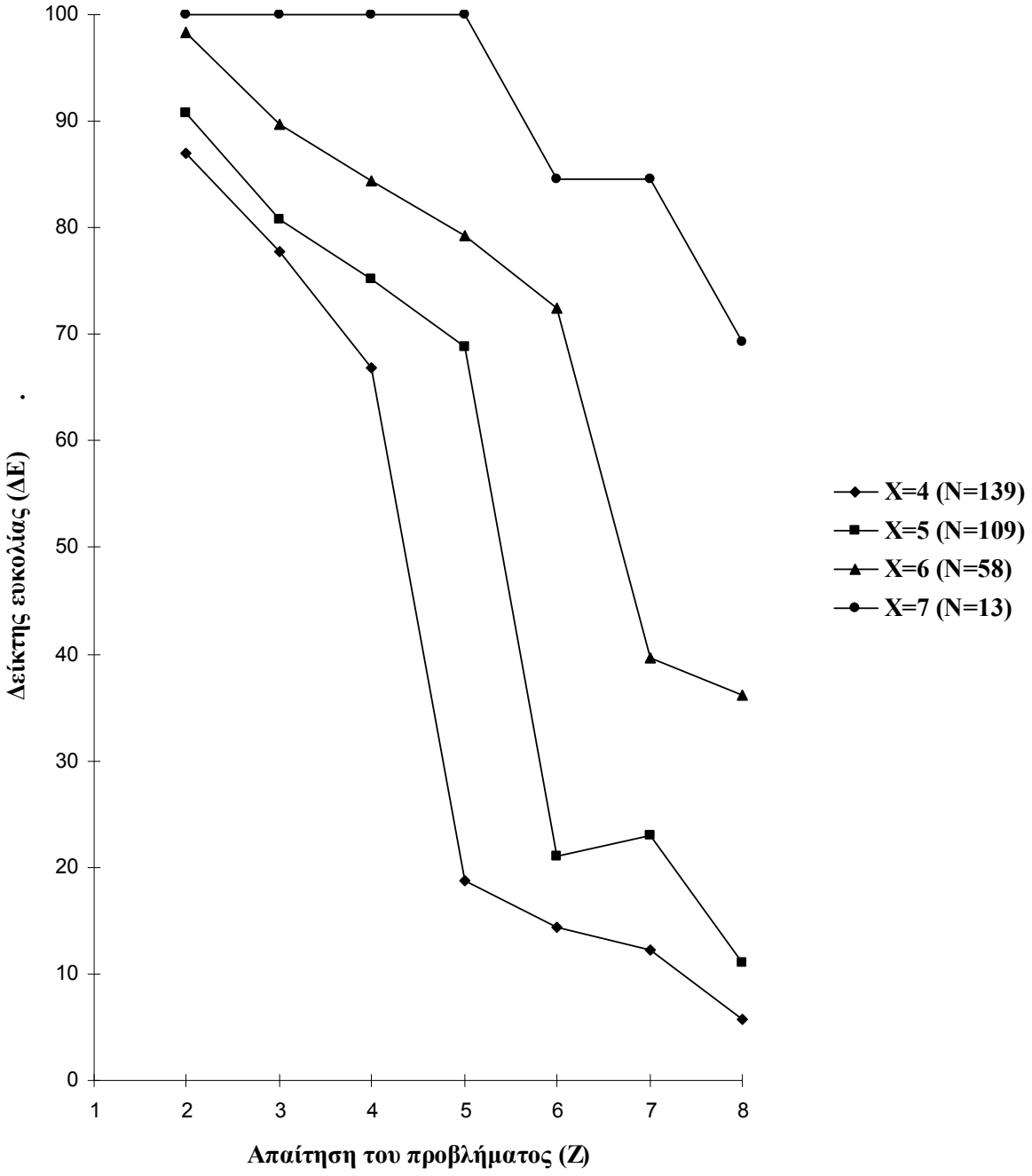
ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΥΚΟΛΙΑΣ (ΔΕ) ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Z).
ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ N = 319

Z	**X = 4, (N = 139)**		**X = 5, (N = 109)**		**X = 6, (N = 58)**		**X = 7, (N = 13)**	
	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ
2	121	87,05	99	90,83	57	98,28	13	100,00
3	108	77,70	88	80,73	52	89,66	13	100,00
4	93	**66,91**	82	75,23	49	84,48	13	100,00
5	26	**18,71**	75	**68,81**	46	79,31	13	100,00
6	20	14,39	23	**21,10**	42	**72,41**	11	84,62
7	17	12,23	25	22,94	23	**39,66**	11	**84,62**
8	8	5,76	12	11,01	21	36,21	9	**69,23**

ΠΟΑ = Πλήθος Ορθών Απαντήσεων, ΔΕ = Δείκτης Ευκολίας

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι δείκτες ευκολίας για κάθε πρόβλημα με απαίτηση Z από 2 έως και 8 για κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από X = 4 έως και X = 7 στο σύνολο του δείγματος. Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 ενώ παρουσιάζουν έναν σχετικά υψηλό δείκτη ευκολίας στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Z = 2, Z = 3 και Z = 4 με τιμές 87,05, 77,70 και 65,47 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 18,71 για προβλήματα με απαίτηση Z = 5 και σε 14,39, 12,23 και 5,76 για προβλήματα με απαίτηση Z = 6, Z = 7 και Z = 8 αντίστοιχα. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Z των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών X = 4 ο δείκτης ευκολίας πέφτει απότομα από το 65,47 στο 18,71 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5, X = 6 και X = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Z = 6, Z = 7 και Z = 8. Άρα αρχικά φαίνεται ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων έχει ισχύ το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna.

Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Z) – δείκτη ευκολίας (ΔΕ).



Διάγραμμα 8.1: Όλο το δείγμα N = 319. Φαίνονται τα ποσοστά επιτυχίας ή αποτυχίας (δείκτης ευκολίας) σε συνάρτηση με την απαίτησης του προβλήματος.

Εκτός από την απλή παρουσίαση των αποτελεσμάτων με βάση τον δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης έγινε επιπλέον και δυο στατιστικές επεξεργασίες.

Στην πρώτη μελετάται αν ο δείκτης ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχε η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 σε προβλήματα με απαίτηση Z από 2 μέχρι και 8 είναι στατιστικά ίσιος ή όχι με αυτόν που πέτυχε η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5 σε προβλήματα με την ίδια απαίτηση, σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01.

Στη συνέχεια έγινε η αντίστοιχη στατιστική επεξεργασία μεταξύ της ομάδας με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 και αυτής με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 καθώς και μεταξύ της ομάδας με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5 και αυτής με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 8.2

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.2

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ
ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Χ)
ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ N = 319

Z	Χ = 4 N = 139	Χ = 5 N = 109	Χ = 6 N = 58	Στατιστικό z σύγκρισης της επίδοσης σε προβλήματα με την ίδια απαίτηση Z ανά δύο των ομάδων με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ		
				Χ = 4 και Χ = 5	Χ = 4 και Χ = 6	Χ = 5 και Χ = 6
	ΔΕ	ΔΕ	ΔΕ	Η τιμή z του πίνακα για a=0,01είναι 2,576		
2	87,05	90,83	98,28	0,932	2,433	1,848
3	77,70	80,73	89,66	0,583	1,959	1,491
4	66,91	75,23	84,48	1,427	2,506	1,385
5	18,71	68,81	79,31	**7,971#**	**8,051#**	1,447
6	14,39	21,10	72,41	1,386	**7,993#**	**6,475#**
7	12,23	22,94	39,66	2,231	**4,361#**	2,273
8	5,76	11,01	36,21	1,508	**5,498#**	**3,894#**

Στη παραπάνω επεξεργασία από όλο το δείγμα δεν περιλαμβάνονται οι 13 μαθητές που αποτελούν τη ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 7.

Στα γκρίζα κελιά με την έντονη γραφή και το σύμβολο # στο τέλος εμφανίζονται οι τιμές του στατιστικού z στους ΔΕ που είναι μεγαλύτερες από την τιμή 2,576. Η τιμή αυτή είναι η κρίσιμη τιμή z με την οποία ορίζεται η απορριπτική περιοχή της H_0 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01. Αυτό σημαίνει ότι στα προβλήματα αυτά απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 και άρα το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών με διαφορετική χωρητικότητα Χ, στα προβλήματα με την ίδια απαίτηση Z τα οποία συγκρίνουμε, παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01.

Έτσι βλέπουμε ότι οι μαθητές με Χ = 4 σε σχέση με τους μαθητές με Χ = 5 διαφοροποιούνται μόνο στα προβλήματα με απαίτηση Z = 5 που οι μαθητές με Χ = 5 λύνουν με επιτυχία σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό από τους μαθητές με Χ = 4. Στα προβλήματα με απαίτηση Z πιο μικρή από 5 έχουν και οι δύο ομάδες μεγάλη επιτυχία ώστε να μη παρουσιάζουν διαφορά ενώ στα προβλήματα με απαίτηση Z πιο μεγάλη από 5 έχουν και οι δύο ομάδες μεγάλη αποτυχία ώστε πάλι να μη παρουσιάζουν διαφορά. Αντίστοιχα οι μαθητές με Χ = 6 σε σχέση με τους μαθητές με Χ = 4 έχουν καλύτερη επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 5 και 6 και περίπου το ίδιο καλή σε αυτά με απαίτηση Z πιο μικρή από 5. Θα περίμενε κανείς στα προβλήματα με απαίτηση Z πιο μεγάλη από 6 να έχουν και οι δύο ομάδες μεγάλη αποτυχία ώστε πάλι να μη παρουσιάζουν διαφορά. Όμως εμφανίζεται να έχουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι η κατά δύο μονάδες μεγαλύτερη χωρητικότητα σε συνδυασμό και με κάποια προηγούμενη εμπειρία σε προβλήματα οργανικής σύνθεσης κάνει του μαθητές αυτούς να έχουν λίγο καλύτερη επίδοση. Ίδια αποτελέσματα εμφανίζονται και ανάμεσα στις ομάδες με Χ = 5 και Χ = 6. Έχουν περίπου την ίδια καλή επίδοση σε προβλήματα με απαίτηση Z μικρότερη από 6 παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση στα προβλήματα με απαίτηση Z = 6 γιατί οι μαθητές με Χ = 6 έχουν πολύ καλύτερη επίδοση από αυτή των μαθητών με Χ = 5, και αποτυγχάνουν περίπου το ίδιο σε προβλήματα με απαίτηση πιο μεγάλη από 6. Στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 8 παρουσιάζεται οριακά στατιστικώς σημαντική διαφορά η οποία ίσως οφείλεται στο ότι όσο πιο μεγάλη είναι η χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ των μαθητών τόσο πιο μεγάλη πιθανότητα επιτυχία έχουν.

Στη δεύτερη στατιστική επεξεργασία συγκρίνουμε το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές με την ίδια χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Z από 3 μέχρι και 8. Στη συνέχεια συγκρίνουμε το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές στα προβλήματα με απαίτηση Z = 3 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Z από 4 μέχρι και 8, στα προβλήματα με απαίτηση Z = 4 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Z από 5 μέχρι και 8 και ούτω κάθε εξής ώστε να γίνουν όλες τις δυνατές συγκρίσεις για όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες 8.3^{α}, 8.3β και 8.3γ

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.3α

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ
ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (Z)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ Χ = 4 (N = 139)

Στατιστικά z σύγκρισης του ΔΕ ανά δύο σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z Η τιμή z του στατιστικού πίνακα για a=0,01είναι 2,576							
Z	2	3	4	5	6	7	ΔΕ
2							87,05
3	2,01						77,70
4	**3,99#**	2,01					66,91
5	**11,41#**	**9,84#**	**8,12#**				18,71
6	**12,12#**	**10,59#**	**8,91#**	0,97			14,39
7	**12,48#**	**10,97#**	**9,32#**	1,49	0,53		12,23
8	**13,59#**	**12,16#**	**10,60#**	3,30	2,39	1,89	5,76

Όπως στον πίνακα 8.2 και στον πίνακα αυτόν στα γκρίζα κελιά με την έντονη γραφή και το σύμβολο # στο τέλος εμφανίζονται οι τιμές του στατιστικού z για τους ΔΕ που είναι μεγαλύτερες από την τιμή 2,576 η οποία είναι η κρίσιμη τιμή z με την οποία ορίζεται η απορριπτική περιοχή της H_0 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01. Αυτό σημαίνει ότι στα προβλήματα αυτά απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 και άρα το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών με Χ = 4, σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z τα

οποία συγκρίνουμε, παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01.

Έτσι βλέπουμε ότι στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 2 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 4, 5, 6, 7 και 8. Στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 3 και 4 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 5, 6, 7 και 8. Αντίθετα στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 5, 6 και 7 δεν εμφανίζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 6, 7 και 8. Εννοείτε ότι δεν γίνεται σύγκριση για προβλήματα με την ίδια απαίτηση Z.

Το συμπέρασμα που εξάγεται από τα παραπάνω είναι ότι οι μαθητές με X = 4, έχουν την ίδια πιθανότητα να λύσουν με επιτυχία προβλήματα με απαίτηση μέχρι και Z = 4 ενώ αντίθετα παρουσιάζουν την ίδια πιθανότητα να αποτυχίας στο να λύσουν σωστά προβλήματα με απαίτηση από Z = 5 και πάνω. Μια στατιστικώς σημαντική διαφορά που εμφανίζεται στην επίδοση ανάμεσα στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 και Z = 4 μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι κάποιους μαθητές τους δυσκόλεψαν ακόμα και κάποια προβλήματα με απαίτηση Z = 4. Αυτά όμως τα προβλήματα είναι λίγα γιατί το στατιστικό z διαφέρει πολύ λίγο από τη τιμή του στατιστικού πίνακα.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.3β

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ
ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (Z)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ X = 5 (N = 109)

Στατιστικό z σύγκρισης της επίδοσης σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z Η τιμή z του στατιστικού πίνακα για a=0,01είναι 2,576							
Z	2	3	4	5	6	7	ΔΕ
2							90,83
3	2,13						80,73
4	**3,07#**	0,98					75,23
5	**4,05#**	2,03	1,06				68,81
6	**10,37#**	**8,81#**	**8,00#**	**7,08#**			21,10
7	**10,12#**	**8,54#**	**7,72#**	**6,80#**	0,33		22,94
8	**11,79#**	**10,33#**	**9,57#**	**8,71#**	2,03	2,35	11,01

Όπως στους πίνακες 8.2 και 8.3α και στον πίνακα αυτόν στα γκρίζα κελιά με την έντονη γραφή και το σύμβολο # στο τέλος εμφανίζονται οι τιμές του στατιστικού z για τους ΔΕ που είναι μεγαλύτερες από την τιμή 2,576 η οποία είναι η κρίσιμη τιμή z με την οποία ορίζεται η απορριπτική περιοχή της H_0 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01. Αυτό σημαίνει ότι στα προβλήματα αυτά απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 και άρα το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών με X = 5, σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z τα οποία συγκρίνουμε, παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01.

Στον πίνακα αυτό βλέπουμε επισημάνσεις αντίστοιχες με τον πίνακα 8.3α. Δηλαδή βλέπουμε ότι στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 2 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 4, 5, 6, 7 και 8. Στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 3, 4 και 5 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 6, 7 και 8. Αντίθετα στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 6 και 7 δεν εμφανίζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 7 και 8. Εννοείτε ότι δεν γίνεται σύγκριση για προβλήματα με την ίδια απαίτηση Z.

Το συμπέρασμα που εξάγεται από τα παραπάνω είναι ότι οι μαθητές με X = 5, έχουν την ίδια πιθανότητα να λύσουν με επιτυχία προβλήματα με απαίτηση μέχρι και Z = 5 ενώ αντίθετα παρουσιάζουν την ίδια πιθανότητα να αποτυχίας στο να λύσουν σωστά προβλήματα με απαίτηση από Z = 6 και πάνω. Μια στατιστικώς σημαντική διαφορά που εμφανίζεται στην επίδοση ανάμεσα στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 από την μία και Z = 4 και 5 από την άλλη, μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι κάποιους μαθητές τους δυσκόλεψαν ακόμα και κάποια προβλήματα με απαίτηση Z = 4 ή 5. Αυτά όμως τα προβλήματα είναι λίγα γιατί το στατιστικό z διαφέρει πολύ λίγο από τη τιμή του στατιστικού πίνακα.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.3γ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ
ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (Z)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ Χ = 6 (Ν = 58)

Στατιστικό z σύγκρισης της επίδοσης σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z Η τιμή z του στατιστικού πίνακα για a=0,01είναι 2,576							
Z	2	3	4	5	6	7	ΔΕ
2							98,28
3	1,95						89,66
4	**2,65#**	0,83					84,48
5	**3,24#**	1,54	0,72				79,31
6	**3,94#**	2,37	1,58	0,87			72,41
7	**6,82#**	**5,63#**	**4,98#**	**4,35#**	**3,55#**		39,66
8	**7,12#**	**5,96#**	**5,32#**	**4,67#**	**3,91#**	0,38	36,21

Οι επισημάνσεις που αναφέρονται στους δύο προηγούμενους πίνακες 8.3α και 8.3β ισχύουν αντίστοιχα και στον πίνακα αυτόν καθώς και η μικρή διαφοροποίηση στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 από την μία και Z = 4, 5 αι 6 από την άλλη.

Παρακάτω φαίνονται οι δύο παρουσιάσεις και τα αποτελέσματα από τις δυο στατιστικές επεξεργασίες που έγιναν για το σύνολο του δείγματος με βάση το μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8. .

Η πρώτη παρουσίαση είναι μια απλή παράθεση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι διάφορες ομάδες των μαθητών στα προβλήματα με απαίτηση Z από 2 μέχρι και 8. Οι τιμές αυτές που παρουσιάζονται στον πίνακα 8.4 εμφανίζονται και με το αντίστοιχο διάγραμμα:

Απαίτησης προβλήματος (Z) – Μέσου όρου (ΜΟ).

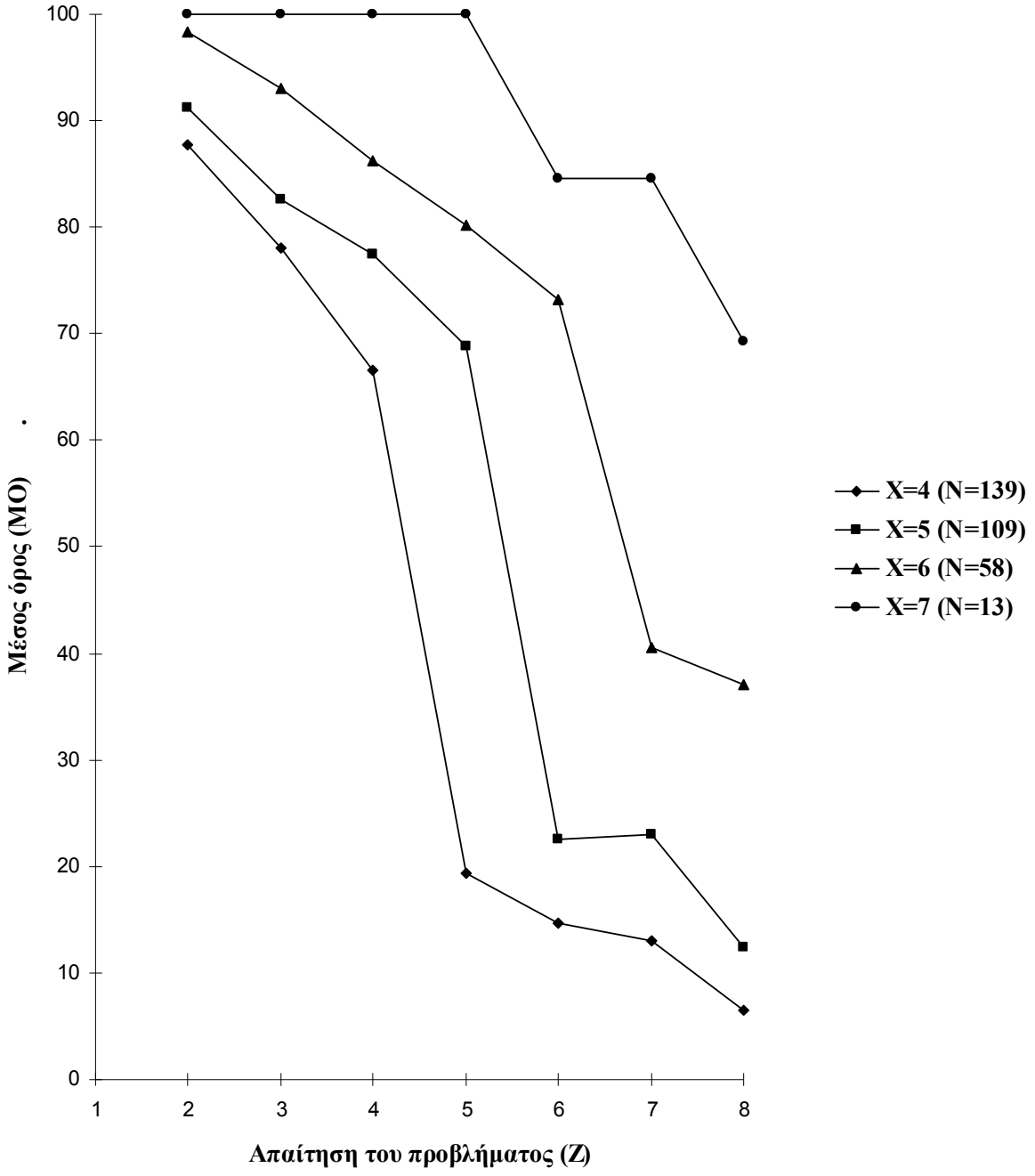
Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.4

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ Ν = 319

Z	**X = 4, (N = 139)**	**X = 5, (N = 109)**	**X = 6, (N = 58)**	**X = 7, (N = 13)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	87,77	91,28	98,28	100,00
3	78,06	82,57	93,10	100,00
4	66,50	77,52	86,21	100,00
5	19,42	68,81	80,17	100,00
6	14,75	22,48	73,28	84,62
7	12,95	22,94	40,52	84,62
8	6,47	12,39	37,07	69,23

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 7 στο σύνολο του δείγματος. Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 88,00, 78,00 και 66,50 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 19,50 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 14,50, 13,00 και 6,50 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 66,50 στο 19,50 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Φαίνεται και μέσω της βαθμολόγησης που περιλαμβάνει και τις περιπτώσεις της ημιτελούς λύσης ότι το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. έχει ισχύ στις περισσότερες των περιπτώσεων

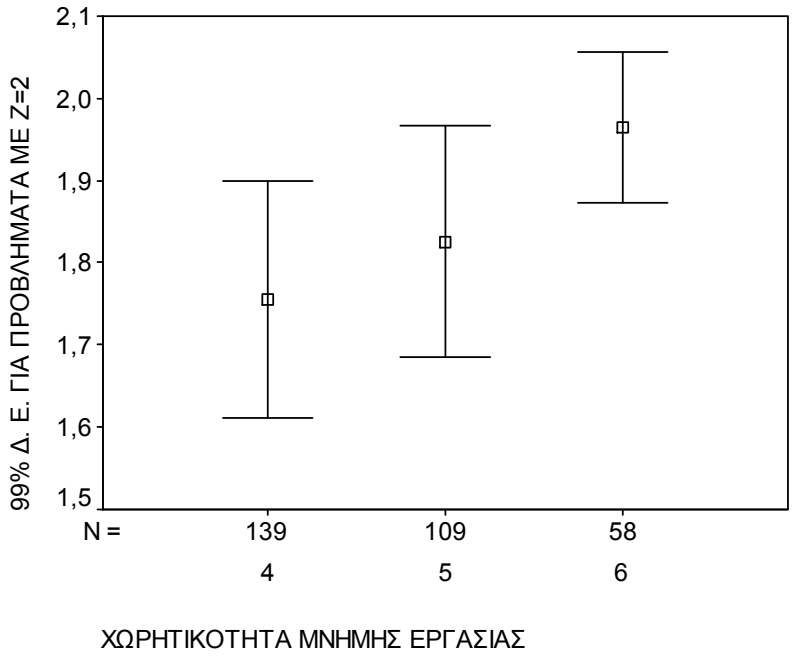
Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Z) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



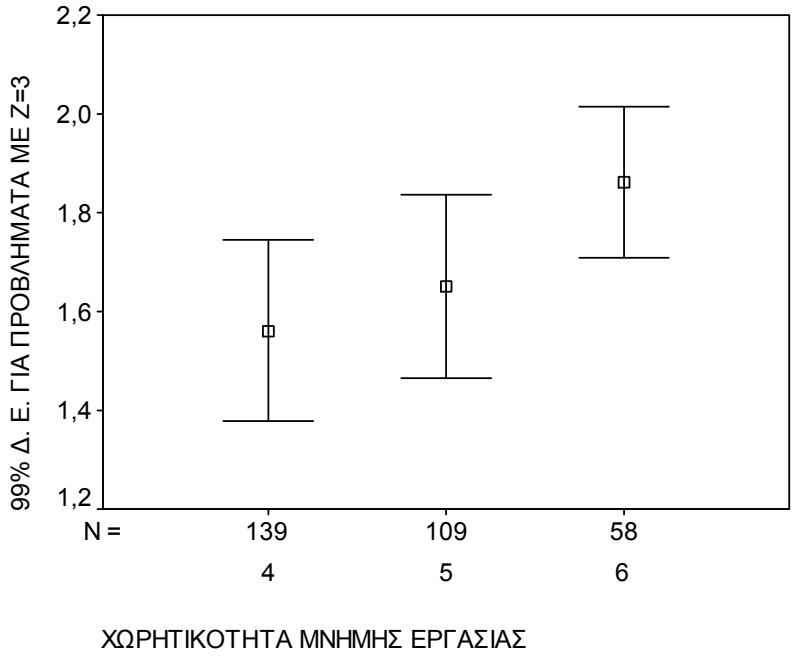
Διάγραμμα 8.2: Όλο το δείγμα N = 319. Φαίνονται οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος

Η δεύτερη παρουσίαση είναι η παράθεση των διαγραμμάτων χωρητικότητας μνήμης εργασίας με τα διαστήματα εμπιστοσύνης με σφάλμα 99% για προβλήματα με απαίτηση Z

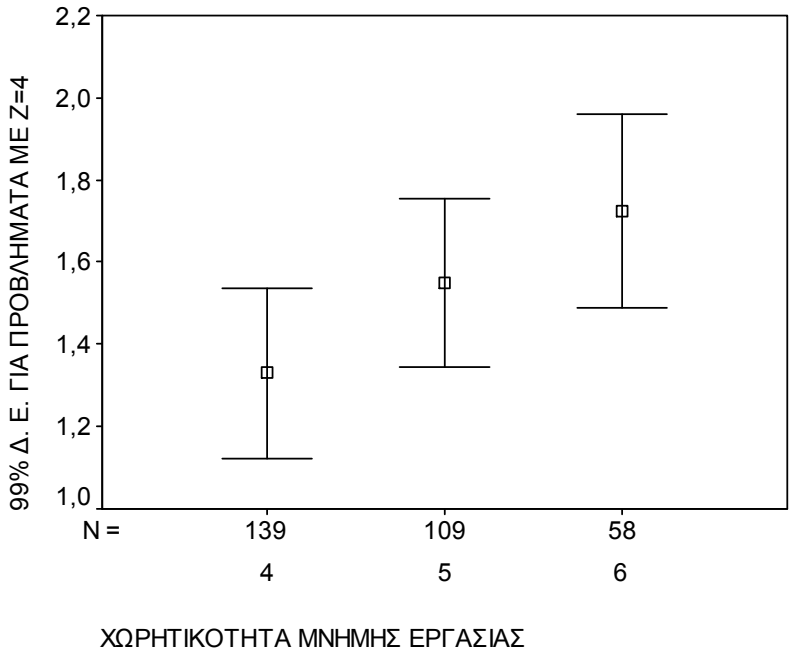
από 2 μέχρι και 8 καθώς και για όλα τα προβλήματα μαζί, από το στατιστικό πακέτο SPSS.



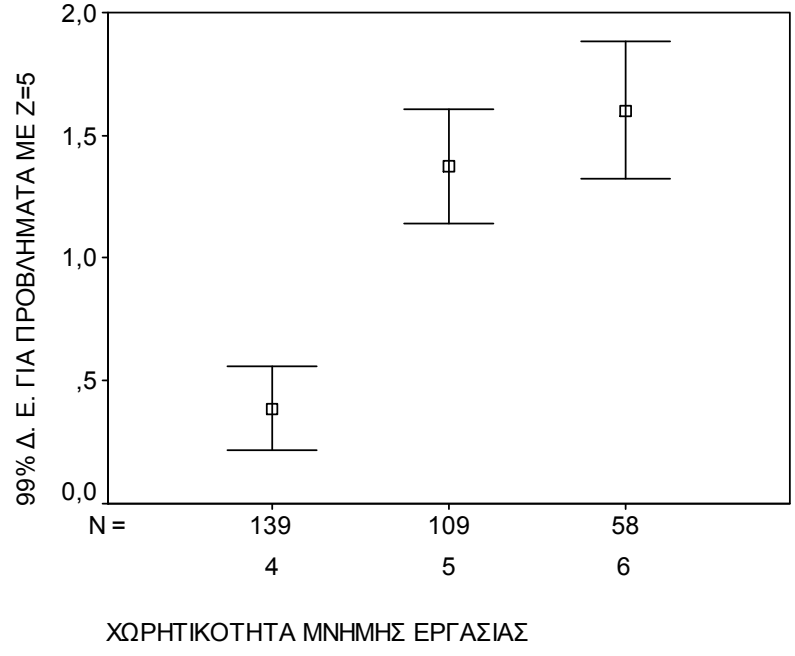
Διάγραμμα 8.3: Όλο το δείγμα εκτός από τους μαθητές με Χ=7, Ν = 306. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=2



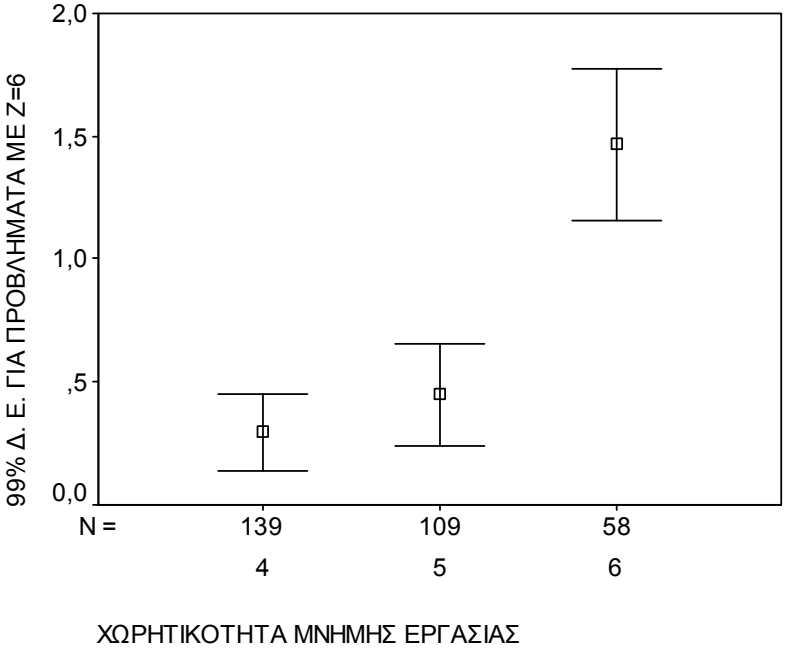
Διάγραμμα 8.4: Όλο το δείγμα εκτός από τους μαθητές με Χ=7, Ν = 306. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=3



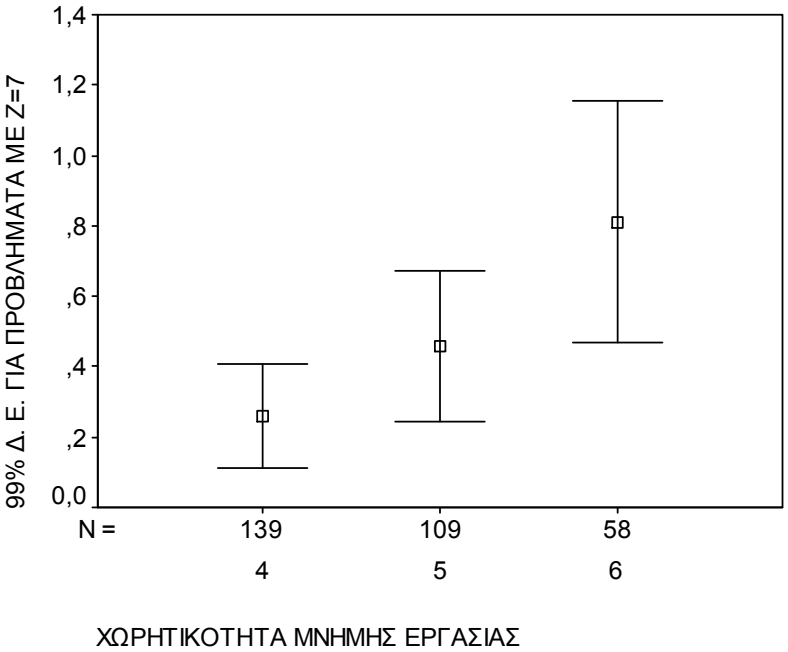
Διάγραμμα 8.5: Όλο το δείγμα εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 306. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=4



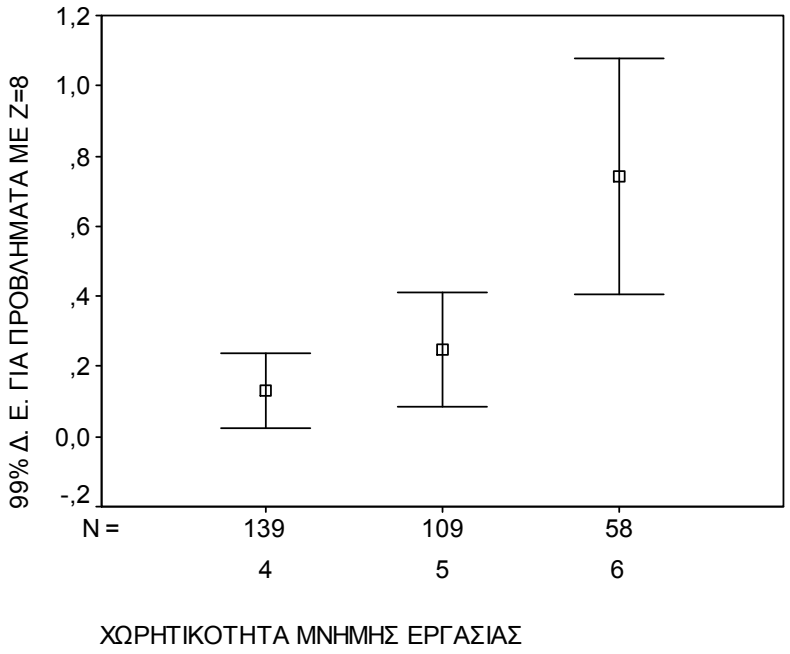
Διάγραμμα 8.6: Όλο το δείγμα εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 306. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=5



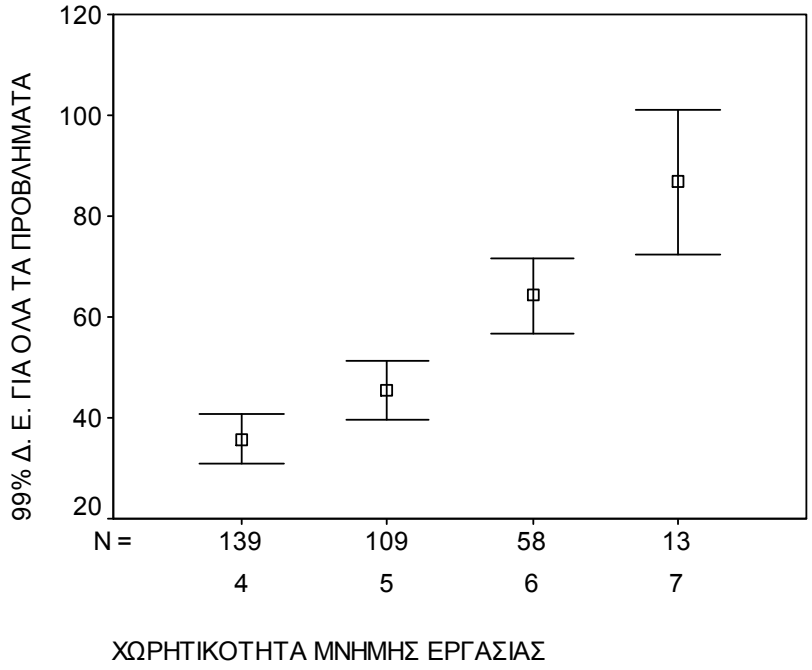
Διάγραμμα 8.7: Όλο το δείγμα εκτός από τους μαθητές με Χ=7, Ν = 306. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=6



Διάγραμμα 8.8: Όλο το δείγμα εκτός από τους μαθητές με Χ=7, Ν = 306. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=7



Διάγραμμα 8.9: Όλο το δείγμα εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 306. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=8



Διάγραμμα 8.10: Όλο το δείγμα, N = 319. Όλα τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης.

Από τα διαγράμματα 8.3, 8.4 και 8.5 φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών τόσο μεγαλύτερος είναι ο μέσος όρος της βαθμολογίας τους. Όμως τα διαστήματα εμπιστοσύνης δεν ξεχωρίζουν μεταξύ τους καθαρά όπως συμβαίνει στα διαγράμματα 8.6 και 8.7. Στο διάγραμμα 8.6 που παρουσιάζει την επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z=5 είναι φανερή η υστέρηση στην επίδοση των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=4 έναντι των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=5 και X=6. Αντίστοιχα στο διάγραμμα 8.7 που παρουσιάζει την επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z=6 είναι φανερή η υπεροχή στην επίδοση των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=6 έναντι των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=4 και X=5. Επίσης και στα διαγράμματα 8.8 και 8.9 δεν ξεχωρίζουν μεταξύ τους καθαρά τα διαστήματα εμπιστοσύνης γιατί η απαίτηση των προβλημάτων είναι μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών.

Τέλος και στο διάγραμμα 8.10 που παρουσιάζει το μέσο όρο της επίδοση των μαθητών σε όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8 είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη είναι χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών τόσο υπερέχουν ξεκάθαρα στην επίδοση.

Έτσι με τα διαγράμματα αυτά μπορούμε να δια πιστώσουμε με πολύ παραστατικό τρόπο ότι όταν η απαίτηση ενός προβλήματος ξεπερνά τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών το πιο πιθανό είναι αυτοί να αποτύχουν στη λύση του προβλήματος αυτού.

Με τους ΜΟ έγιναν και δυο στατιστικές επεξεργασίες

Στην πρώτη έγινε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πέτυχαν οι μαθητές με την ίδια χωρητικότητα μνήμης εργασίας X σε κάθε πρόβλημα με την ίδια απαίτηση και για όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8.

Ανιχνεύτηκε αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01 στο μέσο όρο της βαθμολογίας που σημείωσε σε κάθε πρόβλημα με την ίδια απαίτηση η κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας όλες τις τιμές από X = 4 μέχρι και X = 7.

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης αυτής φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 8.5

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.5

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)

ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ N = 319

Προβλήματα με απαίτηση	**Κριτήριο Kruskal-Wallis 1-way ANOVA**		**Ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA)**	
	χ^2	a	F	a
Z = 2	7,55	0,056	2,44	0,064
Z = 3	7,90	0,048	3,35	0,019
Z = 4	13,91	**0,003**	5,03	**0,002**
Z = 5	102,15	**0,000**	49,68	**0,000**
Z = 6	87,66	**0,000**	40,39	**0,000**
Z = 7	43,67	**0,000**	16,99	**0,000**
Z = 8	53,92	**0,000**	22,92	**0,000**
Το σύνολο των προβλημάτων	81,09	**0,000**	38,06	**0,000**

a = στατιστική σημαντικότητα

Όπως φαίνονται στον παραπάνω πίνακα οι ομάδες των μαθητών με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01 στην επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 και Z = 3. Στα προβλήματα με απαίτηση Z = 4, Z = 5, Z = 6, Z = 7 και Z = 8 όμως παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά και μάλιστα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας μικρότερο του επιπέδου a = 0,001. Τέλος και στο σύνολο των προβλημάτων παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά και μάλιστα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας μικρότερο του επιπέδου a = 0,001.

Από την στατιστική αυτή επεξεργασία φαίνεται ότι οι ομάδες με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z από 5 και πάνω. Όμως δεν φαίνεται αναλυτικά κάθε ομάδα από ποιες ομάδες παρουσιάζει διαφορά για αυτό έγινε και η δεύτερη στατιστική επεξεργασία.

Στην δεύτερη στατιστική επεξεργασία έγινε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4, X = 5, X = 6 και X = 7 με τον αντίστοιχο μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4, X = 5 και X = 6 για κάθε πρόβλημα με απαίτηση από Z = 2 μέχρι και Z = 8. Δηλαδή σε αυτή τη στατιστική επεξεργασία συγκρίναμε τις ομάδες ανά ζεύγη με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5, με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας με X = 5 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7. Τέλος την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7.

Η σύγκριση έγινε για τους μαθητές που αποτελούν το σύνολο του δείγματος. N = 319, με το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey-HSD (Tukey's honestly significant difference tests) σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (one way ANOVA) του πίνακα 8.5.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 8.6 στον οποίο το σύμβολο # δείχνει τις ομάδες που παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01.

Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτόν οι ομάδες με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας X δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορά στην επίδοση που να είναι στατιστικώς σημαντική στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2, Z = 3 και Z = 4.

Στα προβλήματα όμως με απαίτηση Z = 5 οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5, X = 6 και X = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση με αυτούς που έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 ενώ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση μεταξύ τους.

Στα προβλήματα τώρα με απαίτηση Z = 6 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 και X = 7 με αυτούς που έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 και X = 5 ενώ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά οι ομάδες με X = 6 και X = 7 μεταξύ τους καθώς και αυτές με X = 4 και X = 5.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.6

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)

ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ Ν = 319

Προβλήματα με απαίτηση	**Μνήμη εργασίας**	**Χ = 4**	**Χ = 5**	**Χ = 6**	**Χ = 7**	**Μέσος όρος με άριστα το 100**
Ζ = 2	**Χ = 4**					**87,77**
	Χ = 5					**91,28**
	Χ = 6					**98,28**
	Χ = 7					**100,00**
Ζ = 3	**Χ = 4**					**78,06**
	Χ = 5					**82,57**
	Χ = 6					**93,10**
	Χ = 7					**100,00**
Ζ = 4	**Χ = 4**					**66,55**
	Χ = 5					**77,52**
	Χ = 6					**86,21**
	Χ = 7					**100,00**
Ζ = 5	**Χ = 4**		#	#	#	**19,42**
	Χ = 5	#				**68,81**
	Χ = 6	#				**80,17**
	Χ = 7	#				**100,00**
Ζ = 6	**Χ = 4**			#	#	**14,75**
	Χ = 5			#	#	**22,48**
	Χ = 6	#	#			**73,28**
	Χ = 7	#	#			**84,62**
Ζ = 7	**Χ = 4**			#	#	**12,95**
	Χ = 5			#	#	**22,94**
	Χ = 6	#	#		#	**40,52**
	Χ = 7	#	#	#		**84,62**
Ζ = 8	**Χ = 4**			#	#	**6,47**
	Χ = 5			#	#	**12,39**
	Χ = 6	#	#		#	**37,07**
	Χ = 7	#	#	#		**69,23**
Το σύνολο των προβλημάτων	**Χ = 4**		#	#	#	**35,71**
	Χ = 5	#		#	#	**45,61**
	Χ = 6	#	#		#	**64,29**
	Χ = 7	#	#	#		**86,81**

Αντίστοιχα στα προβλήματα με απαίτηση Z = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7 από τις άλλες τρεις ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4, X = 5 και X = 6.

Οι ομάδες με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας X όπως δείχνει ο παραπάνω πίνακας δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορά στην επίδοση που να είναι στατιστικώς σημαντική στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2, Z = 3 και Z = 4.

Στα προβλήματα όμως με απαίτηση Z = 5 οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5, X = 6 και X = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση με αυτούς που έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 ενώ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση μεταξύ τους.

Στα προβλήματα τώρα με απαίτηση Z = 6 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 και X = 7 με αυτούς που έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 και X = 5 ενώ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά οι ομάδες με X = 6 και X = 7 μεταξύ τους καθώς και αυτές με X = 4 και X = 5.

Αντίστοιχα στα προβλήματα με απαίτηση Z = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7 από τις άλλες τρεις ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4, X = 5 και X = 6.

Το γεγονός ότι οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση από τις άλλες τρεις ομάδες και στα προβλήματα με απαίτηση Z = 8 μπορεί να εξηγηθεί από δύο αιτίες. Πρώτη ότι ο αριθμός του δείγματος είναι αρκετά μικρός N = 13 οπότε αυξάνεται η πιθανότητα στατιστικού λάθους. Δεύτερη ότι οι μαθητές αυτοί για να έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα μνήμης εργασίας τους κάνει να έχουν γενικά καλύτερες πνευματικές ικανότητες και ένα μεγαλύτερο ποσοστό από τις άλλες ομάδες να εμφανίζει καλύτερη επίδοση ικανή να την διαφοροποιεί στατιστικά.

Τέλος στο σύνολο των προβλημάτων κάθε μία ομάδα μαθητών με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας παρουσιάζει στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση από κάθε μία από τις άλλες ομάδες.

Όλες οι παραπάνω στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επίδοση είναι σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01.

8.7.2 Δημόσια σχολεία

Παρακάτω φαίνονται η παρουσίαση και τα αποτελέσματα από τις δυο στατιστικές επεξεργασίες που έγιναν για το τμήμα του δείγματος. που το αποτελούν το σύνολο των μαθητών των δημοσίων σχολείων με βάση το δείκτης ευκολίας (ΔΕ) που είχαν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8..

Οι τιμές που παρουσιάζονται στον πίνακα 8.7 εμφανίζονται και με διάγραμμα:

Απαίτησης προβλήματος (Z) – Δείκτη ευκολία (ΔΕ)

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.7

ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΥΚΟΛΙΑΣ (ΔΕ) ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Z).
ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ N = 191

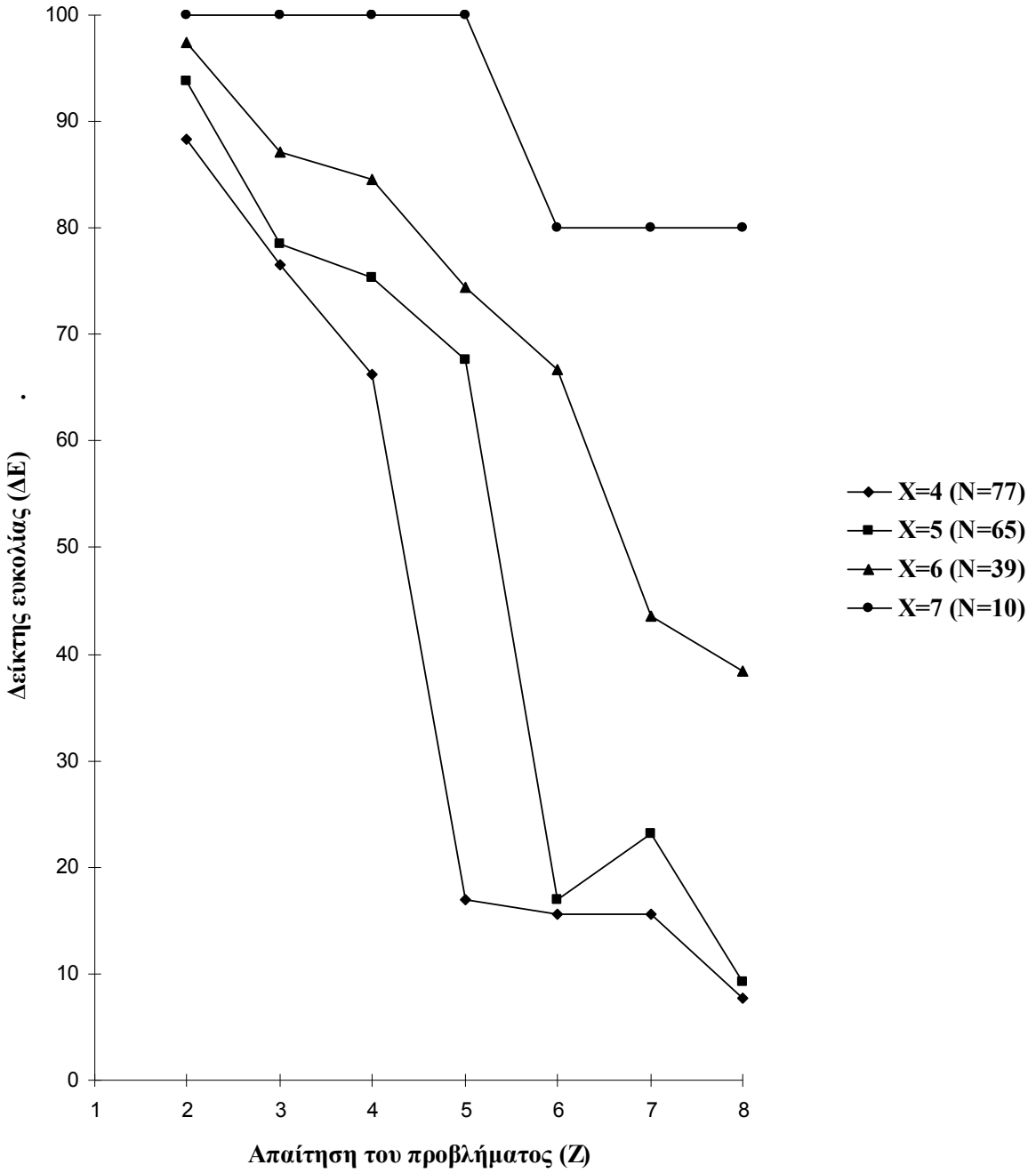
Z	**X = 4, (N = 77)**		**X = 5, (N = 65)**		**X = 6, (N = 39)**		**X = 7, (N = 10)**	
	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ
2	68	88,31	61	93,85	38	97,44	10	100
3	59	76,62	51	78,46	34	87,18	10	100
4	51	**66,23**	49	75,38	33	84,62	10	100
5	13	**16,88**	44	**67,69**	29	74,36	10	100
6	12	15,58	11	**16,92**	26	**66,67**	8	80
7	12	15,58	15	23,08	17	**43,59**	8	**80**
8	6	7,79	6	9,23	15	38,46	8	**80**

ΠΟΑ = Πλήθος Ορθών Απαντήσεων, ΔΕ = Δείκτης Ευκολίας

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι δείκτες ευκολίας για κάθε πρόβλημα με απαίτηση Z από 2 έως και 8 για κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από X = 4 έως και X = 7 στο τμήμα του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές δημοσίων σχολείων. Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 ενώ παρουσιάζουν έναν σχετικά υψηλό δείκτη ευκολίας στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Z = 2, Z = 3 και Z = 4 με τιμές 88,31, 76,62 και 66,23 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 16,88 για προβλήματα με απαίτηση Z = 5 και σε 15,58, 15,58 και

7,79 για προβλήματα με απαίτηση Z = 6, Z = 7 και Z = 8 αντίστοιχα. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Z των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών X = 4 ο δείκτης ευκολίας πέφτει απότομα από το 66,23 στο 16,88 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5, X = 6 και X = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Z = 6, Z = 7 και Z = 8. Άρα αρχικά φαίνεται ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων έχει ισχύ το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna.

Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Z) – δείκτη ευκολίας (ΔΕ).



Διάγραμμα 8.11: Μαθητές δημοσίων σχολείων N = 191. Φαίνονται τα ποσοστά επιτυχίας ή αποτυχίας (δείκτης ευκολίας) σε συνάρτηση με την απαίτησης του προβλήματος.

Εκτός από την απλή παρουσίαση των αποτελεσμάτων με βάση τον δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης έγινε επιπλέον και δυο στατιστικές επεξεργασίες.

Στην πρώτη μελετάται αν ο δείκτης ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχε η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 σε προβλήματα με απαίτηση Ζ από 2 μέχρι και 8 είναι στατιστικά ίσιος ή όχι με αυτόν που πέτυχε η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5 σε προβλήματα με την ίδια απαίτηση, σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01.

Στη συνέχεια έγινε η αντίστοιχη στατιστική επεξεργασία μεταξύ της ομάδας με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 και αυτής με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 καθώς και μεταξύ της ομάδας με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5 και αυτής με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 8.8

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.8

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Χ)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ Ν = 191

Ζ	Χ = 4 Ν = 77	Χ = 5 Ν = 65	Χ = 6 Ν = 39	Στατιστικό z σύγκρισης της επίδοσης σε προβλήματα με την ίδια απαίτηση Ζ ανά δύο των ομάδων με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ		
				Χ = 4 και Χ = 5	Χ = 4 και Χ = 6	Χ = 5 και Χ = 6
	ΔΕ	ΔΕ	ΔΕ	Η τιμή z του πίνακα για a=0,01είναι 2,576		
2	88,31	93,85	97,44	1,139	1,654	0,829
3	76,62	78,46	87,18	0,261	1,347	1,114
4	66,23	75,38	84,62	1,190	2,093	1,116
5	16,88	67,69	74,36	**6,154#**	**6,085#**	0,720
6	15,58	16,92	66,67	0,216	**5,538#**	**5,130#**
7	15,58	23,08	43,59	1,134	**3,291#**	2,194
8	7,79	9,23	38,46	0,307	**4,053#**	**3,595#**

Στη παραπάνω επεξεργασία από το δείγμα των μαθητών των δημοσίων σχολείων δεν περιλαμβάνονται οι 10 μαθητές που αποτελούν τη ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 7.

Στα γκρίζα κελιά με την έντονη γραφή και το σύμβολο # στο τέλος εμφανίζονται οι τιμές του στατιστικού z στους ΔΕ που είναι μεγαλύτερες από την τιμή 2,576. Η τιμή αυτή είναι η κρίσιμη τιμή z με την οποία ορίζεται η απορριπτική περιοχή της H_0 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01. Αυτό σημαίνει ότι στα προβλήματα αυτά απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 και άρα το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών με διαφορετική χωρητικότητα Χ, στα προβλήματα με την ίδια απαίτηση Z τα οποία συγκρίνουμε, παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01.

Έτσι βλέπουμε ότι οι μαθητές με Χ = 4 σε σχέση με τους μαθητές με Χ = 5 διαφοροποιούνται μόνο στα προβλήματα με απαίτηση Z = 5 που οι μαθητές με Χ = 5 λύνουν με επιτυχία σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό από τους μαθητές με Χ = 4. Στα προβλήματα με απαίτηση Z πιο μικρή από 5 έχουν και οι δύο ομάδες μεγάλη επιτυχία ώστε να μη παρουσιάζουν διαφορά ενώ στα προβλήματα με απαίτηση Z πιο μεγάλη από 5 έχουν και οι δύο ομάδες μεγάλη αποτυχία ώστε πάλι να μη παρουσιάζουν διαφορά. Αντίστοιχα οι μαθητές με Χ = 6 σε σχέση με τους μαθητές με Χ = 4 έχουν καλύτερη επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 5 και 6 και περίπου το ίδιο καλή σε αυτά με απαίτηση Z πιο μικρή από 5. Θα περίμενε κανείς στα προβλήματα με απαίτηση Z πιο μεγάλη από 6 να έχουν και οι δύο ομάδες μεγάλη αποτυχία ώστε πάλι να μη παρουσιάζουν διαφορά. Όμως εμφανίζεται να έχουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι η κατά δύο μονάδες μεγαλύτερη χωρητικότητα σε συνδυασμό και με κάποια προηγούμενη εμπειρία σε προβλήματα οργανικής σύνθεσης κάνει του μαθητές αυτούς να έχουν λίγο καλύτερη επίδοση. Ίδια αποτελέσματα εμφανίζονται και ανάμεσα στις ομάδες με Χ = 5 και Χ = 6. Έχουν περίπου την ίδια καλή επίδοση σε προβλήματα με απαίτηση Z μικρότερη από 6 παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση στα προβλήματα με απαίτηση Z = 6 γιατί οι μαθητές με Χ = 6 έχουν πολύ καλύτερη επίδοση από αυτή των μαθητών με Χ = 5, και αποτυγχάνουν περίπου το ίδιο σε προβλήματα με απαίτηση πιο μεγάλη από 6. Στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 8 παρουσιάζεται οριακά στατιστικώς σημαντική διαφορά η οποία ίσως οφείλεται στο ότι όσο πιο μεγάλη είναι η χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ των μαθητών τόσο πιο μεγάλη πιθανότητα επιτυχία έχουν.

Στη δεύτερη στατιστική επεξεργασία συγκρίνουμε το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές με την ίδια χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Z από 3 μέχρι και 8. Στη συνέχεια συγκρίνουμε το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές στα προβλήματα με απαίτηση Z = 3 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Z από 4 μέχρι και 8, στα προβλήματα με απαίτηση Z = 4 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Z από 5 μέχρι και 8 και ούτω κάθε εξής ώστε να γίνουν όλες τις δυνατές συγκρίσεις για όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες 8.9α, 8.9β και 8.9γ.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.9α

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ
ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (Z)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΜΕ Χ = 4 (Ν = 77)

Στατιστικά z σύγκρισης του ΔΕ ανά δύο σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z Η τιμή z του στατιστικού πίνακα για a=0,01είναι 2,576							
Z	2	3	4	5	6	7	ΔΕ
2							88,31
3	1,91						76,62
4	**3,27#**	1,43					66,23
5	**8,88#**	**7,43#**	**6,21#**				16,88
6	**9,03#**	**7,60#**	**6,39#**	0,22			15,58
7	**9,03#**	**7,60#**	**6,39#**	0,22	0,00		15,58
8	**10,00#**	**8,65#**	**7,51#**	1,72	1,50	1,50	7,79

Όπως στους προηγούμενους πίνακες και στον πίνακα αυτόν στα γκρίζα κελιά με την έντονη γραφή και το σύμβολο # στο τέλος εμφανίζονται οι τιμές του στατιστικού z για τους ΔΕ που είναι μεγαλύτερες από την τιμή 2,576 η οποία είναι η κρίσιμη τιμή z με την οποία ορίζεται η απορριπτική περιοχή της H_0 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01. Αυτό σημαίνει ότι στα προβλήματα αυτά απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 και άρα το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών με Χ = 4, σε προβλήματα με διαφορετική

απαίτηση Z τα οποία συγκρίνουμε, παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01.

Έτσι βλέπουμε ότι στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 2 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 4, 5, 6, 7 και 8. Στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 3 και 4 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 5, 6, 7 και 8. Αντίθετα στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 5, 6 και 7 δεν εμφανίζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 6, 7 και 8. Εννοείτε ότι δεν γίνεται σύγκριση για προβλήματα με την ίδια απαίτηση Z.

Το συμπέρασμα που εξάγεται από τα παραπάνω είναι ότι οι μαθητές με X = 4, έχουν την ίδια πιθανότητα να λύσουν με επιτυχία προβλήματα με απαίτηση μέχρι και Z = 4 ενώ αντίθετα παρουσιάζουν την ίδια πιθανότητα να αποτυχίας στο να λύσουν σωστά προβλήματα με απαίτηση από Z = 5 και πάνω. Μια στατιστικώς σημαντική διαφορά που εμφανίζεται στην επίδοση ανάμεσα στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 και Z = 4 μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι κάποιους μαθητές τους δυσκόλεψαν ακόμα και κάποια προβλήματα με απαίτηση Z = 4. Αυτά όμως τα προβλήματα είναι λίγα γιατί το στατιστικό z διαφέρει πολύ λίγο από τη τιμή του στατιστικού πίνακα.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.9β

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ
ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (Z)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΜΕ X = 5 (N = 65)

Στατιστικό z σύγκρισης της επίδοσης σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z Η τιμή z του στατιστικού πίνακα για a=0,01είναι 2,576							
Z	2	3	4	5	6	7	ΔΕ
2							93,85
3	2,54						78,46
4	**2,92#**	0,42					75,38
5	**3,78#**	1,38	0,97				67,69
6	**8,82#**	**7,02#**	**6,69#**	**5,86#**			16,92
7	**8,19#**	**6,32#**	**5,96#**	**5,11#**	0,88		23,08
8	**9,65#**	**7,95#**	**7,63#**	**6,85#**	1,30	2,14	9,23

Όπως στους προηγούμενους πίνακες και στον πίνακα αυτόν στα γκρίζα κελιά με την έντονη γραφή και το σύμβολο # στο τέλος εμφανίζονται οι τιμές του στατιστικού z για τους ΔΕ που είναι μεγαλύτερες από την τιμή 2,576 η οποία είναι η κρίσιμη τιμή z με την οποία ορίζεται η απορριπτική περιοχή της H_0 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01. Αυτό σημαίνει ότι στα προβλήματα αυτά απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 και άρα το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών με X = 5, σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z τα οποία συγκρίνουμε, παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01.

Στον πίνακα αυτό βλέπουμε επισημάνσεις αντίστοιχες με τον πίνακα 8.9α. Δηλαδή βλέπουμε ότι στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 2 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 4, 5, 6, 7 και 8. Στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 3, 4 και 5 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 6, 7 και 8. Αντίθετα στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 6 και 7 δεν εμφανίζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 7 και 8. Εννοείτε ότι δεν γίνεται σύγκριση για προβλήματα με την ίδια απαίτηση Z.

Το συμπέρασμα που εξάγεται από τα παραπάνω είναι ότι οι μαθητές με X = 5, έχουν την ίδια πιθανότητα να λύσουν με επιτυχία προβλήματα με απαίτηση μέχρι και Z = 5 ενώ αντίθετα παρουσιάζουν την ίδια πιθανότητα να αποτυχίας στο να λύσουν σωστά προβλήματα με απαίτηση από Z = 6 και πάνω. Μια στατιστικώς σημαντική διαφορά που εμφανίζεται στην επίδοση ανάμεσα στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 από την μία και Z = 4 και 5 από την άλλη, μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι κάποιους μαθητές τους δυσκόλεψαν ακόμα και κάποια προβλήματα με απαίτηση Z = 4 ή 5. Αυτά όμως τα προβλήματα είναι λίγα γιατί το στατιστικό z διαφέρει πολύ λίγο από τη τιμή του στατιστικού πίνακα.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.9γ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ

ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (Z)

ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΜΕ Χ = 6 (Ν = 39)

Στατιστικό z σύγκρισης της επίδοσης σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z Η τιμή z του στατιστικού πίνακα για a=0,01είναι 2,576							
Z	2	3	4	5	6	7	ΔΕ
2							97,44
3	1,70						87,18
4	1,98	0,33					84,62
5	**2,93#**	1,44	1,12				74,36
6	**3,54#**	2,15	1,85	0,75			66,67
7	**5,22#**	**4,05#**	**3,78#**	**2,76#**	2,05		43,59
8	**5,58#**	**4,45#**	**4,19#**	**3,20#**	2,50	0,46	38,46

Οι επισημάνσεις που αναφέρονται στους προηγούμενους πίνακες ισχύουν αντίστοιχα και στον πίνακα αυτόν καθώς και η μικρή διαφοροποίηση στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 από την μία και Z = 5 και 6 από την άλλη.

Παρακάτω φαίνονται οι δύο παρουσιάσεις και τα αποτελέσματα από τις δυο στατιστικές επεξεργασίες που έγιναν για το μέρος του δείγματος. που το αποτελούν οι μαθητές των δημοσίων σχολείων (Ν = 191) με βάση το μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές αυτοί την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8.

Η πρώτη παρουσίαση είναι μια απλή παράθεση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι διάφορες ομάδες των μαθητών στα προβλήματα με απαίτηση Z από 2 μέχρι και 8. Οι τιμές αυτές που παρουσιάζονται στον πίνακα 8.10 εμφανίζονται και με το αντίστοιχο διάγραμμα:

Απαίτησης προβλήματος (Z) – Μέσου όρου (ΜΟ).

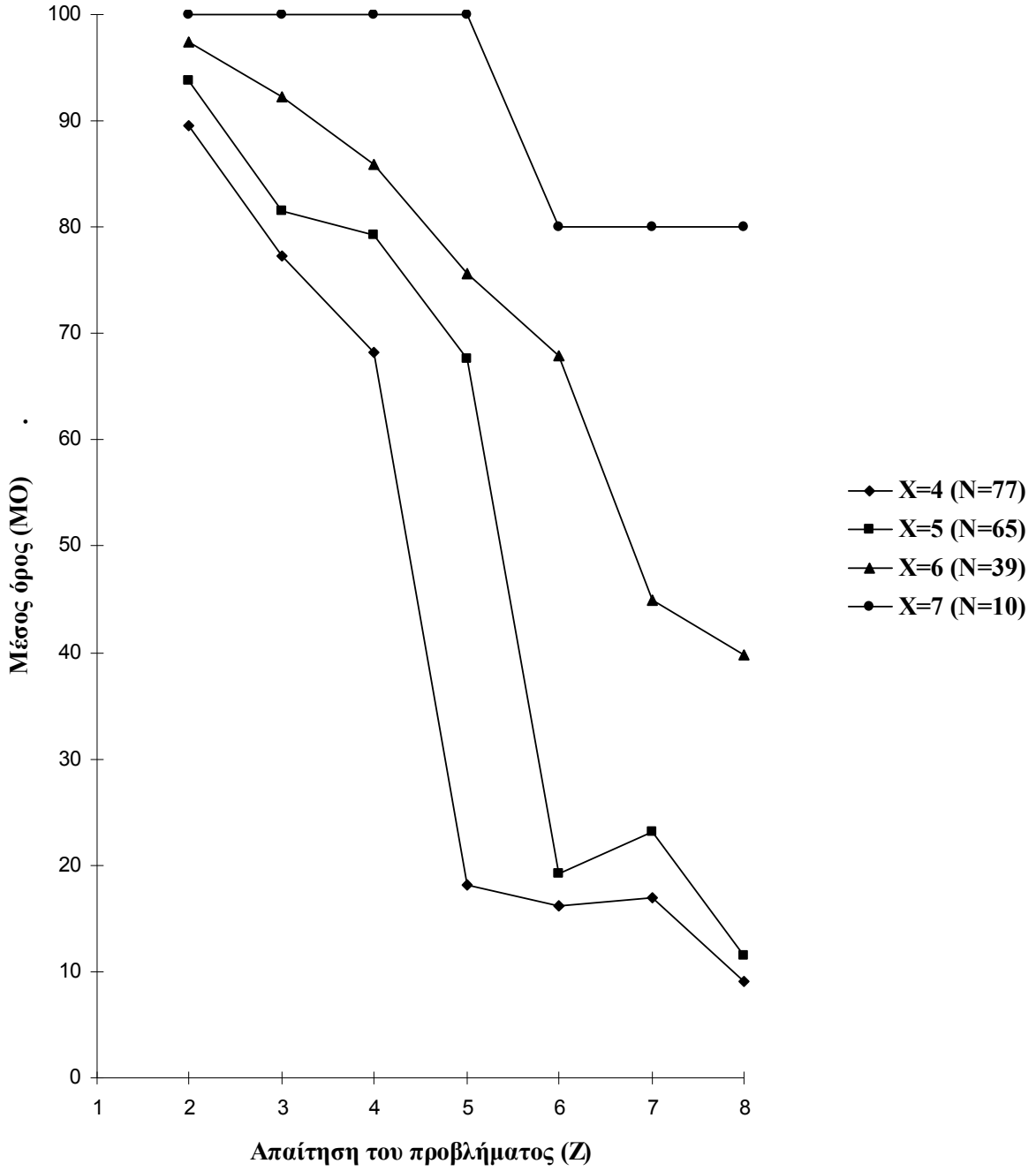
Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.10

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ Ν = 191

Ζ	**Χ = 4, (Ν = 77)**	**Χ = 5, (Ν = 65)**	**Χ = 6, (Ν = 39)**	**Χ = 7, (Ν = 10)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	89,61	93,85	97,44	100,00
3	77,27	81,54	92,31	100,00
4	68,18	79,23	85,9	100,00
5	18,18	67,69	75,64	100,00
6	16,23	19,23	67,95	80,00
7	16,88	23,08	44,87	80,00
8	9,09	11,54	39,74	80,00

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 7 στο μέρος του δείγματος. που το αποτελούν οι μαθητές των δημοσίων σχολείων (Ν = 191). Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 89,61, 77,27 και 68,18 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 18,18 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 16,23, 16,88 και 9,09 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 68,18 στο 18,18 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Φαίνεται και μέσω της βαθμολόγησης που περιλαμβάνει και τις περιπτώσεις της ημιτελούς λύσης ότι το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. έχει ισχύ στις περισσότερες των περιπτώσεων

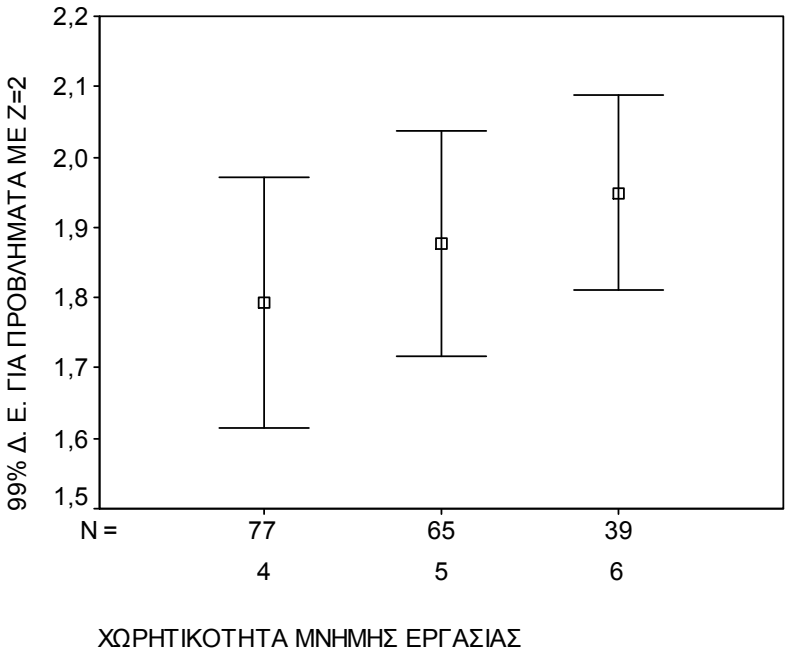
Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



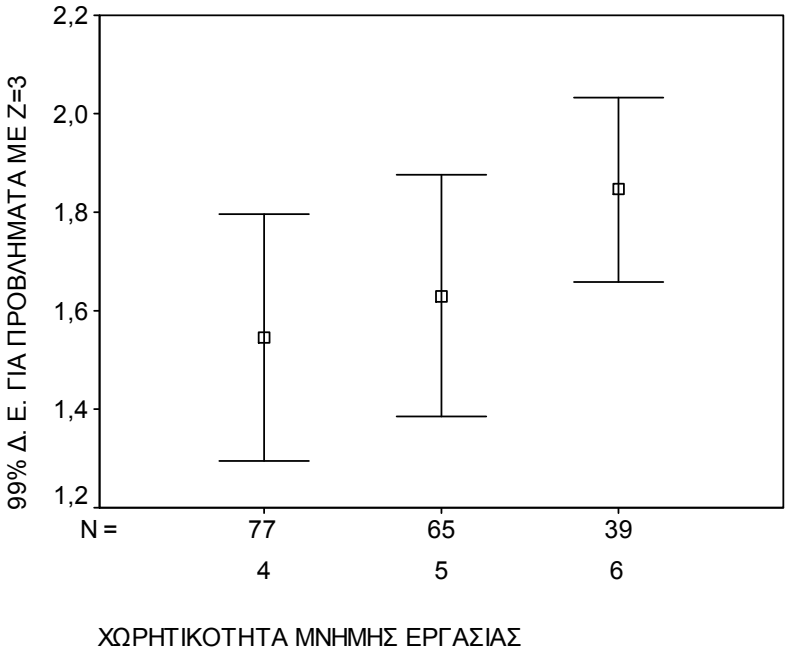
Διάγραμμα 8.12: Μαθητές δημοσίων σχολείων N = 191. Φαίνονται οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος.

Η δεύτερη παρουσίαση είναι η παράθεση των διαγραμμάτων χωρητικότητας μνήμης εργασίας με τα διαστήματα εμπιστοσύνης με σφάλμα 99% για προβλήματα με απαίτηση Z

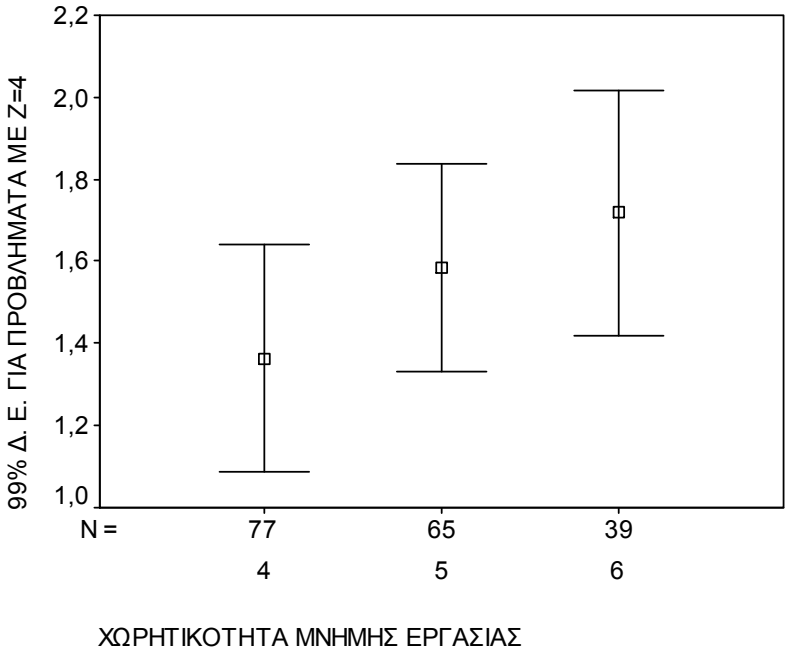
από 2 μέχρι και 8 καθώς και για όλα τα προβλήματα μαζί, από το στατιστικό πακέτο SPSS.



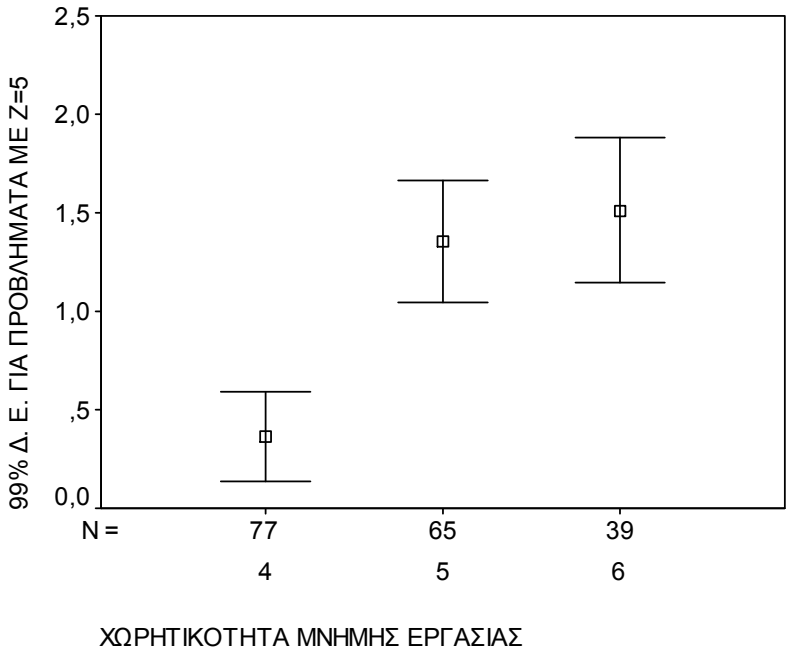
Διάγραμμα 8.13: Μαθητές δημοσίων σχολείων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 181. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=2



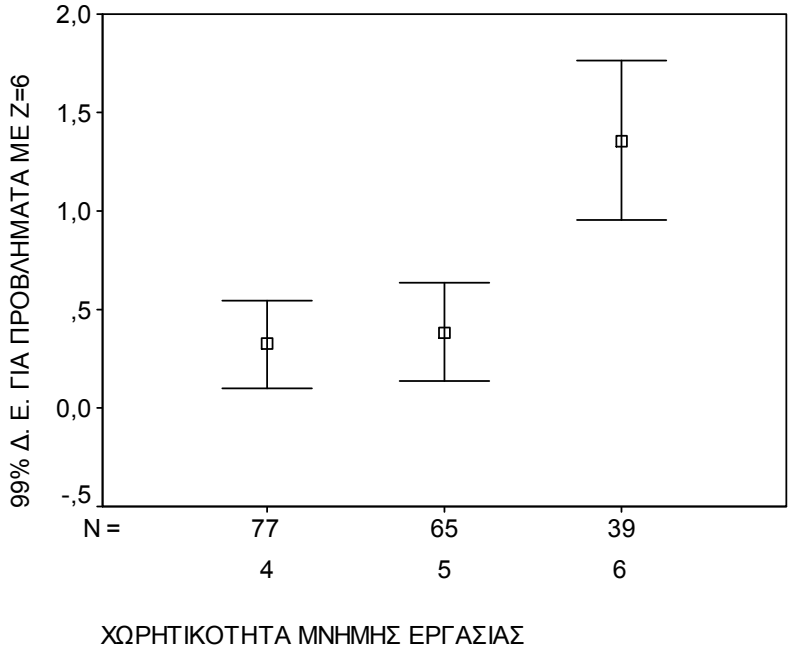
Διάγραμμα 8.14: Μαθητές δημοσίων σχολείων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 181. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=3



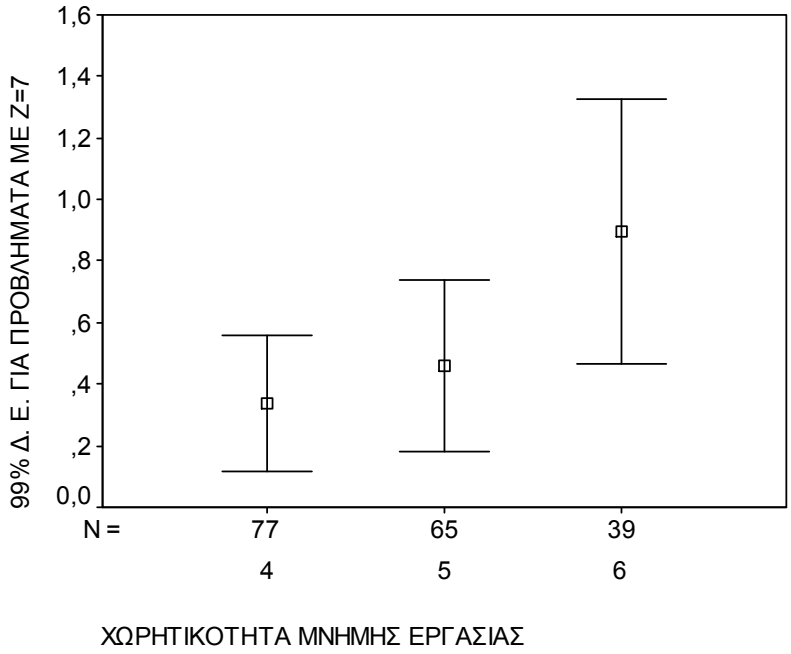
Διάγραμμα 8.15: Μαθητές δημοσίων σχολείων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 181. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=4



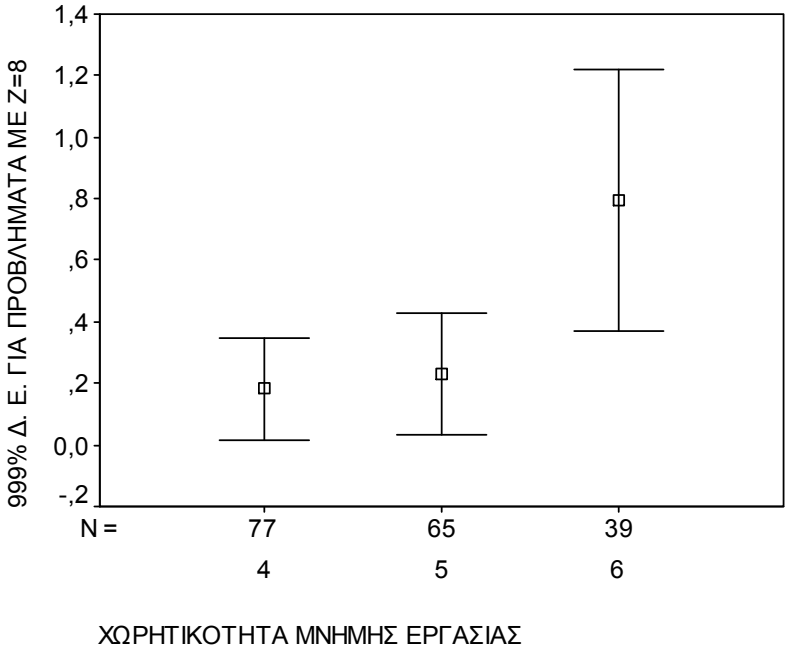
Διάγραμμα 8.16: Μαθητές δημοσίων σχολείων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 181. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=5



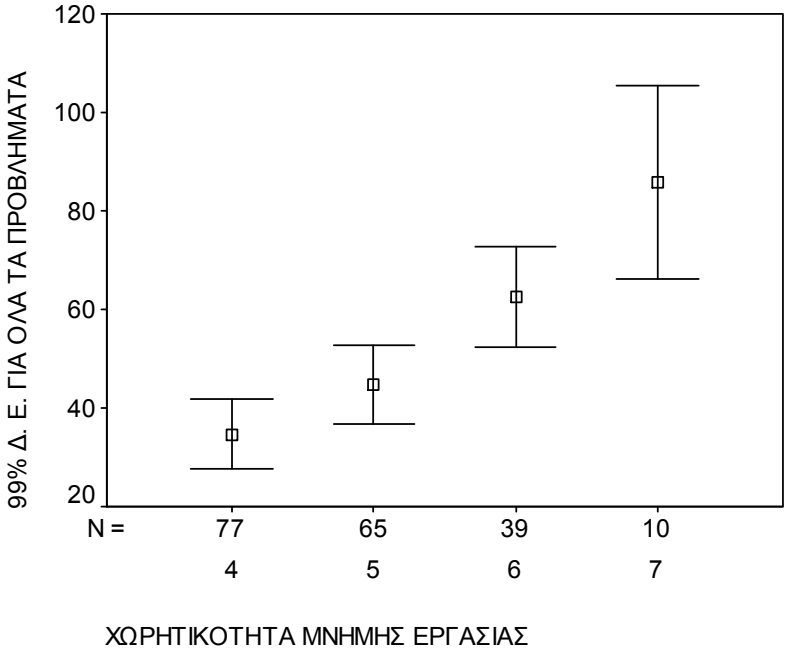
Διάγραμμα 8.17: Μαθητές δημοσίων σχολείων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 181. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=6



Διάγραμμα 8.18: Μαθητές δημοσίων σχολείων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 181. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=7



Διάγραμμα 8.19: Μαθητές δημοσίων σχολείων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 181. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=8



Διάγραμμα 8.20: Μαθητές δημοσίων σχολείων, N = 191. Όλα τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης..

Από τα διαγράμματα 8.13, 8.14 και 8.15 φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών τόσο μεγαλύτερος είναι ο μέσος όρος της βαθμολογίας τους. Όμως τα διαστήματα εμπιστοσύνης δεν ξεχωρίζουν μεταξύ τους καθαρά όπως συμβαίνει στα διαγράμματα 8.16 και 8.17. Στο διάγραμμα 8.16 που παρουσιάζει την επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z=5 είναι φανερή η υστέρηση στην επίδοση των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=4 έναντι των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=5 και X=6. Αντίστοιχα στο διάγραμμα 8.17 που παρουσιάζει την επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z=6 είναι φανερή η υπεροχή στην επίδοση των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=6 έναντι των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=4 και X=5. Επίσης και στα διαγράμματα 8.18 και 8.19 δεν ξεχωρίζουν μεταξύ τους καθαρά τα διαστήματα εμπιστοσύνης γιατί η απαίτηση των προβλημάτων είναι μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών.

Τέλος και στο διάγραμμα 8.20 που παρουσιάζει το μέσο όρο της επίδοση των μαθητών σε όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8 είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη είναι χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών τόσο υπερέχουν ξεκάθαρα στην επίδοση.

Έτσι με τα διαγράμματα αυτά μπορούμε να δια πιστώσουμε με πολύ παραστατικό τρόπο ότι όταν η απαίτηση ενός προβλήματος ξεπερνά τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών το πιο πιθανό είναι αυτοί να αποτύχουν στη λύση του προβλήματος αυτού.

Με τους ΜΟ έγιναν και δυο στατιστικές επεξεργασίες

Στην πρώτη έγινε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πέτυχαν οι μαθητές με την ίδια χωρητικότητα μνήμης εργασίας X σε κάθε πρόβλημα με την ίδια απαίτηση και για όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8.

Ανιχνεύτηκε αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01 στο μέσο όρο της βαθμολογίας που σημείωσε σε κάθε πρόβλημα με την ίδια απαίτηση η κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας όλες τις τιμές από X = 4 μέχρι και X = 7.

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης αυτής φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 8.11

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.11

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)

ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ Ν = 191

Προβλήματα με απαίτηση	**Κριτήριο Kruskal-Wallis 1-way ANOVA**		**Ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA)**	
	χ^2	a	F	a
Z = 2	4,26	0,235	1,19	0,314
Z = 3	5,23	0,156	2,34	0,075
Z = 4	8,69	0,034	3,06	0,029
Z = 5	60,19	**0,000**	28,88	**0,000**
Z = 6	48,44	**0,000**	21,84	**0,000**
Z = 7	24,39	**0,000**	9,35	**0,000**
Z = 8	39,56	**0,000**	18,06	**0,000**
Το σύνολο των προβλημάτων	47,05	**0,000**	21,99	**0,000**

a = στατιστική σημαντικότητα

Όπως φαίνονται στον παραπάνω πίνακα οι ομάδες των μαθητών με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01, στην επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 και Z = 3. Στα προβλήματα με απαίτηση Z = 5, Z = 6, Z = 7 και Z = 8 όμως παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά και μάλιστα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας μικρότερο του επιπέδου a = 0,001. Μόνο στα προβλήματα με απαίτηση Z = 4 η στατιστικώς σημαντική διαφορά είναι σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01 < a < 0,1. Τέλος και στο σύνολο των προβλημάτων παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά και μάλιστα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας μικρότερο του επιπέδου a = 0,001.

Από την στατιστική αυτή επεξεργασία φαίνεται ότι οι ομάδες με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z από 5 και πάνω. Όμως δεν φαίνεται αναλυτικά κάθε ομάδα από ποιες ομάδες παρουσιάζει διαφορά για αυτό έγινε και η δεύτερη στατιστική επεξεργασία.

Στην δεύτερη στατιστική επεξεργασία έγινε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4, Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 με τον αντίστοιχο μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4, Χ = 5 και Χ = 6 για κάθε πρόβλημα με απαίτηση από Ζ = 2 μέχρι και Ζ = 8. Δηλαδή σε αυτή τη στατιστική επεξεργασία συγκρίναμε τις ομάδες ανά ζεύγη με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 7. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας με Χ = 5 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 7. Τέλος την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 7.

Η σύγκριση έγινε για το μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές των δημοσίων σχολείων (Ν = 191), με το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey-HSD (Tukey's honestly significant difference tests) σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (one way ANOVA) του πίνακα 8.11.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 8.12 στον οποίο το σύμβολο # δείχνει τις ομάδες που παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01.

Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτόν οι ομάδες με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορά στην επίδοση που να είναι στατιστικώς σημαντική στα προβλήματα με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4.

Στα προβλήματα όμως με απαίτηση Ζ = 5 οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση με αυτούς που έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση μεταξύ τους.

Στα προβλήματα τώρα με απαίτηση Ζ = 6 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 και Χ = 7 με αυτούς που έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 και Χ = 5 ενώ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά οι ομάδες με Χ = 6 και Χ = 7 μεταξύ τους καθώς και αυτές με Χ = 4 και Χ = 5.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.12

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)

ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ Ν = 191

Προβλήματα με απαίτηση	**Μνήμη εργασίας**	**Χ = 4**	**Χ = 5**	**Χ = 6**	**Χ = 7**	**Μέσος όρος με άριστα το 100**
Ζ = 2	**Χ = 4**					**89,61**
	Χ = 5					**93,85**
	Χ = 6					**97,44**
	Χ = 7					**100,00**
Ζ = 3	**Χ = 4**					**77,27**
	Χ = 5					**81,54**
	Χ = 6					**92,31**
	Χ = 7					**100,00**
Ζ = 4	**Χ = 4**					**68,18**
	Χ = 5					**79,23**
	Χ = 6					**85,90**
	Χ = 7					**100,00**
Ζ = 5	**Χ = 4**		#	#	#	**18,18**
	Χ = 5	#				**67,69**
	Χ = 6	#				**75,64**
	Χ = 7	#				**100,00**
Ζ = 6	**Χ = 4**			#	#	**16,23**
	Χ = 5			#	#	**19,23**
	Χ = 6	#	#			**67,95**
	Χ = 7	#	#			**80,00**
Ζ = 7	**Χ = 4**			#	#	**16,88**
	Χ = 5				#	**23,08**
	Χ = 6	#				**44,87**
	Χ = 7	#	#			**80,00**
Ζ = 8	**Χ = 4**			#	#	**9,09**
	Χ = 5			#	#	**11,54**
	Χ = 6	#	#		#	**39,74**
	Χ = 7	#	#	#		**80,00**
Το σύνολο των προβλημάτων	**Χ = 4**			#	#	**34,69**
	Χ = 5			#	#	**44,83**
	Χ = 6	#	#			**62,64**
	Χ = 7	#	#			**85,71**

Αντίστοιχα στα προβλήματα με απαίτηση Z = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7 από τις άλλες τρεις ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4, X = 5 και X = 6.

Το γεγονός ότι οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση από τις άλλες τρεις ομάδες και στα προβλήματα με απαίτηση Z = 8 μπορεί να εξηγηθεί από δύο αιτίες. Πρώτη ότι ο αριθμός του δείγματος είναι αρκετά μικρός N = 10 οπότε αυξάνεται η πιθανότητα στατιστικού λάθους. Δεύτερη ότι οι μαθητές αυτοί για να έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα μνήμης εργασίας τους κάνει να έχουν γενικά καλύτερες πνευματικές ικανότητες και ένα μεγαλύτερο ποσοστό από τις άλλες ομάδες να εμφανίζει καλύτερη επίδοση ικανή να την διαφοροποιεί στατιστικά.

Τέλος στο σύνολο των προβλημάτων κάθε μία ομάδα μαθητών με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας παρουσιάζει στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση από κάθε μία από τις άλλες ομάδες.

Όλες οι παραπάνω στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επίδοση είναι σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01.

8.7.3 Φροντιστήρια

Παρακάτω φαίνονται η παρουσίαση και τα αποτελέσματα από τις δυο στατιστικές επεξεργασίες που έγιναν για το τμήμα του δείγματος, που το αποτελούν το σύνολο των μαθητών των φροντιστηρίων με βάση το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που είχαν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8..

Οι τιμές που παρουσιάζονται στον πίνακα 8.13 εμφανίζονται και με διάγραμμα:

Απαίτησης προβλήματος (Z) – Δείκτη ευκολία (ΔΕ)

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.13

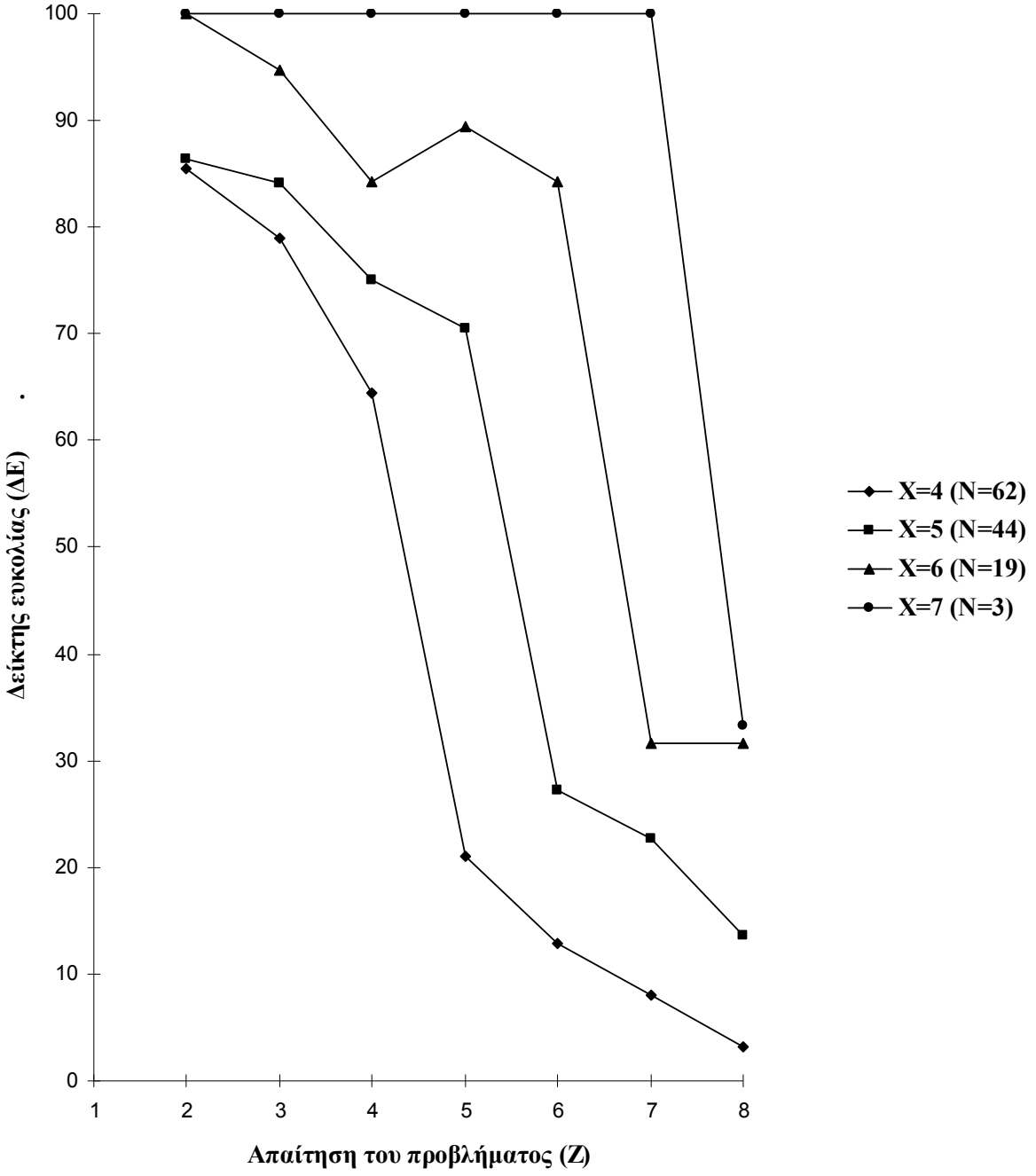
ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΥΚΟΛΙΑΣ (ΔΕ) ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ),
ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ Ν = 128

Ζ	**Χ = 4, (Ν = 62)**		**Χ = 5, (Ν = 44)**		**Χ = 6, (Ν = 19)**		**Χ = 7, (Ν = 3)**	
	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ
2	53	85,48	38	86,36	19	100,00	3	100,00
3	49	79,03	37	84,09	18	94,74	3	100,00
4	40	**64,52**	33	75,00	16	84,21	3	100,00
5	13	**20,97**	31	**70,45**	17	89,47	3	100,00
6	8	12,90	12	**27,27**	16	**84,21**	3	100,00
7	5	8,06	10	22,73	6	**31,58**	3	**100,00**
8	2	3,23	6	13,64	6	31,58	1	**33,33**

ΠΟΑ = Πλήθος Ορθών Απαντήσεων, ΔΕ = Δείκτης Ευκολίας

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι δείκτες ευκολίας για κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 για κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 7 στο τμήμα του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές φροντιστηρίων. Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν έναν σχετικά υψηλό δείκτη ευκολίας στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 με τιμές 85,48, 79,03 και 64,52 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 20,97 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 12,90, 8,06 και 3,23 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8 αντίστοιχα. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο δείκτης ευκολίας πέφτει απότομα από το 64,52 στο 20,97 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Άρα αρχικά φαίνεται ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων έχει ισχύ το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna.

Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – δείκτη ευκολίας (ΔΕ).



Διάγραμμα 8.21: Μαθητές φροντιστηρίων N = 128, Φαίνονται τα ποσοστά επιτυχίας ή αποτυχίας (δείκτης ευκολίας) σε συνάρτηση με την απαίτησης του προβλήματος,

Εκτός από την απλή παρουσίαση των αποτελεσμάτων με βάση τον δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης έγινε επιπλέον και δυο στατιστικές επεξεργασίες.

Στην πρώτη μελετάται αν ο δείκτης ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχε η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 σε προβλήματα με απαίτηση Ζ από 2 μέχρι και 8 είναι στατιστικά ίσιος ή όχι με αυτόν που πέτυχε η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5 σε προβλήματα με την ίδια απαίτηση, σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01.

Στη συνέχεια έγινε η αντίστοιχη στατιστική επεξεργασία μεταξύ της ομάδας με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 και αυτής με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 καθώς και μεταξύ της ομάδας με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5 και αυτής με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 8.14

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.14

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Χ)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ N = 128

Ζ	Χ = 4 N = 62	Χ = 5 N = 44	Χ = 6 N = 19	Στατιστικό z σύγκρισης της επίδοσης σε προβλήματα με την ίδια απαίτηση Ζ ανά δύο των ομάδων με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ		
				Χ = 4 και Χ = 5	Χ = 4 και Χ = 6	Χ = 5 και Χ = 6
	ΔΕ	ΔΕ	ΔΕ	Η τιμή z του πίνακα για a=0,01είναι 2,576		
2	85,48	86,36	100,00	0,128	1,762	1,692
3	79,03	84,09	94,74	0,656	1,584	1,165
4	64,52	75,00	84,21	1,149	1,626	0,807
5	20,97	70,45	89,47	**5,095#**	**5,410#**	1,627
6	12,90	27,27	84,21	1,863	**5,955#**	**4,174#**
7	8,06	22,73	31,58	2,134	**2,618#**	0,741
8	3,23	13,64	31,58	1,999	**3,624#**	1,665

Στη παραπάνω επεξεργασία από το δείγμα των μαθητών των δημοσίων σχολείων δεν περιλαμβάνονται οι 3 μαθητές που αποτελούν τη ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7.

Στα γκρίζα κελιά με την έντονη γραφή και το σύμβολο # στο τέλος εμφανίζονται οι τιμές του στατιστικού z στους ΔΕ που είναι μεγαλύτερες από την τιμή 2,576. Η τιμή αυτή είναι η κρίσιμη τιμή z με την οποία ορίζεται η απορριπτική περιοχή της H_0 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01. Αυτό σημαίνει ότι στα προβλήματα αυτά απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 και άρα το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών με διαφορετική χωρητικότητα X, στα προβλήματα με την ίδια απαίτηση Z τα οποία συγκρίνουμε, παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01.

Έτσι βλέπουμε ότι οι μαθητές με X = 4 σε σχέση με τους μαθητές με X = 5 διαφοροποιούνται μόνο στα προβλήματα με απαίτηση Z = 5 που οι μαθητές με X = 5 λύνουν με επιτυχία σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό από τους μαθητές με X = 4. Στα προβλήματα με απαίτηση Z πιο μικρή από 5 έχουν και οι δύο ομάδες μεγάλη επιτυχία ώστε να μη παρουσιάζουν διαφορά ενώ στα προβλήματα με απαίτηση Z πιο μεγάλη από 5 έχουν και οι δύο ομάδες μεγάλη αποτυχία ώστε πάλι να μη παρουσιάζουν διαφορά. Αντίστοιχα οι μαθητές με X = 6 σε σχέση με τους μαθητές με X = 4 έχουν καλύτερη επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 5 και 6 και περίπου το ίδιο καλή σε αυτά με απαίτηση Z πιο μικρή από 5. Θα περίμενε κανείς στα προβλήματα με απαίτηση Z πιο μεγάλη από 6 να έχουν και οι δύο ομάδες μεγάλη αποτυχία ώστε πάλι να μη παρουσιάζουν διαφορά. Όμως εμφανίζεται να έχουν διαφορές στατιστικώς σημαντικές. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι η κατά δύο μονάδες μεγαλύτερη χωρητικότητα σε συνδυασμό και με κάποια προηγούμενη εμπειρία σε προβλήματα οργανικής σύνθεσης κάνει του μαθητές αυτούς να έχουν λίγο καλύτερη επίδοση. Ίδια αποτελέσματα εμφανίζονται και ανάμεσα στις ομάδες με X = 5 και X = 6. Έχουν περίπου την ίδια καλή επίδοση σε προβλήματα με απαίτηση Z μικρότερη από 6 παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση στα προβλήματα με απαίτηση Z = 6 γιατί οι μαθητές με X = 6 έχουν πολύ καλύτερη επίδοση από αυτή των μαθητών με X = 5, και αποτυγχάνουν περίπου το ίδιο σε προβλήματα με απαίτηση πιο μεγάλη από 6. Αποτυγχάνουν και σε προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 8 σε αντίθεση με ότι καταγράφηκε με τους μαθητές δημοσίων σχολείων.

Στη δεύτερη στατιστική επεξεργασία συγκρίνουμε το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές με την ίδια χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Z από 3 μέχρι και 8. Στη συνέχεια συγκρίνουμε το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν οι μαθητές στα προβλήματα με απαίτηση Z = 3 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Z από 4 μέχρι και 8, στα προβλήματα με απαίτηση Z = 4 με το δείκτη ευκολίας (ΔΕ) που πέτυχαν στα προβλήματα με απαίτηση Z από 5 μέχρι και 8 και ούτω κάθε εξής ώστε να γίνουν όλες τις δυνατές συγκρίσεις για όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες 8.15α, 8.15β και 8.15γ.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.15α

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ
ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (Z)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΜΕ Χ = 4 (N = 62)

Στατιστικά z σύγκρισης του ΔΕ ανά δύο σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z Η τιμή z του στατιστικού πίνακα για a=0,01είναι 2,576							
Z	2	3	4	5	6	7	ΔΕ
2							85,48
3	0,94						79,03
4	**2,70#**	1,80					64,52
5	**7,20#**	**6,47#**	**4,90#**				20,97
6	**8,08#**	**7,39#**	**5,90#**	1,20			12,90
7	**8,64#**	**7,97#**	**6,54#**	2,04	0,88		8,06
8	**9,22#**	**8,58#**	**7,21#**	**3,03#**	1,98	1,17	3,23

Όπως στους προηγούμενους πίνακες και στον πίνακα αυτόν στα γκρίζα κελιά με την έντονη γραφή και το σύμβολο # στο τέλος εμφανίζονται οι τιμές του στατιστικού z για τους ΔΕ που είναι μεγαλύτερες από την τιμή 2,576 η οποία είναι η κρίσιμη τιμή z με την οποία ορίζεται η απορριπτική περιοχή της H_0 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01. Αυτό σημαίνει ότι στα προβλήματα αυτά απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 και άρα το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών με Χ = 4, σε προβλήματα με διαφορετική

απαίτηση Z τα οποία συγκρίνουμε, παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01.

Έτσι βλέπουμε ότι στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 2 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 4, 5, 6, 7 και 8. Στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 3 και 4 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 5, 6, 7 και 8. Αντίθετα στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 5, 6 και 7 δεν εμφανίζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 6, 7 και 8. Εννοείτε ότι δεν γίνεται σύγκριση για προβλήματα με την ίδια απαίτηση Z.

Το συμπέρασμα που εξάγεται από τα παραπάνω είναι ότι οι μαθητές με X = 4, έχουν την ίδια πιθανότητα να λύσουν με επιτυχία προβλήματα με απαίτηση μέχρι και Z = 4 ενώ αντίθετα παρουσιάζουν την ίδια πιθανότητα να αποτυχίας στο να λύσουν σωστά προβλήματα με απαίτηση από Z = 5 και πάνω. Μια στατιστικώς σημαντική διαφορά που εμφανίζεται στην επίδοση ανάμεσα στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 και Z = 4 μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι κάποιους μαθητές τους δυσκόλεψαν ακόμα και κάποια προβλήματα με απαίτηση Z = 4. Αυτά όμως τα προβλήματα είναι λίγα γιατί το στατιστικό z διαφέρει πολύ λίγο από τη τιμή του στατιστικού πίνακα. Επίσης τα προβλήματα με απαίτηση Z = 8 είναι πολύ απαιτητικά και για αυτό παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά στα προβλήματα με απαίτηση Z = 8 σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z = 5.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.15β

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ

ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (Z)

ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΜΕ Χ = 5 (Ν = 44)

Στατιστικό z σύγκρισης της επίδοσης σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z Η τιμή z του στατιστικού πίνακα για a=0,01είναι 2,576							
Z	2	3	4	5	6	7	ΔΕ
2							86,36
3	0,30						84,09
4	1,35	1,06					75,00
5	1,81	1,53	0,48				70,45
6	**5,60#**	**5,37#**	**4,48#**	**4,05#**			27,27
7	**5,99#**	**5,77#**	**4,91#**	**4,49#**	0,49		22,73
8	**6,82#**	**6,61#**	**5,79#**	**5,40#**	1,59	1,11	13,64

Όπως στους προηγούμενους πίνακες και στον πίνακα αυτόν στα γκρίζα κελιά με την έντονη γραφή και το σύμβολο # στο τέλος εμφανίζονται οι τιμές του στατιστικού z για τους ΔΕ που είναι μεγαλύτερες από την τιμή 2,576 η οποία είναι η κρίσιμη τιμή z με την οποία ορίζεται η απορριπτική περιοχή της H_0 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01. Αυτό σημαίνει ότι στα προβλήματα αυτά απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 και άρα το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών με Χ = 5, σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z τα οποία συγκρίνουμε, παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,01.

Στον πίνακα αυτό βλέπουμε επισημάνσεις αντίστοιχες με τον πίνακα 8.9α. Δηλαδή βλέπουμε ότι στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 2 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 4, 5, 6, 7 και 8. Στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 3, 4 και 5 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 6, 7 και 8. Αντίθετα στα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 6 και 7 δεν εμφανίζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά στους ΔΕ σε σχέση με τα προβλήματα με απαίτηση Z ίσον με 7 και 8. Εννοείτε ότι δεν γίνεται σύγκριση για προβλήματα με την ίδια απαίτηση Z.

Το συμπέρασμα που εξάγεται από τα παραπάνω είναι ότι οι μαθητές με Χ = 5, έχουν την ίδια πιθανότητα να λύσουν με επιτυχία προβλήματα με απαίτηση μέχρι και Z = 5 ενώ

αντίθετα παρουσιάζουν την ίδια πιθανότητα να αποτυχίας στο να λύσουν σωστά προβλήματα με απαίτηση από Z = 6 και πάνω. Εδώ μάλιστα δεν εμφανίζεται και η διαφοροποίηση ανάμεσα στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2 από την μία και Z = 4 και 5 από την άλλη η οποία εμφανίστηκε για τους μαθητές δημοσίων σχολείων καθώς και το σύνολο του δείγματος.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.15γ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕ ΑΝΑ ΔΥΟ ΑΝΑΜΕΣΑ
ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ (Z)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΜΕ Χ = 6 (N = 19)

Στατιστικό z σύγκρισης της επίδοσης σε προβλήματα με διαφορετική απαίτηση Z Η τιμή z του στατιστικού πίνακα για a=0,01είναι 2,576							
Z	2	3	4	5	6	7	ΔΕ
2							100,00
3	1,01						94,74
4	1,80	1,06					84,21
5	1,45	0,60	0,48				89,47
6	1,80	1,06	0,00	0,48			84,21
7	**4,45#**	**4,04#**	**3,29#**	**3,65#**	**3,29#**		31,58
8	**4,45#**	**4,04#**	**3,29#**	**3,65#**	**3,29#**	0,00	31,58

Οι επισημάνσεις που αναφέρονται στον προηγούμενο πίνακα 8.15β ισχύουν αντίστοιχα και στον πίνακα αυτόν.

Παρακάτω φαίνονται οι δύο παρουσιάσεις και τα αποτελέσματα από τις δυο στατιστικές επεξεργασίες που έγιναν για το μέρος του δείγματος. που το αποτελούν οι μαθητές φροντιστηρίων (N = 128) με βάση το μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8.

Η πρώτη παρουσίαση είναι μια απλή παράθεση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι διάφορες ομάδες των μαθητών στα προβλήματα με απαίτηση Z από 2 μέχρι και 8. Οι τιμές αυτές που παρουσιάζονται στον πίνακα 8.10 εμφανίζονται και με το αντίστοιχο διάγραμμα:

Απαίτησης προβλήματος (Z) – Μέσου όρου (ΜΟ).

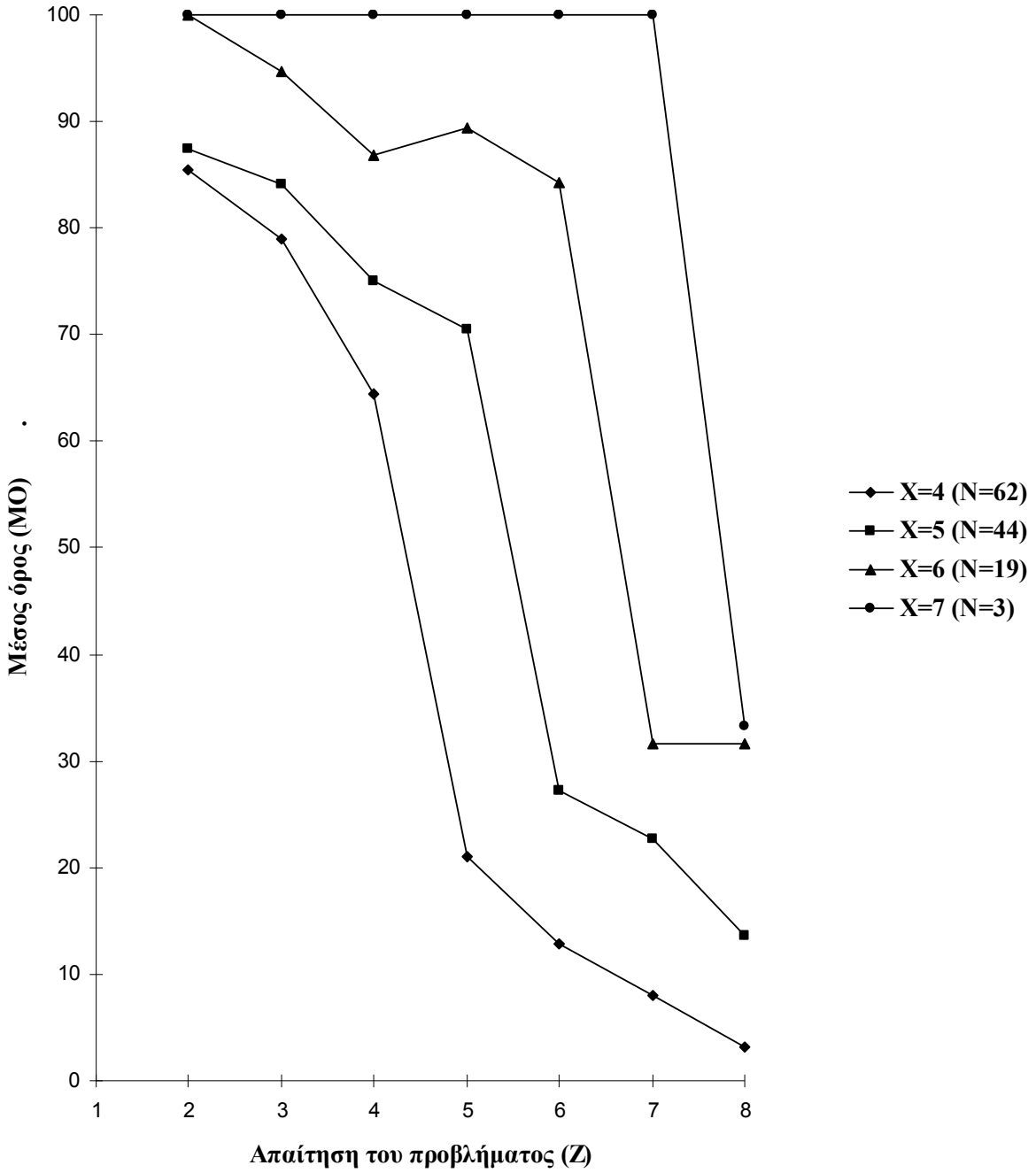
Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.16

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ),
ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ Ν = 128

Ζ	**Χ = 4, (Ν = 62)**	**Χ = 5, (Ν = 49)**	**Χ = 6, (Ν = 19)**	**Χ = 7, (Ν = 3)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	85,48	87,50	100,00	100,00
3	79,03	84,09	94,74	100,00
4	64,52	75,00	86,84	100,00
5	20,97	70,45	89,47	100,00
6	12,90	27,27	84,21	100,00
7	8,06	22,73	31,58	100,00
8	3,23	13,64	31,58	33,33

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 7 στο μέρος του δείγματος. που το αποτελούν οι μαθητές φροντιστηρίων (Ν = 128).. Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 85,48, 79,03 και 64,52 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 20,97 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 12,90, 8,06 και 3,23 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 64,52 στο 20,97 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Φαίνεται και μέσω της βαθμολόγησης που περιλαμβάνει και τις περιπτώσεις της ημιτελούς λύσης ότι το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. έχει ισχύ στις περισσότερες των περιπτώσεων

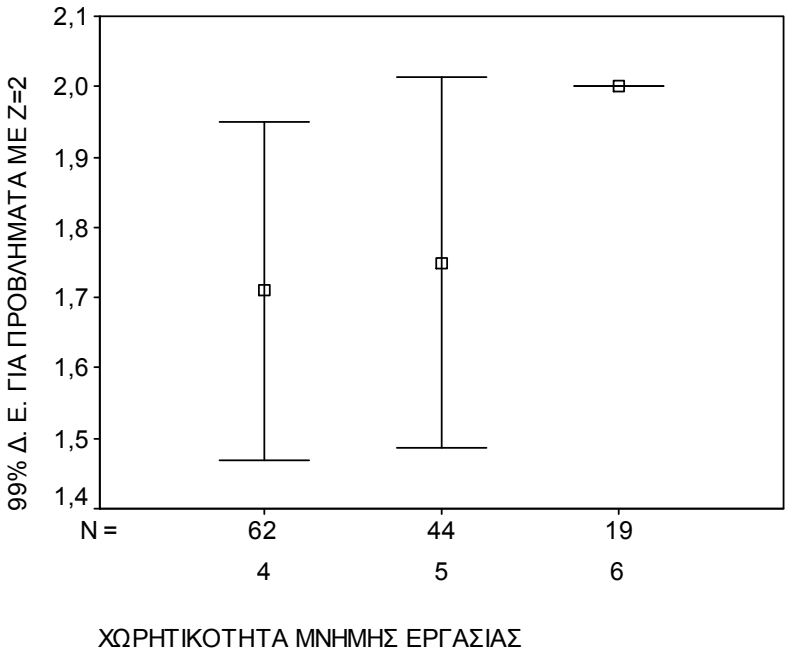
Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Z) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



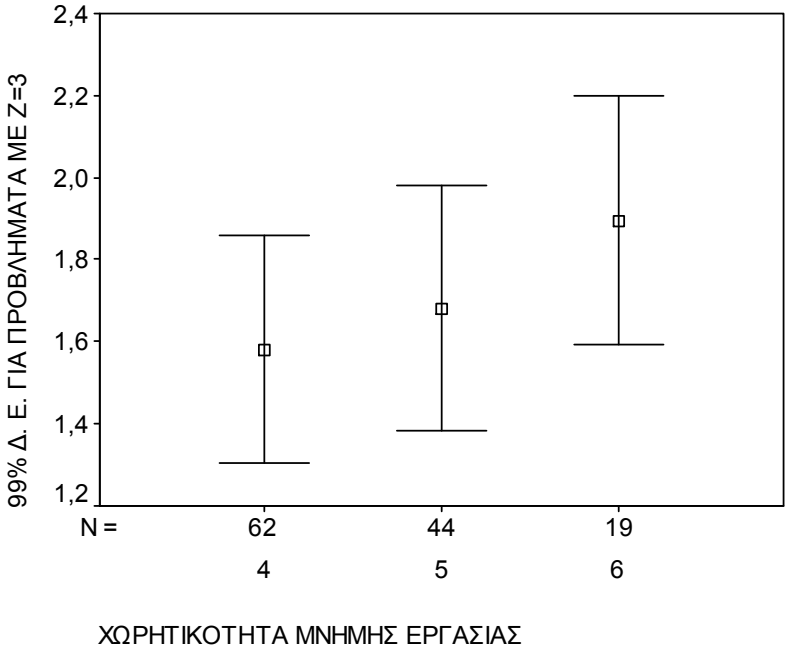
Διάγραμμα 8.22: Μαθητές φροντιστηρίων N = 128. Φαίνονται οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος.

Η δεύτερη παρουσίαση είναι η παράθεση των διαγραμμάτων χωρητικότητας μνήμης εργασίας με τα διαστήματα εμπιστοσύνης με σφάλμα 99% για προβλήματα με απαίτηση Z

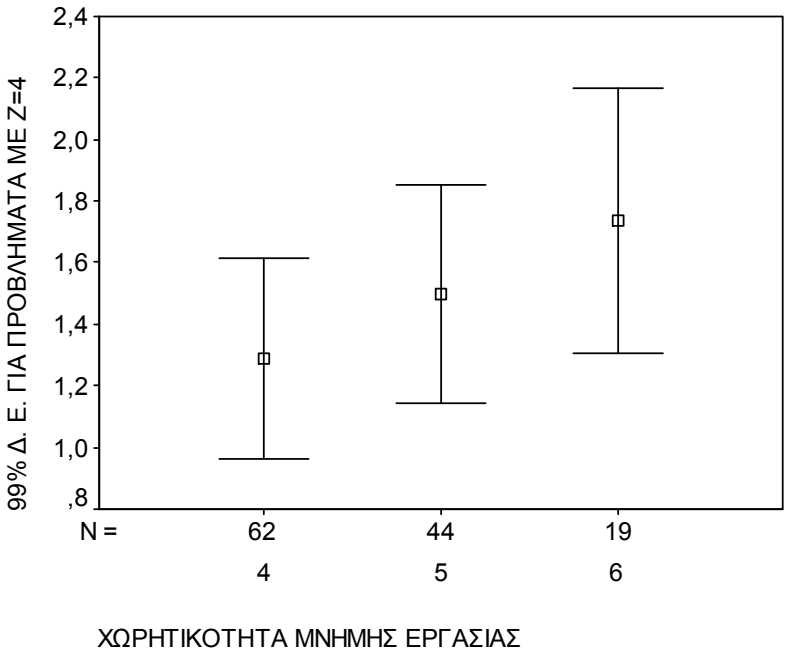
από 2 μέχρι και 8 καθώς και για όλα τα προβλήματα μαζί, από το στατιστικό πακέτο SPSS.



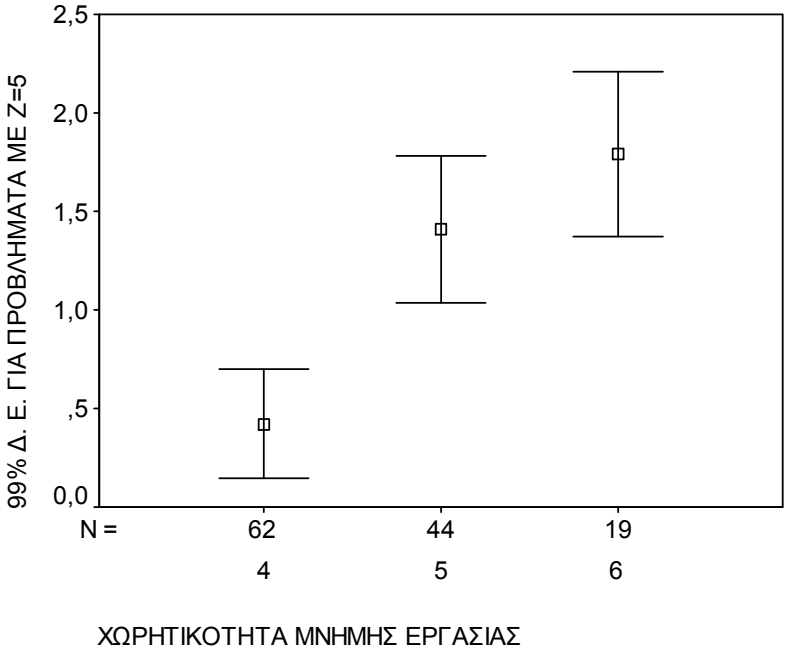
Διάγραμμα 8.23: Μαθητές φροντιστηρίων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 125. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=2



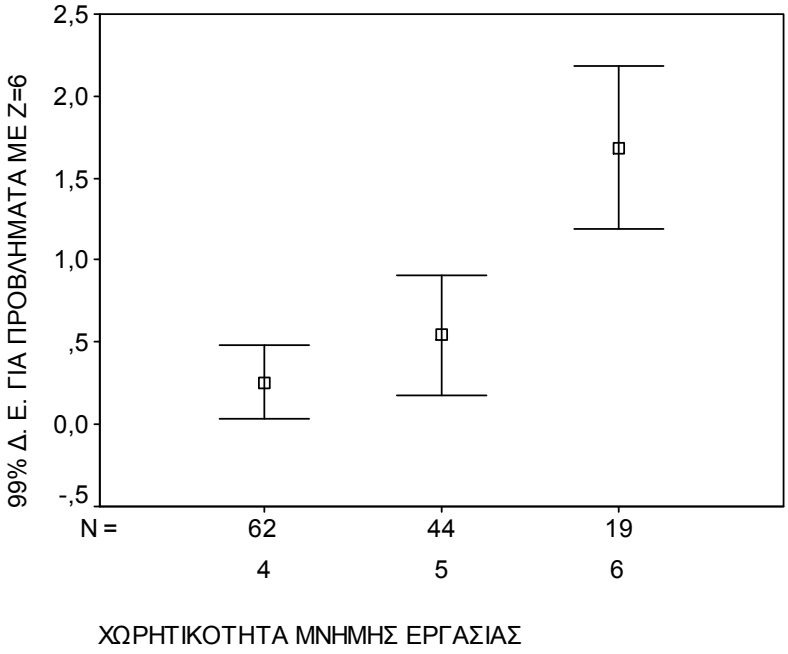
Διάγραμμα 8.24: Μαθητές φροντιστηρίων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 125. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=3



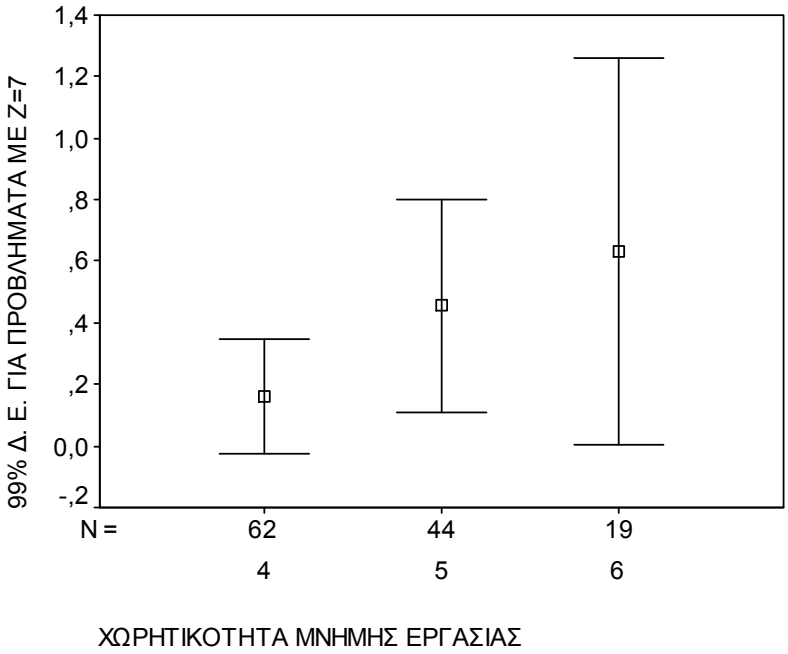
Διάγραμμα 8.25: Μαθητές φροντιστηρίων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 125. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=4



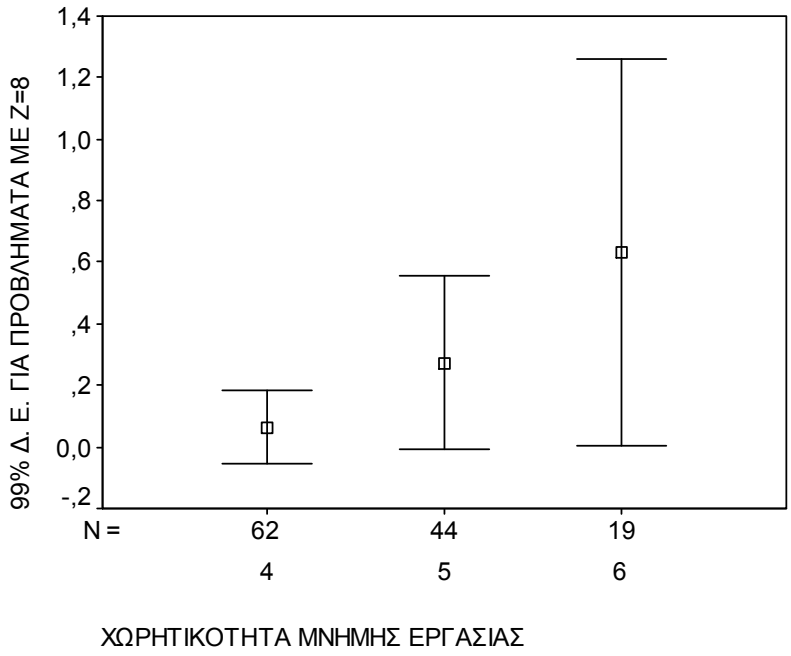
Διάγραμμα 8.26: Μαθητές φροντιστηρίων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 125. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=5



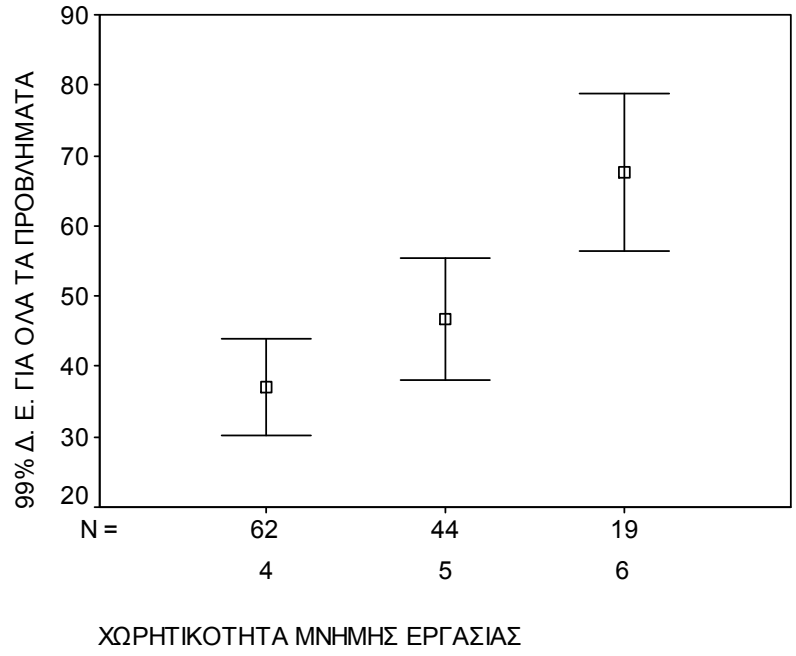
Διάγραμμα 8.27: Μαθητές φροντιστηρίων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 125. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=6



Διάγραμμα 8.28: Μαθητές φροντιστηρίων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 125. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=7



Διάγραμμα 8.29: Μαθητές φροντιστηρίων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 125. Προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση Z=8



Διάγραμμα 8.30: Μαθητές φροντιστηρίων εκτός από τους μαθητές με X=7, N = 125 Όλα τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης.

Από τα διαγράμματα 8.23, 8.24 και 8.25 φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών τόσο μεγαλύτερος είναι ο μέσος όρος της βαθμολογίας τους. Όμως τα διαστήματα εμπιστοσύνης δεν ξεχωρίζουν μεταξύ τους καθαρά όπως συμβαίνει στα διαγράμματα 8.26 και 8.27. Στο διάγραμμα 8.26 που παρουσιάζει την επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z=5 είναι φανερή η υστέρηση στην επίδοση των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=4 έναντι των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=5 και X=6. Αντίστοιχα στο διάγραμμα 8.27 που παρουσιάζει την επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z=6 είναι φανερή η υπεροχή στην επίδοση των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=6 έναντι των μαθητών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=4 και X=5. Επίσης και στα διαγράμματα 8.28 και 8.29 δεν ξεχωρίζουν μεταξύ τους καθαρά τα διαστήματα εμπιστοσύνης γιατί η απαίτηση των προβλημάτων είναι μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών.

Τέλος και στο διάγραμμα 8.30 που παρουσιάζει το μέσο όρο της επίδοση των μαθητών σε όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8 είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη είναι χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών τόσο υπερέχουν ξεκάθαρα στην επίδοση. Στο διάγραμμα αυτό δεν εμφανίζονται οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X=7 γιατί το πλήθος τους (N=3) είναι πολύ μικρό.

Έτσι με τα διαγράμματα αυτά μπορούμε να δια πιστώσουμε με πολύ παραστατικό τρόπο ότι όταν η απαίτηση ενός προβλήματος ξεπερνά τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας των μαθητών το πιο πιθανό είναι αυτοί να αποτύχουν στη λύση του προβλήματος αυτού.

Με τους ΜΟ έγιναν και δυο στατιστικές επεξεργασίες

Στην πρώτη έγινε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πέτυχαν οι μαθητές με την ίδια χωρητικότητα μνήμης εργασίας X σε κάθε πρόβλημα με την ίδια απαίτηση και για όλα τα προβλήματα με απαίτηση από 2 μέχρι και 8.

Ανιχνεύτηκε αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01 στο μέσο όρο της βαθμολογίας που σημείωσε σε κάθε πρόβλημα με την ίδια απαίτηση η κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας όλες τις τιμές από X = 4 μέχρι και X = 7.

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης αυτής φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 8.17

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.17

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)

ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ N = 128

Προβλήματα με απαίτηση	**Κριτήριο Kruskal-Wallis 1-way ANOVA**		**Ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA)**	
	χ^2	a	F	a
Z = 2	3,53	0,317	1,19	0,318
Z = 3	3,23	0,357	1,08	0,360
Z = 4	4,86	0,182	1,76	0,158
Z = 5	42,77	**0,000**	20,99	**0,000**
Z = 6	41,66	**0,000**	20,18	**0,000**
Z = 7	20,00	**0,000**	7,73	**0,000**
Z = 8	12,98	**0,000**	4,70	**0,000**
Το σύνολο των προβλημάτων	36,27	**0,000**	16,55	**0,000**

a = στατιστική σημαντικότητα

Όπως φαίνονται στον παραπάνω πίνακα οι ομάδες των μαθητών με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01 στην επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2, Z = 3 και Z = 4. Στα προβλήματα με απαίτηση Z = 5, Z = 6, Z = 7 και Z = 8 όμως παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά και μάλιστα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας μικρότερο του επιπέδου a = 0,001. Τέλος και στο σύνολο των προβλημάτων παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά και μάλιστα σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας μικρότερο του επιπέδου a = 0,001.

Από την στατιστική αυτή επεξεργασία φαίνεται ότι οι ομάδες με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση στα προβλήματα με απαίτηση Z από 5 και πάνω. Όμως δεν φαίνεται αναλυτικά κάθε ομάδα από ποιες ομάδες παρουσιάζει διαφορά για αυτό έγινε και η δεύτερη στατιστική επεξεργασία.

Στην δεύτερη στατιστική επεξεργασία έγινε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4, Χ = 5, Χ = 6

και X = 7 με τον αντίστοιχο μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4, X = 5 και X = 6 για κάθε πρόβλημα με απαίτηση από Z = 2 μέχρι και Z = 8. Δηλαδή σε αυτή τη στατιστική επεξεργασία συγκρίναμε τις ομάδες ανά ζεύγη με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5, με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας με X = 5 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7. Τέλος την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7.

Η σύγκριση έγινε για το μέρος του δείγματος. που το αποτελούν οι μαθητές φροντιστηρίων (N = 128), με το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey-HSD (Tukey's honestly significant difference tests) σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (one way ANOVA) του πίνακα 8.17.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 8.18 στον οποίο το σύμβολο # δείχνει τις ομάδες που παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01.

Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτόν οι ομάδες με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας X δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορά στην επίδοση που να είναι στατιστικώς σημαντική στα προβλήματα με απαίτηση Z = 2, Z = 3 και Z = 4.

Στα προβλήματα όμως με απαίτηση Z = 5 οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5, X = 6 και X = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση με αυτούς που έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 ενώ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση μεταξύ τους.

Στα προβλήματα τώρα με απαίτηση Z = 6 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 και X = 7 με αυτούς που έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 και X = 5 ενώ δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά οι ομάδες με X = 6 και X = 7 μεταξύ τους καθώς και αυτές με X = 4 και X = 5.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.18

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)

ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ N = 128

Προβλήματα με απαίτηση	Μνήμη εργασίας	Χ = 4	Χ = 5	Χ = 6	Χ = 7	Μέσος όρος με άριστα το 100
Ζ = 2	Χ = 4					85,48
	Χ = 5					87,50
	Χ = 6					100,00
	Χ = 7					100,00
Ζ = 3	Χ = 4					79,03
	Χ = 5					84,09
	Χ = 6					94,74
	Χ = 7					100,00
Ζ = 4	Χ = 4					64,52
	Χ = 5					75,00
	Χ = 6					86,84
	Χ = 7					100,00
Ζ = 5	Χ = 4		#	#	#	20,97
	Χ = 5	#				70,45
	Χ = 6	#				89,47
	Χ = 7	#				100,00
Ζ = 6	Χ = 4			#	#	12,90
	Χ = 5			#	#	27,27
	Χ = 6	#	#			84,21
	Χ = 7	#	#			100,00
Ζ = 7	Χ = 4				#	8,06
	Χ = 5				#	22,73
	Χ = 6					31,58
	Χ = 7	#	#			100,00
Ζ = 8	Χ = 4			#		3,23
	Χ = 5					13,64
	Χ = 6	#				31,58
	Χ = 7					33,33
Το σύνολο των προβλημάτων	Χ = 4			#	#	36,98
	Χ = 5			#	#	46,75
	Χ = 6	#	#			67,67
	Χ = 7	#	#			90,47

Αντίστοιχα στα προβλήματα με απαίτηση Z = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7 από τις άλλες τρεις ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4, X = 5 και X = 6.

Το γεγονός ότι οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 7 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση από τις άλλες τρεις ομάδες και στα προβλήματα με απαίτηση Z = 8 μπορεί να εξηγηθεί από δύο αιτίες. Πρώτη ότι ο αριθμός του δείγματος είναι αρκετά μικρός N = 3 οπότε αυξάνεται η πιθανότητα στατιστικού λάθους. Δεύτερη ότι οι μαθητές αυτοί για να έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα μνήμης εργασίας τους κάνει να έχουν γενικά καλύτερες πνευματικές ικανότητες και ένα μεγαλύτερο ποσοστό από τις άλλες ομάδες να εμφανίζει καλύτερη επίδοση ικανή να την διαφοροποιεί στατιστικά.

Τέλος στο σύνολο των προβλημάτων κάθε μία ομάδα μαθητών με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας παρουσιάζει στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση από κάθε μία από τις άλλες ομάδες.

Όλες οι παραπάνω στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επίδοση είναι σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01.

8.7.4 Ειδικές περιπτώσεις

Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα από καταγραφές και επεξεργασίες που έγιναν για τρία τμήματα του δείγματος που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον ,

Τα τρία αυτά τμήματα του δείγματος είναι:

1, Οι μαθητές δημοσίων σχολείων που δήλωσαν ότι δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία στη λύση προβλημάτων οργανικής σύνθεσης N = 62

2, Οι μαθητές δημοσίων σχολείων που δήλωσαν ότι είχαν προηγούμενη εμπειρία στη λύση προβλημάτων οργανικής σύνθεσης N = 36

3, Οι μαθητές φροντιστηρίων μαζί με τους μαθητές δημοσίων σχολείων που δήλωσαν ότι δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία στη λύση προβλημάτων οργανικής σύνθεσης, αποτέλεσαν μια ομάδα που αντιμετώπισε τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης για πρώτη φορά, N = 190

Για τις τρείς αυτές ομάδες δεν έγινε στατιστική ανάλυση με όλες τις μορφές που έγινε στις τρείς μεγάλες κατηγορίες οι οποίες παρουσιάστηκαν παραπάνω, Για αυτές παρουσιάζεται μόνο ο πίνακας με τις τιμές του δείκτη δυσκολίας καθώς και το αντίστοιχο

διάγραμμα, Γιατί αυτό που φαίνεται καθαρά από τη παρουσίαση των τριών αυτών δειγμάτων είναι ότι για να ισχύει το προτεινόμενο μοντέλο των Johnstone - El-Banna πρέπει οι μαθητές να μην έχουν προηγούμενη εμπειρία στο πρόβλημα τους δίνεται για λύση, Με τον τρόπο αυτό δηλαδή να αντιμετωπίζουν για πρώτη φορά το κάθε πρόβλημα θα είναι για αυτούς πράγματι πρόβλημα και όχι άσκηση μιας γνωστής σε αυτούς διαδικασίας,

Οι τιμές που εμφανίζονται στους παρακάτω πίνακες εμφανίζονται και με διαγράμματα: Απαίτησης προβλήματος (Z) – Δείκτη ευκολία (ΔΕ)

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.19

ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΥΚΟΛΙΑΣ (ΔΕ) ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Z),
ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ Ν = 62

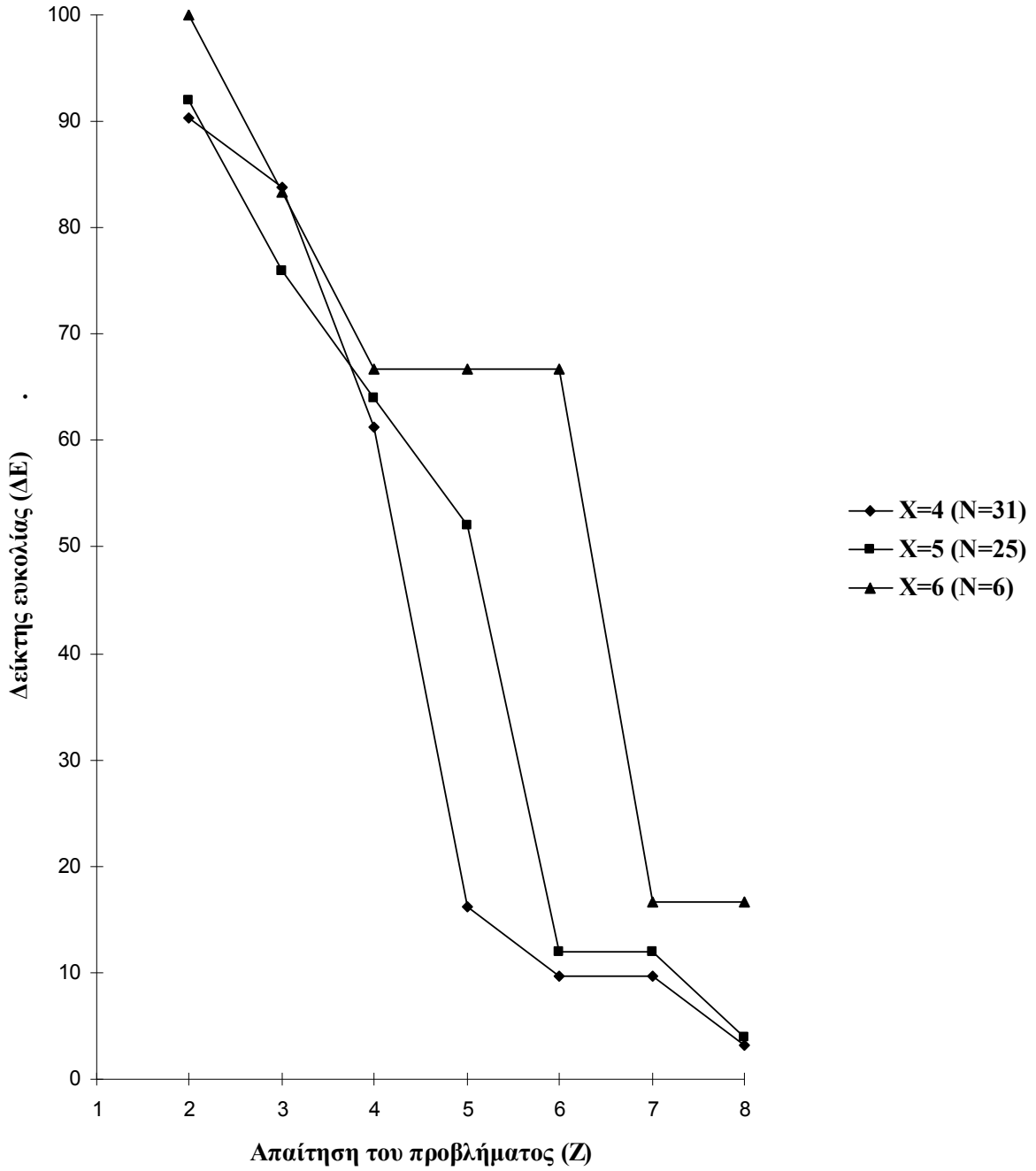
Z	**X = 4, (N = 31)**		**X = 5, (N = 25)**		**X = 6, (N = 6)**		**X = 7, (N = 0)**	
	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ
2	28	90,32	23	92,00	6	100,00		
3	26	83,87	19	76,00	5	83,33		
4	19	**61,29**	16	64,00	4	66,67		
5	5	**16,13**	13	**52,00**	4	66,67		
6	3	9,68	3	**12,00**	4	**66,67**		
7	3	9,68	3	12,00	1	**16,67**		
8	1	3,23	1	4,00	1	16,67		

ΠΟΑ = Πλήθος Ορθών Απαντήσεων, ΔΕ = Δείκτης Ευκολίας

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι δείκτες ευκολίας για κάθε πρόβλημα με απαίτηση Z από 2 έως και 8 για κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 7 για το μέρος του δείγματος. που το αποτελούν οι μαθητές δημοσίων σχολείων χωρίς προηγούμενη εμπειρία (Ν = 62). Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν έναν σχετικά υψηλό δείκτη ευκολίας στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Z = 2, Z = 3 και Z = 4 με τιμές 90,32, 83,87 και 61,29 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 16,13 για προβλήματα με απαίτηση Z = 5 και σε 9,68, 9,68 και 3,23 για προβλήματα με απαίτηση Z = 6, Z = 7 και

Z = 8 αντίστοιχα. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Z των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών X = 4 ο δείκτης ευκολίας πέφτει απότομα από το 61,29 στο 16,13 (γκρίζα κελιά), Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5, X = 6 και X = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Z = 6, Z = 7 και Z = 8. Άρα αρχικά φαίνεται ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων έχει ισχύ το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna,

Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Z) – δείκτη ευκολίας (ΔΕ),



Διάγραμμα 8.31: Μαθητές δημοσίων σχολείων χωρίς προηγούμενη εμπειρία N = 62, Φαίνονται τα ποσοστά επιτυχίας ή αποτυχίας (δείκτης ευκολίας) σε συνάρτηση της απαίτησης του προβλήματος,

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.20

ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΥΚΟΛΙΑΣ (ΔΕ) ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ),
ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΜΕ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ Ν = 36

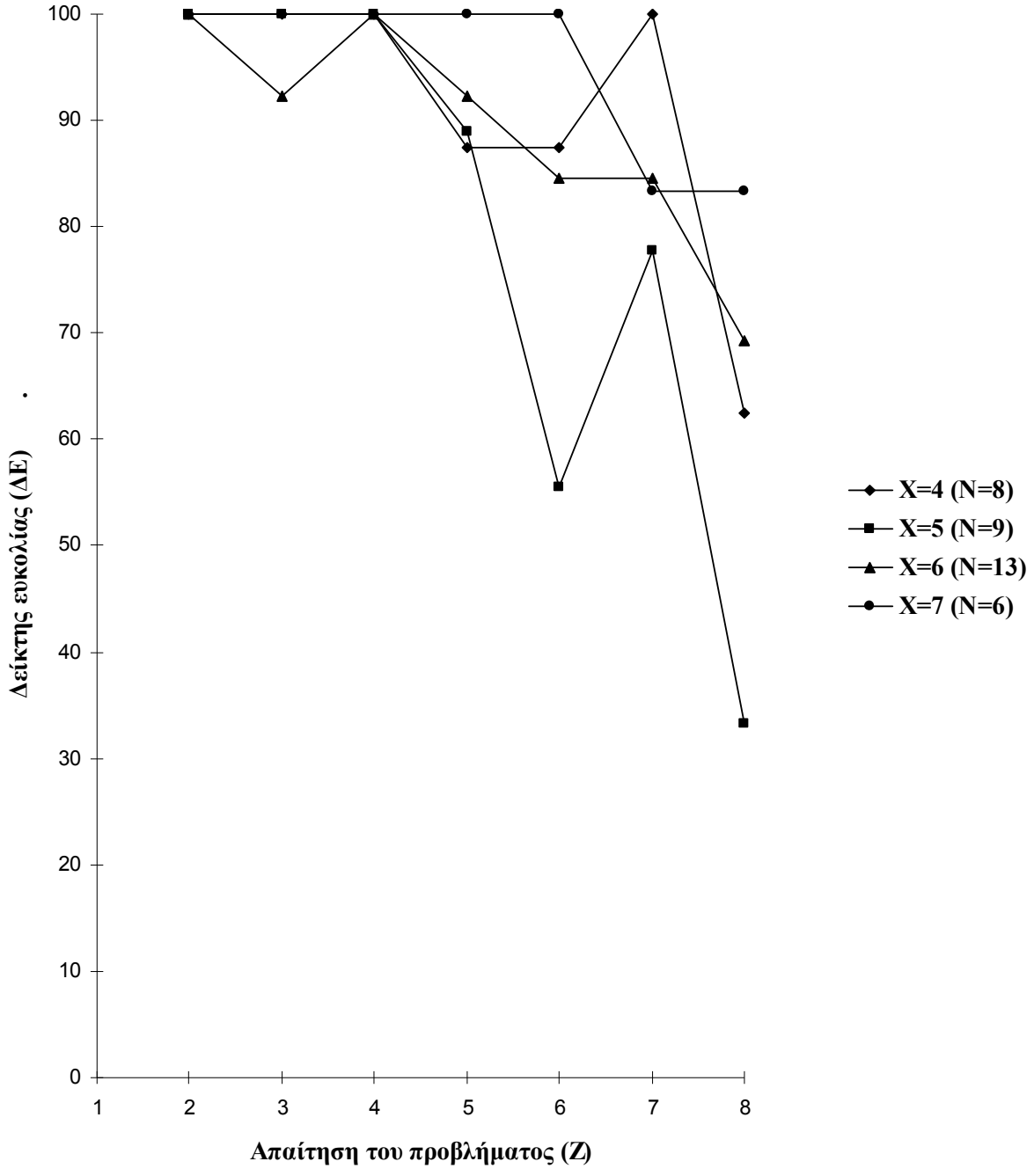
Ζ	**Χ = 4, (Ν = 8)**		**Χ = 5, (Ν = 9)**		**Χ = 6, (Ν = 13)**		**Χ = 7, (Ν = 6)**	
	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ
2	8	100,00	9	100,00	13	100,00	6	100,00
3	8	100,00	9	100,00	12	92,31	6	100,00
4	8	**100,00**	9	100,00	13	100,00	6	100,00
5	7	**87,50**	8	**88,89**	12	92,31	6	100,00
6	7	87,50	5	**55,56**	11	**84,62**	6	100,00
7	8	**100,00**	7	**77,78**	11	**84,62**	5	**83,33**
8	5	62,50	3	33,33	9	69,23	5	**83,33**

ΠΟΑ = Πλήθος Ορθών Απαντήσεων, ΔΕ = Δείκτης Ευκολίας

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι δείκτες ευκολίας για κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 για κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 7 για το μέρος του δείγματος. που το αποτελούν οι μαθητές δημοσίων σχολείων με προηγούμενη εμπειρία (Ν = 36). Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 παρουσιάζουν την μέγιστη δυνατή τιμή του δείκτη ευκολίας με τιμή 100,00, η τιμή αυτή, σε αντίθεση με όλες τις προηγούμενες περιπτώσεις που έχουμε μελετήσει, πέφτει ελάχιστα σε 87,50 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και Ζ = 6, ανεβαίνει πάλι στην τιμή 100,00 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 7 και πέφτει σχετικά λίγο στην τιμή 62,50 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο δείκτης ευκολίας δεν πέφτει απότομα όπως στις προηγούμενες περιπτώσεις (γκρίζα κελιά). Παρόμοια αλλοπρόσαλλα αποτελέσματα έχουμε και από τους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7. Άρα φαίνεται ότι όταν οι μαθητές έχουν προηγούμενος εξασκηθεί στη λύση τέτοιων προβλημάτων οδηγούνται στη χρήση σβολοποίησης με την οποία

μειώνουν την απαίτηση του προβλήματος με αποτέλεσμα να μην επαληθεύεται το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna,

Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Z) – δείκτη ευκολίας (ΔΕ).



Διάγραμμα 8.32: Μαθητές δημοσίων σχολείων με προηγούμενη εμπειρία N = 36, Φαίνονται τα ποσοστά επιτυχίας ή αποτυχίας (δείκτης ευκολίας) σε συνάρτηση της απαίτησης του προβλήματος,

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8.21

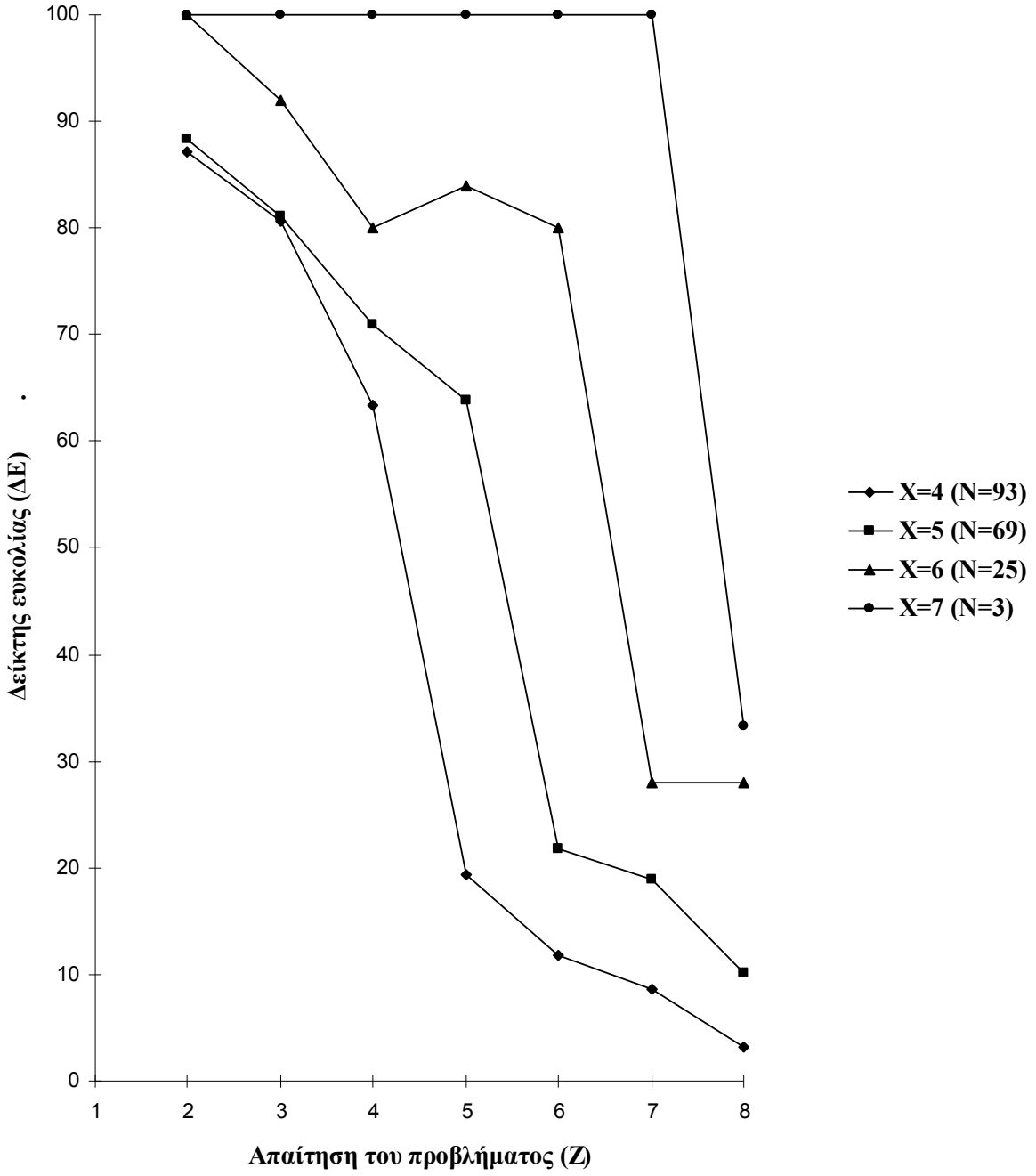
ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΥΚΟΛΙΑΣ (ΔΕ) ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ),
ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΜΑΖΙ ΜΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ
ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ Ν = 190

Ζ	**Χ = 4, (Ν = 93)**		**Χ = 5, (Ν = 69)**		**Χ = 6, (Ν = 25)**		**Χ = 7, (Ν = 3)**	
	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ	ΠΟΑ	ΔΕ
2	81	87,10	61	88,41	25	100,00	3	100,00
3	75	80,65	56	81,16	23	92,00	3	100,00
4	59	**63,44**	49	71,01	20	80,00	3	100,00
5	18	**19,35**	44	**63,77**	21	84,00	3	100,00
6	11	11,83	15	**21,74**	20	**80,00**	3	100,00
7	8	8,60	13	18,84	7	**28,00**	3	**100,00**
8	3	3,23	7	10,14	7	28,00	1	**33,33**

ΠΟΑ = Πλήθος Ορθών Απαντήσεων, ΔΕ = Δείκτης Ευκολίας

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι δείκτες ευκολίας για κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 για κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 7 για το μέρος του δείγματος. που το αποτελούν μαθητές φροντιστηρίων μαζί με μαθητές δημοσίων σχολείων χωρίς προηγούμενη εμπειρία (Ν = 190). Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς και στον πίνακα αυτόν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν έναν σχετικά υψηλό δείκτη ευκολίας στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 με τιμές 87,10, 80,65 και 63,44 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 19,35 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 11,83, 8,60 και 3,23 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8 αντίστοιχα. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο δείκτης ευκολίας πέφτει απότομα από το 63,44 στο 19,35 (γκρίζα κελιά), Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8, Άρα αρχικά φαίνεται ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων έχει ισχύ το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna,

Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Z) – δείκτη ευκολίας (ΔΕ),



Διάγραμμα 8.33: Μαθητές φροντιστηρίων μαζί με μαθητές δημοσίων σχολείων χωρίς προηγούμενη εμπειρία N = 190, Φαίνονται τα ποσοστά επιτυχίας ή αποτυχίας (δείκτης ευκολίας) σε συνάρτηση της απαίτησης του προβλήματος

8.8 ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη αυτή αποδεικνύει πειστικά ότι το προτεινόμενο μοντέλο επίλυσης των προβλημάτων των Johnstone-EI-Banna είναι έγκυρο και έχει ισχύ, με την προϋπόθεση ότι πληρούνται ορισμένες αναγκαίες προϋποθέσεις.

Μια σειρά από τέτοιες προϋποθέσεις είναι και αυτές που προτείνει ο Τσαπαρλής (1995). Αυτές είναι:

1) Τα επιμέρους βήματα που είναι απαραίτητα για την επίλυση ενός προβλήματος πρέπει να είναι διαθέσιμα στη βραχυπρόθεσμη μνήμη. Η απουσία ενός βήματος από τη βραχυπρόθεσμη μνήμη μπλοκάρει την διαδικασία λύσης του προβλήματος.

2) Τα επιμέρους βήματα να μπορούν να ανακληθούν από τη βραχυπρόθεσμη μνήμη. Έχει παρατηρηθεί ότι όλα τα βήματα που χρησιμοποιούνται στην επίλυση ενός προβλήματος δεν είναι ισοδύναμα. Τα δυσκόλως ανακαλούμενα βήματα οδηγούν σε ποικίλες επιδόσεις των μαθητών ακόμα και σε προβλήματα μικρής απαίτησης. Μόνο τα ευκόλως ανακαλούμενα βήματα μπορεί να θεωρηθούν ως ισοδύναμα στη διαστασιακή ανάλυση για τον προσδιορισμό της απαίτησης-Μ. Επίσης η οργάνωση της υπάρχουσας γνώσης παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδοση των μαθητών.

3) Η λογική δομή των προβλημάτων πρέπει να είναι απλή. Εάν υπάρχει πολύπλοκη λογική δομή, το επίπεδο της νοητικής ανάπτυξης παίζει τον σπουδαιότερο ρόλο στην επίδοση (Niaz και Robinson, 1992). Η καλύτερη κατάσταση για την ισχύ του μοντέλου είναι η ύπαρξη μιας λογικής δομής στο πρόβλημα.

4) Πρέπει να απουσιάζει ο «θόρυβος» από το πρόβλημα. Ύπαρξη θορύβου μπορεί να οδηγήσει σε υπερφόρτωση της εργαζόμενης μνήμης.

5) Μεγάλη επίδραση στην επίδοση παίζει η εξάρτηση από το πεδίο. Μαθητές με χαμηλή χωρητικότητα-Μ που είναι ανεξάρτητοι πεδίου παρουσιάζουν καλύτερες επιδόσεις από μαθητές χαμηλής χωρητικότητας που είναι εξαρτημένοι πεδίου.

6) Εξάσκηση σε παρόμοια προβλήματα οδηγεί τους μαθητές στη χρήση της σβολοποίησης με την οποία οι μαθητές μειώνουν την απαίτηση του προβλήματος. Γι' αυτό το παρόν μοντέλο ισχύει για προβλήματα και όχι για ασκήσεις.

Όπως φαίνεται σε όλες τις παραπάνω παρουσιάσεις και στατιστικές μελέτες, εμφανίζεται μια σημαντική πτώση στην απόδοση των μαθητών στην επίλυση προβλημάτων όταν η απαίτηση Z των προβλημάτων υπερβαίνει τη χωρητικότητας της μνήμης εργασίας X των μαθητών. Η παραπάνω παρατήρηση εφαρμόζεται πιο ξεκάθαρα στους μαθητές των φροντιστηρίων και στους μαθητές δημοσίων σχολείων χωρίς προηγούμενη εμπειρία ενώ δεν ισχύει για μαθητές δημοσίων σχολείων με προηγούμενη εμπειρία. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η παραπάνω προϋπόθεση 6 είναι ίσως η πιο σημαντική και αν δεν υφίσταται δεν ισχύει το παραπάνω μοντέλο.

Η επιβεβαίωση του προτεινόμενου μοντέλου των Johnstone-EI-Banna μέσα από τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης επιβεβαίωσε ότι πρέπει να πληρούνται οι περισσότερες από τις υπόλοιπες παραπάνω προϋποθέσεις όπως η 2, η 3 και η 4. Η επιβεβαίωση εξάγεται από το γεγονός ότι τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη μελέτη αυτή, μαζί με τις συνεισφορές από άλλες μελέτες (Niaz, 1995a, 1995β: Τσαπαρλής, Κουσαθανά, & Niaz, I 998), δείχνουν ότι η επίλυση προβλημάτων είναι μια αρκετά περίπλοκη διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει περισσότερες από μία γνωστικές μεταβλητές, Τα ερμηνευτικά μοντέλα, με βάση τις γνωστικές μεταβλητές, μπορούν να παρέχουν μια αυστηρή και ποσοτική βάση για τη μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν γενικά τη δομή και τη λύση των προβλημάτων. Τα παραπάνω σε συνδυασμό ότι στη λύση παίζουν ρόλο και κάποιες συναισθηματικές μεταβλητές παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση στον τομέα της επίλυσης προβλημάτων.

Καθοδηγούμενη από τα ευρήματα της έρευνας, είμαστε σε θέση να κατασκευάσουμε μια σειρά από προβλήματα σε κάποιο θέμα επιστήμης με το ίδιο σκεπτικό (ίδια λογική δομή) και διαφορετικά απαίτηση Z. Μπορούμε να διευκολύνουμε, στη συνέχεια, την επιτυχία των μαθητών με προβλήματα της πρώτης εισαγωγής των χαμηλών απαίτηση Z, και αφήνοντας τα προβλήματα της υψηλής απαίτηση Z για χρήση μετέπειτα στην πορεία, όταν οι μαθητές έχουν αποκτήσει εμπειρία και κίνητρα. Είναι σαφές ότι η επιλογή των προβλημάτων για αρχάριους πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης με επιτυχία. Μόνο όταν έχουν κατανοηθεί οι στρατηγικές, επιτρέπεται να αυξηθεί η πολυπλοκότητα έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να κατανοούν την αξία της απαίτησης Z καθώς και το πλαίσιο των δυνατοτήτων της χωρητικότητας της μνήμης εργασία τους X. Με τον τρόπο αυτό, η εμπιστοσύνη μπορεί να διατηρηθεί, ενώ αυξάνεται

η πολυπλοκότητα, με αποτέλεσμα οι αρχάριοι να αποκτούν σιγά σιγα εμπειρία. Για να γίνει η μετάβαση αυτή των μαθητών αποτελεσματική και ικανοποιητική, οι εκπαιδευτικοί δεν πρέπει να εγκαταλείψουν τις στρατηγικές στην τύχη τους, αλλά πρέπει να τις τονίζουν συνειδητά σε όλη τη διδασκαλία τους. Τέλος, υψίστης σημασίας είναι η ενσωμάτωση στη διδασκαλία των μεθόδων οι οποίες επιταχύνουν την ανάπτυξη και τη βελτίωση των γενικών νοητικών ικανοτήτων, όπως το αναπτυξιακό επίπεδο, επεξεργασίας πληροφοριών, και την ανεξαρτησία πεδίου. Ένα παράδειγμα είναι η υπόθεση (γνωστικής επιτάχυνσης μέσω της εκπαίδευσης στις θετικές επιστήμες) (Adey & Shayer, 1994). Επιπλέον, ο σχεδιασμός των στρατηγικών διδασκαλίας που μπορούν να διευκολύνουν την εννοιολογική κατανόηση (πέρα από την αλγοριθμική στρατηγικές), καθώς και η χρήση μιας ποικιλίας των προβλημάτων της μεταβλητής λογικής δομής και η ζήτηση για την επεξεργασία πληροφοριών, και ιδίως την εκτεταμένη χρήση των νέων προβλημάτων, μπορεί να αποτελέσει μέσο για την ανάπτυξη των διαφόρων γνωστικών ικανοτήτων, καθώς και για την πραγματοποίηση της μετάβασης από τις χαμηλότερες σε υψηλότερες γνωστικές δεξιότητες (Zoller & Τσαπαρλής, Ι997).

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 9ο

ΒΑΘΜΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ

9.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εκτός από την μελέτη για τον βαθμό που έχει ισχύ το προτεινόμενο μοντέλο των Johnstone - El-Banna, που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, στην έρευνα αυτή μελετήσαμε επιπλέον τη σχέση που έχουν και το βαθμό που επηρεάζουν τη διδασκαλία των θετικών επιστημών δύο άλλες ψυχομετρικές παράμετροι.

Ειδικότερα μελετήσαμε την επίδραση που έχουν στην λύση προβλημάτων οργανικής σύνθεσης ο βαθμός ανεξαρτησίας πεδίου και το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης των μαθητών.

Μετρήσαμε το βαθμός ανεξαρτησίας πεδίου μιας ομάδας μαθητών από αυτούς που στην συνέχεια έλυσαν προβλήματα οργανικής σύνθεσης με διαφορετική απαίτηση-Z. Χωρίσαμε τους μαθητές αυτούς σε τρεις ομάδες ανάλογα την ανεξαρτησία τους ή όχι από το πεδίο και συγκρίναμε στατιστικά την επίδοσή τους στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Η ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο των μαθητών μετρήθηκε με το τεστ που ονομάζεται «τεστ του Witkin των ενσωματωμένων σχημάτων» (Witkin's Group Embedded Figures' Test - GEFT) και περιγράφεται λεπτομερώς στο τρίτο κεφάλαιο.

Επίσης κατατάξαμε μια ομάδα μαθητών από αυτούς που στην συνέχεια έλυσαν προβλήματα οργανικής σύνθεσης με διαφορετική απαίτηση-Z σε επίπεδα νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. Συγκρίναμε στατιστικά την επίδοσή στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης κάθε ομάδας με διαφορετικό επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. Το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης των μαθητών μετρήθηκε με το τεστ που ονομάζεται «τεστ του Lawson για τη νοητική ανάπτυξη» (Lawson' s test of logical reasonig- LT) και περιγράφεται λεπτομερώς στο τρίτο κεφάλαιο.

9.1 Ο ΒΑΘΜΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ ΠΕΔΙΟΥ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Όπως εκτεταμένα αναφέρεται στο τρίτο κεφάλαιο ο Witkin και άλλοι (1974) και ο Goodenough και άλλοι (1961) διακρίνουν τα υποκείμενα σε *εξαρτώμενα* και *ανεξάρτητα από το πεδίο*. Τα υποκείμενα που δεν κατορθώνουν να ξεπεράσουν την επιρροή του περιβάλλοντος πεδίου και δεν μπορούν να ξεχωρίσουν ένα στοιχείο από ένα σύνολο έχουν αντίληψη που καλείται εξαρτημένη από το πεδίο. Από την άλλη πλευρά, τα υποκείμενα που μπορούν να κάνουν τον παραπάνω διαχωρισμό έχουν αντίληψη που καλείται *ανεξάρτητη πεδίου*. Πρέπει να σημειώσουμε ότι δεν υπάρχει σαφής διαχωρισμός ανάμεσα στους εξαρτώμενους και ανεξάρτητους πεδίου, μιας και η συμπεριφορά του πληθυσμού αντανακλά μια συνεχή διαβάθμιση περισσότερο, παρά μια ένταξη σε δύο ξεχωριστές ομάδες.

Οι Witkin ,Dyk ,Goodenough και Karp (1976) θεωρούν ότι η εξάρτηση-ανεξαρτησία από το πεδίο σχετίζεται με την ικανότητα του υποκειμένου να υπερνικά την επίδραση των στοιχείων που τείνουν να του αποσπούν την προσοχή και έτσι ξεχωρίζει ένα περιεχόμενο που είναι ενσωματωμένο (embedded) μέσα σε κάποιο πολύπλοκο σύνολο. Έτσι θεωρεί ανεξάρτητο πεδίου το υποκείμενο που έχει την ικανότητα να σπάει ένα οργανωμένο πεδίο και να διαχωρίζει αυτόματα ένα θέμα στα περιεχόμενα του, Αντίθετα οι εξαρτημένοι πεδίου δεν έχουν επαρκώς αυτή την ικανότητα και έτσι δέχονται την κυριαρχία του πεδίου ή του περιεχομένου.

Ο Pascual-Leone (1969) δηλώνει ότι η εξάρτηση από το πεδίο μειώνεται με την ανάπτυξη των υποκειμένων (μέχρι την ηλικία των 16 χρόνων). Ο Case επιβεβαιώνει ότι η μετρούμενη μείωση της εξάρτησης από το πεδίο είναι αποτέλεσμα μιας λειτουργίας αναπτυξιακών αλλαγών στο χώρο-Μ και της εννοιολογικής γνώσης ή διαδικασίας που συντονίζεται σ' αυτό το χώρο-Μ. Επιπροσθέτως ο Case υποστηρίζει τα ευρήματα του Witkin , ενώ προτείνει την υποστήριξη των εξαρτημένων από το πεδίο υποκειμένων, υπολογίζοντας τον χώρο-Μ που χρησιμοποιούν και διδάσκοντάς τους στρατηγικές που θα έχουν στόχο να μειώσουν τα λάθη τους . Τα ευρήματα των Case και Globerson (1974) υποστηρίζουν αυτή την άποψη

Ο El-Banna (1987) δέχεται ότι οι εξαρτημένοι από το πεδίο μαθητές δεν είναι ικανοί να κάνουν διαχωρισμό ανάμεσα στις σχετικές και άσχετες πληροφορίες, καθώς ο περιορισμένος χώρος συγκράτησης σκέψης (holding - thinking space)

διαιρείται ανάμεσα στο «σήμα» και στο «θόρυβο». Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι οι εξαρτημένοι πεδίου μαθητές χάνουν την ικανότητα λύσης προβλημάτων, ιδιαίτερα σε μια πολύπλοκη κατάσταση.

9.l.l Το τεστ του Witkin των ενσωματωμένων σχημάτων (Witkin' s Group Embedded Figures' Test - GEFT)

Η ικανότητα των μαθητών να διαχωρίζουν μια σχετική πληροφορία από ένα άσχετο περιβάλλον μετρήθηκε με αυτό το τεστ. Το τεστ σχεδιάστηκε από τον Witkin (1971) και χρησιμοποιήθηκε σε πολλές μελέτες. Το τεστ αποτελείται από 18 εφαρμογές και πραγματοποιείται με περιορισμό χρόνου (20 λεπτά). Οι μαθητές έπρεπε να εντοπίσουν ένα απλό σχήμα που ήταν ενσωματωμένο σε ένα πολύπλοκο σχήμα. Το απλό σχήμα δίνεται και πρέπει να βρεθεί με το ίδιο μέγεθος και με τον ίδιο προσανατολισμό. Το τεστ παρουσιάζεται αναλυτικά στο τρίτο κεφάλαιο.

9.2 ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Αναφερθήκαμε προηγουμένως στις δυνατότητες και στους περιορισμούς των σταδίων της νοητικής ανάπτυξης . Πολλοί μελετητές προσπάθησαν να ερευνήσουν τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στο επίπεδο της νοητικής ανάπτυξης ενός μαθητή (που μετριέται με διάφορα τυποποιημένα τεστ βασισμένα στα προβλήματα του Piaget) και στην απόδοσή τους στη Χημεία , στη Φυσική και στη Βιολογία.

Ο Beard (1969) πρότεινε ότι οι μέθοδοι διδασκαλίας για τα δύο πρώτα έτη γυμνασίου θα πρέπει να γίνονται σε συγκεκριμένο επίπεδο για να ταιριάζουν με το νοητικό στάδιο των μαθητών, αφού η τυπική συλλογιστική δεν έχει αναπτυχθεί στην ηλικία 13-14 ετών.

Εξάλλου ο Phillips (1971) αναφέρει ότι η ανάπτυξη των προγραμμάτων των φυσικών επιστημών επηρεάστηκε από τη θεωρία του Piaget, όμως τα αποτελέσματα δεν είναι ικανοποιητικά αφού τα στάδια που καθόρισε ο Piaget είναι ευρέα και δεν μπορεί να ειπωθεί με ακρίβεια ότι η σκέψη ενός παιδιού στα 8 χρόνια είναι προλειτουργική ή συγκεκριμένη.

Οι Mc Kinnon και Renner (1971) ανακάλυψαν ότι όλοι οι φοιτητές πανεπιστημίου δεν έχουν ολοκληρώσει την νοητική τους ανάπτυξη. Συγκεκριμένα,

έδειξαν ότι το 50 % των εισαγόμενων φοιτητών λειτουργούν σε συγκεκριμένο επίπεδο συλλογιστικής και το 25% δεν έχουν ολοκληρωτικά αναπτύξει την τυπική συλλογιστική.

Οι Sayre και Ball (1973) αργότερα τονίζουν την αναγκαιότητα της καλής γνώσης των παραπάνω θεωριών από τους καθηγητές, προκειμένου να ανταποκριθούν στα καθήκοντά τους .

Οι Sayre και Ball (1975) ερεύνησαν τις σχέσεις ανάμεσα στις σχολικές βαθμίδες στις φυσικές επιστήμες σε μικρότερους και μεγαλύτερους μαθητές λυκείου και την ικανότητα τους να λύνουν προβλήματα που απαιτούν τυπική συλλογιστική. Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι μαθητές που ήταν στο τυπικό επίπεδο συλλογιστικής έπαιρναν σημαντικά μεγαλύτερους βαθμούς ανεξάρτητα της ηλικίας τους.

Ο Herron (1975) αναφέρει ότι υπάρχει μια συσχέτιση 0,8 ανάμεσα στις επιδόσεις των σπουδαστών σε ένα τεστ νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget και στους συνολικούς βαθμούς που πήραν στο τμήμα Χημείας που επέβλεπε. Χρησιμοποιώντας ένα άλλο δείγμα πρωτοετών σπουδαστών, επανέλαβε την έρευνα με το ίδιο τέστ κατά Piaget, το οποίο συσχέτισε με τις επιδόσεις τους στις κατατακτήριες εξετάσεις Χημείας. Η συσχέτιση αυτή τη φορά ήταν 0,7.

Οι Lawson και Renner (1975), σε σχετική έρευνα, άσκησαν μαθητές τους οποίους προηγουμένως είχαν κατατάξει σύμφωνα με τη θεωρία του Piaget σε συγκεκριμένους - μεταβατικούς - τυπικούς, σε έννοιες που είχαν ταξινομηθεί σε συγκεκριμένες και τυπικές . Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η κατανόηση τυπικών εννοιών δεν μπορεί να επιτευχθεί εφόσον οι μαθητές δεν φτάσουν στο επίπεδο των τυπικών συλλογισμών κατά Piaget.

Ο Martin (1978) πραγματοποίησε ένα ανάλογο τεστ στην αρχή της σχολικής χρονιάς και ανακάλυψε ότι μαθητές λυκείου που απαντούν στις ερωτήσεις που απαιτούν τυπική συλλογιστική αποδίδουν καλύτερα στις εξετάσεις.

Οι Pascual - Leone, Brown και Desforges (1979) συμφώνησαν ότι η θεωρία του Piaget είναι ένα μοντέλο ικανότητας από τη στιγμή που ορίζει τις ιδανικές συμπεριφορές για κάθε στάδιο και δεν προσφέρει εξήγηση για το πώς επιλέγονται οι πνευματικές λειτουργίες, πώς οργανώνονται ή διαδέχονται η μια την άλλη .

Αργότερα οι Shayer και Adey (1981) κατέταξαν τις έννοιες των φυσικών επιστημών σε στάδια κατά Piaget και δημιούργησαν ένα μοντέλο εφαρμογής της θεωρίας του Piaget στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

Στο δείγμα του Shayer (1981) αναφέρεται ότι στην ηλικία των 14 ετών ένα 20% των μαθητών δρα με τυπική συλλογιστική ενώ το 75% δρα σε συγκεκριμένο επίπεδο συλλογιστικής. Παρά το γεγονός ότι μερικές μελέτες επιβεβαιώνουν την ύπαρξη των σταδίων του Piaget, υπάρχουν διαφωνίες ως προς την ηλικία όπου αυτά ολοκληρώνονται. Ακολουθώντας διαφορετική πορεία ο Kempa (1982) αναφέρει ότι η θεωρία του Piaget είναι περιγραφική. Πιστεύει ότι περιγράφει την ικανότητα του παιδιού να σκέφτεται και καθορίζει την πιθανή συμπεριφορά του σε κάθε ηλικιακό σύνολο.

Ο Rowell (1984) αργότερα βασιζόμενος στα ευρήματα του Piaget και των άλλων ερευνητών προτείνει :

1. Την αναγνώριση του σταδίου κατά Piaget στο οποίο βρίσκεται ένα άτομο μέσω ενός τεστ και τη χρησιμοποίηση των αποτελεσμάτων ως προβλεπτικού δείκτη της συλλογιστικής του ατόμου σε ένα μεγάλο εύρος θεμάτων των Φυσικών Επιστημών.

2. Τα θέματα της Φυσικής και της Χημείας πρέπει να καταταγούν σε διάφορα στάδια νοητικής ανάπτυξης.

3. Η νοηματική μάθηση (meaningful learning) μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο όταν είναι διαθέσιμες οι κατάλληλες νοητικές δομές από το μαθητή.

Ο Ginsburg (1985) αντίθετα τονίζει ότι η προσπάθεια εφαρμογής των παραπάνω θεωριών στην εκπαίδευση οδηγεί σε λάθος εφαρμογή της θεωρίας των σταδίων του Piaget. Συγκεκριμένα αναφέρει: «Μια πιο χρήσιμη προσέγγιση είναι η τροποποίηση των μαθημάτων που γίνονται λαμβάνοντας υπόψη τα στάδια του Piaget, χωρίς ωστόσο να δίνουμε σ' αυτά υπερβολική έμφαση».

9.2.l Το τεστ Lawson για τη νοητική ανάπτυξη κατά Piaget. (Lawson' s test of logical reasonig)

Για τη διάκρισή των μαθητών σε στάδια νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget χρησιμοποιήθηκε ένα διαγνωστικής σκοπιμότητας ψυχολογικό τεστ κατάλληλο για ταχύτερη και ομαδική χρήση [Howe & Durr 1982]. Πρόκειται για μια γραπτή δοκιμασία (paper and pen test) με σχεδιασμένες τις πειραματικές διατάξεις, παραλλαγή του «Classroom Test of Formal Reasoning», που επινοήθηκε από τον Anton E. Lawson [Lawson 1978]. Στο «Classroom Test of Formal Reasoning», οι πειραματικές διατάξεις

είναι πραγματικές και οι μαθητές οφείλουν να επιλέξουν από λίστα την ορθή απάντηση και να τη δικαιολογήσουν ενώ στο τεστ της γραπτής παραλλαγής τα πειράματα περιγράφονται με τη βοήθεια σκίτσων.

Οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν και τεκμηριώσουν, όπως ο καθένας πίστευε καλύτερα, τις απαντήσεις τους σε 15 ερωτήματα. Τονίστηκε ιδιαίτερα ότι για τον εξεταστή δεν έπαιζε ρόλο η σωστή μονολεκτική απάντηση, αλλά η πορεία της ιδιαίτερης σκέψης του καθενός.

Τα ερωτήματα εξετάζουν

α) διατήρηση μάζας

β) διατήρηση όγκου,

γ) αναλογική συλλογιστική

δ) εξάρτηση κίνησης από δυο παράγοντες (έλεγχος μεταβλητών),

ε) συνδυαστική ικανότητα,

στ)διατάξεις,

ζ) πιθανότητες.

Από την αξιολόγηση του τεστ προέκυπτε αριθμητική βαθμολογία. Ερώτηση που απαντήθηκε και δικαιολογήθηκε άψογα έπαιρνε πέντε μονάδες, η σωστή απάντηση με ασθενή ή ελλιπή δικαιολόγηση τρεις μονάδες, σωστή απάντηση χωρίς δικαιολόγηση μια μονάδα, η λάθος απάντηση, όπως και η έλλειψη απάντησης, μηδέν μονάδες. Το τεστ παρουσιάζεται αναλυτικά στο τρίτο κεφάλαιο

9.3 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ

Στο τελευταίο αυτό μέρος της εργασίας αυτής μελετήσαμε την επίδραση που έχουν στην λύση προβλημάτων οργανικής σύνθεσης ο βαθμός ανεξαρτησίας πεδίου και το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης των μαθητών.

Όπως αναφέρεται στο προηγούμενο κεφάλαιο για να μελετήσουμε τον βαθμό που έχει ισχύ το προτεινόμενο μοντέλο των Johnstone - El-Banna, οι μαθητές του δείγματος διαγωνίστηκαν σε προβλήματα που αποκαλούνται «οργανικής σύνθεσης». Από τα προβλήματα αυτά καταγράψαμε το μέσο όρο της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8. Δηλαδή για κάθε μαθητή καταγράψαμε τη βαθμολογία που

πήρε την πρώτη φορά που αντιμετώπισε πρόβλημα με απαίτηση 2, με απαίτηση 3, 4, 5, 6, 7 και 8 και την αποδίδουμε με τον όρο «βαθμολογία στα επτά πρώτα προβλήματα».

Η βαθμολόγηση της λύσης κάθε προβλήματος έγινε ως εξής:

Όταν η λύση ήταν τελείως σωστή έπαιρνε 2 μονάδες. Όταν ξεκινούσε σωστά, έγραφε περισσότερες από τις μισές αντιδράσεις σωστά αλλά δεν ολοκλήρωνε την λύση έπαιρνε 1 μονάδα. Σε κάθε άλλη περίπτωση δεν έπαιρνε καμία μονάδα. Με τον τρόπο αυτό κάθε μαθητής έχει μια βαθμολογία στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης.

Με βάση την παραπάνω βαθμολογία έγιναν διάφορες στατιστικές επεξεργασίες οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω.

Στη συνέχεια κατατάξαμε τους μαθητές σε ομάδες ανάλογα την ανεξαρτησία τους ή όχι από το πεδίο και συγκρίναμε στατιστικά το μέσο όρο της επίδοσης που έχει πετύχει κάθε ομάδα στα επτά πρώτα προβλήματα οργανικής σύνθεσης ανάλογα την ανεξαρτησία της ή όχι από το πεδίο. Η ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο των μαθητών μετρήθηκε με το τεστ του Witkin των «ενσωματωμένων σχημάτων» που περιγράφεται λεπτομερώς στο τρίτο κεφάλαιο.

Επίσης κατατάξαμε μια ομάδα μαθητών από αυτούς που στην συνέχεια έλυσαν προβλήματα οργανικής σύνθεσης με διαφορετική απαίτηση-Z σε επίπεδα νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. Συγκρίναμε στατιστικά την επίδοσή στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης κάθε ομάδας με διαφορετικό επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. Το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης των μαθητών μετρήθηκε με το τεστ που ονομάζεται «τεστ του Lawson για τη νοητική ανάπτυξη» (Lawson' s test of logical reasonig- LT) και περιγράφεται λεπτομερώς στο τρίτο κεφάλαιο.

9.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

9.4.1 Το ερώτημα και η υπόθεση

Με την μελέτη αυτή θέλουμε να ελέγξουμε σε ποιο βαθμό η ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο των μαθητών και το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης αυτών επιδρά στη λύση προβλημάτων οργανικής σύνθεσης.

Τα ερωτήματα στα οποία πρέπει να δώσουμε απάντηση είναι:

Όσο μεγαλώνει η ανεξαρτησία από το πεδίο και το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης των μαθητών μεγαλώνει αντίστοιχα και ο μέσος όρος της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές

στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης; Επίσης οι μαθητές με μεγαλύτερη ανεξαρτησία από το πεδίο και μεγαλύτερο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης ακολουθούν πιο πιστά ή όχι το προτεινόμενο μοντέλο των Johnstone - El-Banna; Να θυμηθούμε ότι το μοντέλο αυτό λέει ότι όταν η απαίτηση Z του προβλήματος είναι μικρότερη ή ίση με την χωρητικότητας της μνήμης εργασίας X των μαθητών αυτοί λύνουν τα προβλήματα αυτά ενώ όταν η απαίτηση Z του προβλήματος είναι μεγαλύτερη από την χωρητικότητας της μνήμης εργασίας X των μαθητών αυτοί μπλοκάρουν και δεν λύνουν τα προβλήματα αυτά.

Για να δώσουμε απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα θα εξετάσουμε κατά πόσο ισχύουν οι τρεις παρακάτω υποθέσεις:

1. Οι μαθητές οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι πεδίου έχουν πετύχει μεγαλύτερη βαθμολογία στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης από τους ενδιάμεσους και αυτοί από τους εξαρτώμενους από το πεδίο. Συμβαίνει αντίστοιχα το ίδιο και για τους τυπικούς τους μεταβατικούς και τους συγκεκριμένους. Δηλαδή οι τυπικοί έχουν πετύχει μεγαλύτερη βαθμολογία στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης από τους μεταβατικούς και αυτοί από τους συγκεκριμένους

2. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι πεδίου και με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας X, λύνουν προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ ενώ αποτυγχάνουν να λύνουν προβλήματα με απαίτηση $Z > X$. Το ίδιο συμβαίνει και με τους μαθητές οι οποίοι είναι ενδιάμεσοι ενώ δεν συμβαίνει με τους εξαρτώμενους από το πεδίο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών οι οποίοι είναι τυπικοί και με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας X, λύνουν προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ ενώ αποτυγχάνουν να λύνουν προβλήματα με απαίτηση $Z > X$. Το ίδιο συμβαίνει και με τους μαθητές οι οποίοι είναι μεταβατικοί ενώ δεν συμβαίνει με τους συγκεκριμένους.

3. Κάθε ομάδα μαθητών ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο και με την ίδια χωρητικότητα της μνήμης εργασίας X, θα έχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα που θα φέρει αν προσπαθήσει να λύσει προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ και προβλήματα με απαίτηση $Z > X$. Αντίστοιχα κάθε ομάδα μαθητών ανάλογα το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget και με την ίδια χωρητικότητα της μνήμης εργασίας X, θα έχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα που θα φέρει αν προσπαθήσει να λύσει προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ και προβλήματα με απαίτηση $Z > X$.

9.4.2 Ο σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός της έρευνας στο μέρος αυτό έχει λάβει υπόψη της τους περιορισμούς και τις ιδιαιτερότητες οι οποίες αναφέρονται αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Όμως για το τελευταίο αυτό μέρος της έρευνας έπρεπε οι μαθητές να υποβληθούν στο τεστ του Witkin των «ενσωματωμένων σχημάτων» (Witkin' s Group Embedded Figures' Test - GEFT) και το τεστ που ονομάζεται «τεστ του Lawson για τη νοητική ανάπτυξη» (Lawson' s test of logical reasonig- LT). Το πρώτο απαιτεί πέντε με επτά λεπτά για να εξηγηθεί στους μαθητές τι πρέπει να κάνουν, είκοσι λεπτά για τη διεξαγωγή του και τρία λεπτά για να μαζευτούν τα τεστ άρα συνολικά τριάντα λεπτά. Το δεύτερο απαιτεί τα τρία τέταρτα της ώρας δηλαδή όσο διαρκεί μια διδακτική ώρα. Από τους παραπάνω χρόνους γίνεται αντιληπτό ότι δεν ήταν πάντα εφικτό να διεξαχθούν τα δύο παραπάνω τεστ. Αποτέλεσμα αυτού ήταν αριθμός των μαθητών που υποβλήθηκαν και στα τεστ αυτά να είναι μικρότερος από το σύνολο των μαθητών του συνολικού δείγματος. Όπως είναι φανερό τη μεγαλύτερη δυσκολία την συναντήσαμε στα φροντιστήρια με αποτέλεσμα στο «τεστ του Lawson για τη νοητική ανάπτυξη» να μην υποβληθεί κανείς μαθητής φροντιστηρίου και έτσι να μην υπάρξει δείγμα μαθητών οι οποίοι με σιγουριά να μην έχει προηγούμενη εμπειρία σε προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Όσον αφορά το τεστ του Witkin υπήρξε αρκετά μεγάλη επιτυχία με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών των δημοσίων σχολείων αλλά και των φροντιστηρίων να υποβληθούν στο τεστ αυτό και να αποτελούν ένα πολύ καλό δείγμα από το οποίο μπορούν να προκύψουν αξιόπιστα συμπεράσματα.

9.4.3 Το δείγμα

Το πειραματικό μέρος της μελέτης αυτής διεξήχθη στα δημόσια σχολεία τις σχολικές χρονιές 1991-92, 1992-93 και 1993-94, ενώ στα φροντιστήρια τις σχολικές χρονιές 1993-94 και 1994-95. Σε. αυτήν μετείχαν μαθητές τριών δημοσίων σχολείων και τριών φροντιστηρίων.

Τα δημόσια σχολεία ήταν το Πειραματικό Λύκειο της Ιωνιδείου Σχολής στον Πειραιά, το Πειραματικό Λύκειο της Ευαγγελικής Σχολής Σμύρνης στη Ν. Σμύρνη και το 2^{ο} Λύκειο Σαλαμίνας στη Σαλαμίνα. Τα δύο πειραματικό λύκεια παίρνουν μαθητές χωρίς περιορισμό στον τόπο διαμονής τους με κλήρωση Έτσι έχουν μαθητές από μια μεγάλη αστική περιοχή του Νομού Αττικής που περιλαμβάνει όλες τις οικονομικές τάξεις. Το λύκειο της Σαλαμίνας έχει μαθητές από το νησί αυτό που είναι αστική περιοχή λίγο απομακρυσμένη

από το μεγάλα αστικό κέντρα της Αθήνας και του Πειραιά. από την σύνθεση των μαθητών των σχολείων που έγινε η έρευνα φαίνεται ότι το δείγμα των δημοσίων σχολείων είναι ένα τυχαίο δείγμα από αστική περιοχή.

Τα φροντιστήρια τώρα που διεξήχθη η έρευνα ήταν το «Μεθοδικό». στο κέντρο της Αθήνας, το «Πρίσμα». στο κέντρο του Πειραιά και το «Θεμέλιο» στην Άρτα. Τα φροντιστήρια στο κέντρο Αθήνας και Πειραιά δέχονται μαθητές από όλο σχεδόν τον Νομό Αττικής. Το «Θεμέλιο». έχει μαθητές από. την πόλη της Άρτας που είναι ένα αστικό επαρχιακό κέντρο. Όπως φαίνεται από. τα παραπάνω και το δείγμα των φροντιστηρίων είναι ένα τυχαίο δείγμα από αστική περιοχή.

Από την σύνθεση των μαθητών που αποτελούν το δείγμα της έρευνας γίνεται φανερό ότι τα συμπεράσματα που θα βγουν από. την έρευνα αυτή θα αφορούν μόνο αστικές περιοχές.

Ο αριθμός των μαθητών που πήραν μέρος και στα δύο τεστ και άρα αποτελούν το σύνολο του δείγματος στο κομμάτι αυτό της έρευνας ήταν N = 285. Από αυτούς οι N = 191 αποτελούν το δείγμα των δημοσίων σχολείων και οι N = 94 το δείγμα των φροντιστηρίων. Οι μαθητές οι οποίοι υπεβλήθησαν στο «τεστ του Lawson για τη νοητική ανάπτυξη» ήταν N = 163 και ήταν όλοι μαθητές δημοσίων σχολείων. Όλοι οι μαθητές δημοσίων σχολείων και φροντιστηρίων ήταν Γ΄ τάξεως Λυκείου, (17–18 ετών) υποψήφιοι φοιτητές Α΄ δέσμης (Πολυτεχνείο, Θετικές Επιστήμες, Γεωπονία) και Β΄ δέσμης (Ιατρική, Φαρμακευτική).

9.4.4 Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα το βαθμό ανεξαρτησίας από το πεδίο.

Όπως αναφέρεται στο τρίτο κεφάλαιο οι 285 μαθητές που απαρτίζουν το δείγμα ανάλογα με τη βαθμολογία που συγκέντρωσαν ταξινομήθηκαν σε ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από τους μαθητές που συγκέντρωσαν στο τεστ του Witkin βαθμολογία από 0 ως 6 μονάδες. Αυτοί συγκροτούν την ομάδα των μαθητών που εξαρτώνται από το πεδίο, είναι στο πλήθος 44 και αποτελούν το 15,44%. Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από τους μαθητές που συγκέντρωσαν στο τεστ του Witkin βαθμολογία από 7 ως 12 μονάδες. Αυτοί συγκροτούν την ομάδα των μαθητών που θεωρούνται ενδιάμεσοι, είναι στο πλήθος 168, αποτελούν την πιο πολυπληθή ομάδα και είναι σε ποσοστό το 58,95%. Τέλος η τρίτη ομάδα αποτελείται από τους μαθητές που συγκέντρωσαν στο τεστ του Witkin βαθμολογία από 13 ως 18 μονάδες. Αυτοί συγκροτούν την

ομάδα των μαθητών που είναι ανεξάρτητοι από το πεδίο, είναι στο πλήθος 73 και αποτελούν το 25,61%.

Η παραπάνω κατανομή των μαθητών σε ομάδες ανάλογα το βαθμό εξάρτησης από το πεδίο φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 9.0α.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.0α

Ομάδες μαθητών	Πλήθος	Ποσοστό
Εξαρτώμενοι πεδίου	**44**	**15,44**
Ενδιάμεσοι	**168**	**58,95**
Ανεξάρτητοι πεδίου	**73**	**25,61**
Σύνολο	**285**	**100,00**

9.4.5 Κατάταξη των μαθητών του δείγματος σε ομάδες ανάλογα τη νοητική ανάπτυξη κατά Piaget.

Όπως αναφέρεται στο τρίτο κεφάλαιο οι μαθητές ανάλογα με τη βαθμολογία που συγκέντρωσαν ταξινομήθηκαν σε τέσσερεις ομάδες. **Συγκεκριμένοι** όσοι συγκέντρωσαν στο τεστ του Lawson από 0 ως 25 μονάδες, **μεταβατικοί** όσοι συγκέντρωσαν από 26 ως 50 μονάδες, **τυπικοί 3Α** όσοι συγκέντρωσαν από 51 ως 63 μονάδες και τέλος **τυπικοί 3Β** όσοι συγκέντρωσαν από 64 ως 75 μονάδες

Στο διαγνωστικό, ως προς τη νοητική ανάπτυξη κατά Piaget, τεστ υποβλήθηκαν χωρίς να προηγηθεί προειδοποίηση 223 μαθητές Γ΄ Λυκείου που αποτελούν μέρος του συνολικού δείγματος. Ένα μικρό μέρος του δείγματος δεν κατέστη δυνατόν να υποβληθεί στο τεστ αυτό και δεν μετέχει στη μελέτες που αναφέρονται στη νοητική ανάπτυξη κατά Piaget

Με βάση την επίδοση στο τεστ οι μαθητές κατατάχθηκαν σε ομάδες όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 9.0β.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.0β

Ομάδες μαθητών	Πλήθος	Ποσοστό
Συγκεκριμένοι	**7**	**4,29**
Μεταβατικοί	**46**	**28,22**
Τυπικοί 3Β	**56**	**34,36**
Τυπικοί 3Α	**54**	**33,13**
Σύνολο	**163**	**100,00**

9.5 Η ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

9.5.1 Δημόσια σχολεία

Η ερεύνα στα δημόσια σχολεία διεξήχθη για τρεις σχολικές χρονιές. Κάθε χρονιά ακολουθήθηκαν οι ίδιες διαδικασίες όπως αυτές σχεδιάστηκαν μετά από την εμπειρία που αποκτήθηκε την πρώτη δοκιμαστική χρονιά 1990-91.

Κάθε σχολική χρονιά οι μαθητές αρχικά υποβλήθηκαν σε δύο τεστ. Στο τεστ του Witkin των «ενσωματωμένων σχημάτων» με το οποίο κατατάχθηκαν σε ομάδες ανάλογα με την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο και στο «τεστ του Lawson για τη νοητική ανάπτυξη» με το οποίο κατατάχθηκαν σε ομάδες ανάλογα με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Τα τεστ με τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης διεξήχθησαν στα δημόσια σχολεία με τον τρόπο που περιγράφεται αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζεται το κυρίως μέρος της έρευνας με τα προβλήματα αυτά.

9.5.2 Φροντιστήρια

Η ερεύνα στα φροντιστήρια διεξήχθη για δύο σχολικές χρονιές. Τα φροντιστήρια επελέγησαν για να μπορέσουμε να κάνουμε την έρευνα με μαθητές που σίγουρα δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία σε προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Τα προβλήματα αυτά στα φροντιστήρια γίνονται πολύ πριν από τα σχολεία ώστε οι μαθητές να είναι έγκαιρα έτοιμοι.

Αρχικά οι μαθητές σε ξεχωριστή ημέρα και ώρα υποβλήθηκαν στο τεστ του Witkin των «ενσωματωμένων σχημάτων» με το οποίο κατατάχθηκαν σε ομάδες ανάλογα με την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο. Δυστυχώς το «τεστ του Lawson για τη νοητική ανάπτυξη» δεν κατέστει δυνατόν να διεξαχθεί στα φροντιστήρια γιατί απαιτούσε μία ολόκληρη διδακτική ώρα την οποία δεν ήθελαν να διαθέσουν οι καθηγητές τους γιατί φοβόντουσαν κυρίως την αντίδραση των ιδιοκτήτων τους. Έτσι οι μαθητές των φροντιστηρίων δεν έχουν καταταγεί σε ομάδες ανάλογα με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Τα τεστ με τα προβλήματα οργανικής σύνθεσης διεξήχθησαν στα φροντιστήρια με τον τρόπο που περιγράφεται αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζεται το κυρίως μέρος της έρευνας με τα προβλήματα αυτά.

9.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

9.6.1 Βαθμός ανεξαρτησίας από το πεδίο

Στην παράγραφο 9.4.1 τέθηκαν τρία ερωτήματα Το πρώτο αναφέρεται στο κατά πόσο ο βαθμός εξάρτηση ή όχι από το πεδίο των μαθητών παίζει κάποιο ρόλο στην επίδοση που αυτοί παρουσιάζουν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Το δεύτερο αναφέρεται στο κατά πόσο ο βαθμός εξάρτηση ή όχι από το πεδίο των μαθητών επηρεάζει το ποσοστό των μαθητών με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ, οι οποίοι λύνουν προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ ενώ αποτυγχάνουν να λύνουν προβλήματα με απαίτηση $Z > X$. Το τρίτο αναφέρεται στο κατά πόσο ο βαθμός εξάρτηση ή όχι από το πεδίο των μαθητών παίζει κάποιο ρόλο στην εφαρμογή κατά την οποία μαθητές με την ίδια χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ, έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα που θα φέρον αν προσπαθήσουν να λύσουν προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ και προβλήματα με απαίτηση $Z > X$.

Για να δώσουμε απαντήσεις στα ερωτήματα αυτά έγιναν τρεις καταγραφές και δυο στατιστικές επεξεργασίες.

Πρώτη καταγραφή είναι η παρουσίαση σε πίνακα και διάγραμμα του μέσου όρου (ΜΟ) και της τυπικής απόκλισης της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης την οποία πέτυχαν χωριστά οι μαθητές οι οποίοι είναι εξαρτώμενοι από το πεδίο, χωριστά οι ενδιάμεσοι και χωριστά οι ανεξάρτητοι από το πεδίο. Το διάγραμμα δείχνει το μέσο όρο της επίδοσης σε συνάρτηση με την ομάδα εξάρτησης από το πεδίο.

Δεύτερη καταγραφή ήταν στο μέσο όρο της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8. Δηλαδή για κάθε μαθητή καταγράψαμε τη βαθμολογία που πήρε την πρώτη φορά που αντιμετώπισε πρόβλημα με απαίτηση 2, με απαίτηση 3, 4, 5, 6, 7 και 8. Στη συνέχεια υπολογίσαμε ο μέσος όρος της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα $X = 4$ όταν αντιμετώπισαν το πρόβλημα με απαίτηση 2, το πρόβλημα με απαίτηση 3, 4, 5, 6, 7 και 8. Αντίστοιχα υπολογίσαμε τους μέσους όρος της βαθμολογίας

που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7. Η καταγραφή αυτή φαίνεται σε πίνακα και αντίστοιχο διάγραμμα χωριστά για κάθε ομάδα ανάλογα την εξάρτηση ή όχι από το πεδίο. Έτσι εμφανίζονται τρεις πίνακες με τα αντίστοιχα διαγράμματα.

Στην τρίτη καταγραφή χωρίσαμε τους μαθητές σε εννιά ομάδες ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο και ανάλογα τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας 4, 5, και 6. Τους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7 τους εξαιρέσαμε γιατί ήταν πολύ λίγοι Ν= 12. Για κάθε μία ομάδα από τις παραπάνω καταγράψαμε χωριστά την επίδοση που είχαν οι μαθητές που την αποτελούν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση (Ζ) όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 μέχρι και 8. Έτσι προέκυψε ο μέσος όρος (ΜΟ) της επίδοσης κάθε ομάδας. Στην παρουσίαση καταγράψαμε το πλήθος, το μέσο όρο και τη τυπική απόκλιση κάθε ομάδας. Η καταγραφή αυτή φαίνεται σε πίνακα και αντίστοιχο διάγραμμα χωριστά για κάθε ομάδα ανάλογα την εξάρτηση ή όχι από το πεδίο και τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας

Εκτός από τις τρεις καταγραφές έγιναν και δυο στατιστικές επεξεργασίες.

Στην πρώτη μελετήσαμε αν η διαφορά στην επίδοση στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης ανάμεσα στις ομάδες ανάλογα την εξάρτηση από το πεδίο είναι στατιστικώς σημαντική. Αυτή έγινε με το μη παραμετρικό κριτήριο Kruskal-Wallis και με ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA).

Στη δεύτερη συγκρίναμε τον μέσο όρο (ΜΟ) των ομάδων ανά ζεύγη με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας με Χ = 5 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 Οι συγκρίσεις αυτές έγιναν χωριστά για κάθε ομάδα ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Η σύγκριση έγινε με το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey-HSD (Tukey's honestly significant difference tests) σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (one way ANOVA).

Τις τρεις αυτές καταγραφές και τις δυο στατιστικές αναλύσεις. τις κάναμε για το σύνολο των μαθητών Ν = 319 και χωριστά για τις παρακάτω ομάδες:

Μαθητές δημοσίων σχολείων Ν = 191 και μαθητές φροντιστηρίων Ν = 128

9.6.2 Επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Οι παρουσιάσεις και οι στατιστικές αναλύσεις που εφαρμόστηκαν για να μελετηθεί η επίδραση του βαθμού εξάρτησης από το πεδίο στην επίδοση των μαθητών στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης καθώς και στην εφαρμογή του προφητικού μοντέλου των Johnstone - El-Banna εφαρμόστηκαν και για τη μελέτη της επίδραση του επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. Δηλαδή έγιναν η ίδιες όπως παραπάνω τρεις καταγραφές και οι δυο στατιστικές επεξεργασίες για να απαντηθούν τα ίδια ερωτήματα αλλά ως προς την επίδραση του επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

9.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

9.7.1 Βαθμός ανεξαρτησίας από το πεδίο

Οι μαθητές οι οποίοι έχουν υποβληθεί στο τεστ του Witkin των «ενσωματωμένων σχημάτων» και αποτελούν το δείγμα στο κομμάτι αυτό της έρευνας προέρχονται από δημόσια σχολεία αλλά και φροντιστήρια. Έτσι για να μελετήσουμε αναλυτικά την συμπεριφορά τους και να δώσουμε πιο σωστές απαντήσεις στα ερωτήματα τα οποία τίθενται τις παρουσιάσεις και τα αποτελέσματα από τις στατιστικές επεξεργασίες τις κάναμε αρχικά για το σύνολο του δείγματος αλλά και χωριστά για τους μαθητές των δημοσίων σχολείων και των φροντιστηρίων. Αυτές οι παρουσιάσεις και οι στατιστικές επεξεργασίες φαίνονται στις παρακάτω υποενότητες 9.7.1.1, 9.7.1.2 και 9.7.1.3

9.7.1.1 Το σύνολο του δείγματος

Παρακάτω φαίνονται οι τρείς παρουσιάσεις και τα αποτελέσματα από τις δυο στατιστικές επεξεργασίες που έγιναν για το σύνολο του δείγματος με βάση το μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8. Διευκρινίζεται ότι με τον όρο «σύνολο του δείγματος» στο σημείο αυτό της έρευνα εννοούμε το σύνολο των μαθητών που έχουν υποβληθεί στο τεστ του Witkin των «ενσωματωμένων σχημάτων». Ο αριθμός αυτός είναι 285 εκ των οποίων οι 191 προέρχονται από δημόσια σχολεία και οι 94 από φροντιστήρια.

Η πρώτη παρουσίαση σε πίνακα και διάγραμμα εμφανίζει τη επίδοση που είχαν οι μαθητές στα επτά πρώτα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε σχέση με τον βαθμό εξάρτησης από το πεδίο.

Τα αποτελέσματα από τη σύγκριση αυτή φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 9.1.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.1

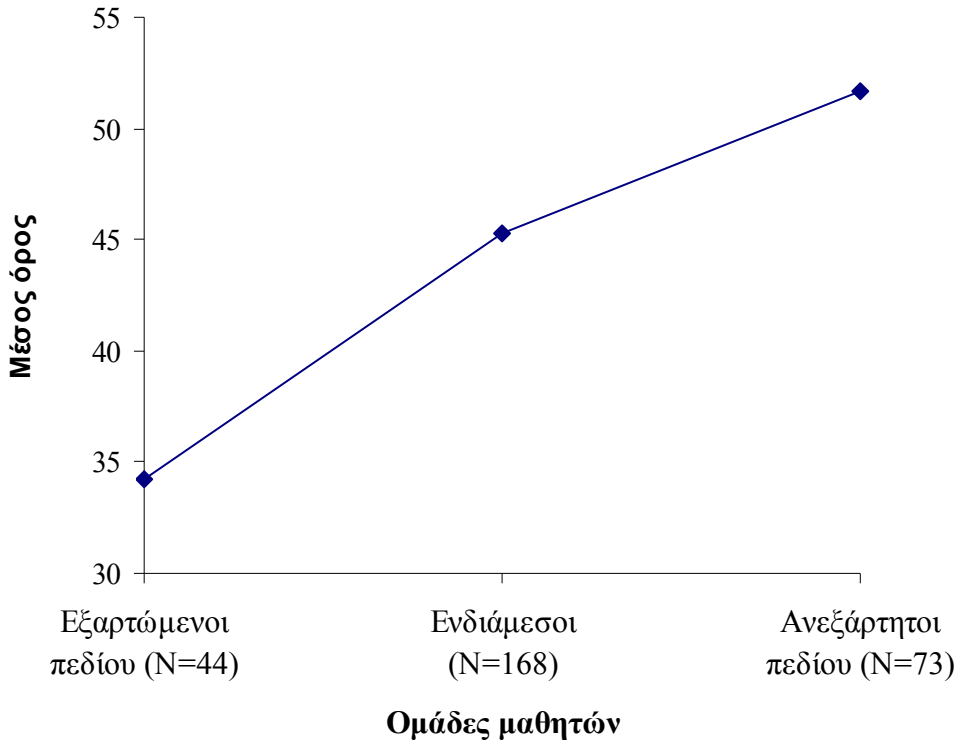
ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ N = 285

Ομάδες μαθητών	**Πλήθος**	**Μέσος όρος**	**Τυπική απόκλιση**
Εξαρτώμενοι πεδίου	44	34,25	20,41
Ενδιάμεσοι	168	45,32	25,45
Ανεξάρτητοι πεδίου	73	51,66	26,42
Σύνολο	285	45,24	25,50

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται καθαρά ότι όσο λιγότερο εξαρτημένοι από το πεδίο είναι οι μαθητές τόσο μεγαλύτερη επίδοση πέτυχαν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης.

Τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνονται πιο παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα μέσου όρου βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης και ομάδων ανάλογα την εξάρτηση από το πεδίο.



Διάγραμμα 9.1: Όλο το δείγμα N = 285. Φαίνονται: οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Για καλύτερη τεκμηρίωση των παραπάνω αποτελεσμάτων έγινε και στατιστική επεξεργασία με το μη παραμετρικό κριτήριο Kruskal-Wallis και με ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA). Με τη στατιστική αυτή ανάλυση θέλαμε να διαπιστώσουμε αν η διαφορά στην επίδοση στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης ανάμεσα στις ομάδες ανάλογα την εξάρτηση από το πεδίο είναι στατιστικώς σημαντική.

Τα αποτελέσματα αυτής της στατιστικής επεξεργασίας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 9.2

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.2

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ N = 285

Στατιστικές αναλύσεις	**Κριτήριο Kruskal-Wallis 1-way ANOVA**		**Ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA)**	
	χ^2	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας	F	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Επίδοση στα προβλήματα	14,73	0,001	6,66	0,001

Όπως φαίνονται στον παραπάνω πίνακα οι ομάδες των μαθητών με διαφορετική εξάρτηση από το πεδίο παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01 στην επίδοση στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Το συμπέρασμα αυτό εξάγεται τόσο από τη παραμετρική ανάλυση όσο και από την στατιστική ανάλυση με μη παραμετρικό κριτήριο.

Το δεύτερο ερώτημα που έχουμε θέσει σε αυτό το μέρος της έρευνας είναι αν οι μαθητές με μεγαλύτερη ανεξαρτησία από το πεδίο ακολουθούν πιο πιστά ή όχι το προτεινόμενο μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αυτό χωρίσαμε τους μαθητές σε αυτούς οι οποίοι είναι εξαρτώμενοι από το πεδίο, σε αυτούς οι οποίοι είναι ενδιάμεσοι και σε αυτούς οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι από το πεδίο. Για κάθε μία από τις παραπάνω ομάδες καταγράψαμε την επίδοση που είχαν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση (Z) όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 μέχρι και 8, χωριστά για κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 4, 5, 6 και 7. Η καταγραφή αυτή αποτελεί την δεύτερη παρουσίαση και εμφανίζεται στους παρακάτω πίνακες 9,3α, 9,3β, και 9,3γ. Για πιο παραστατική απεικόνιση των αποτελεσμάτων αυτών μετά από κάθε πίνακα υπάρχει και αντίστοιχο διάγραμμα το οποίο παρουσιάζει το μέσο όρο (ΜΟ) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτησης του προβλήματος (Z), για κάθε ομάδα με διαφορετική χωρητικότητα της μνήμης εργασίας.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.3α

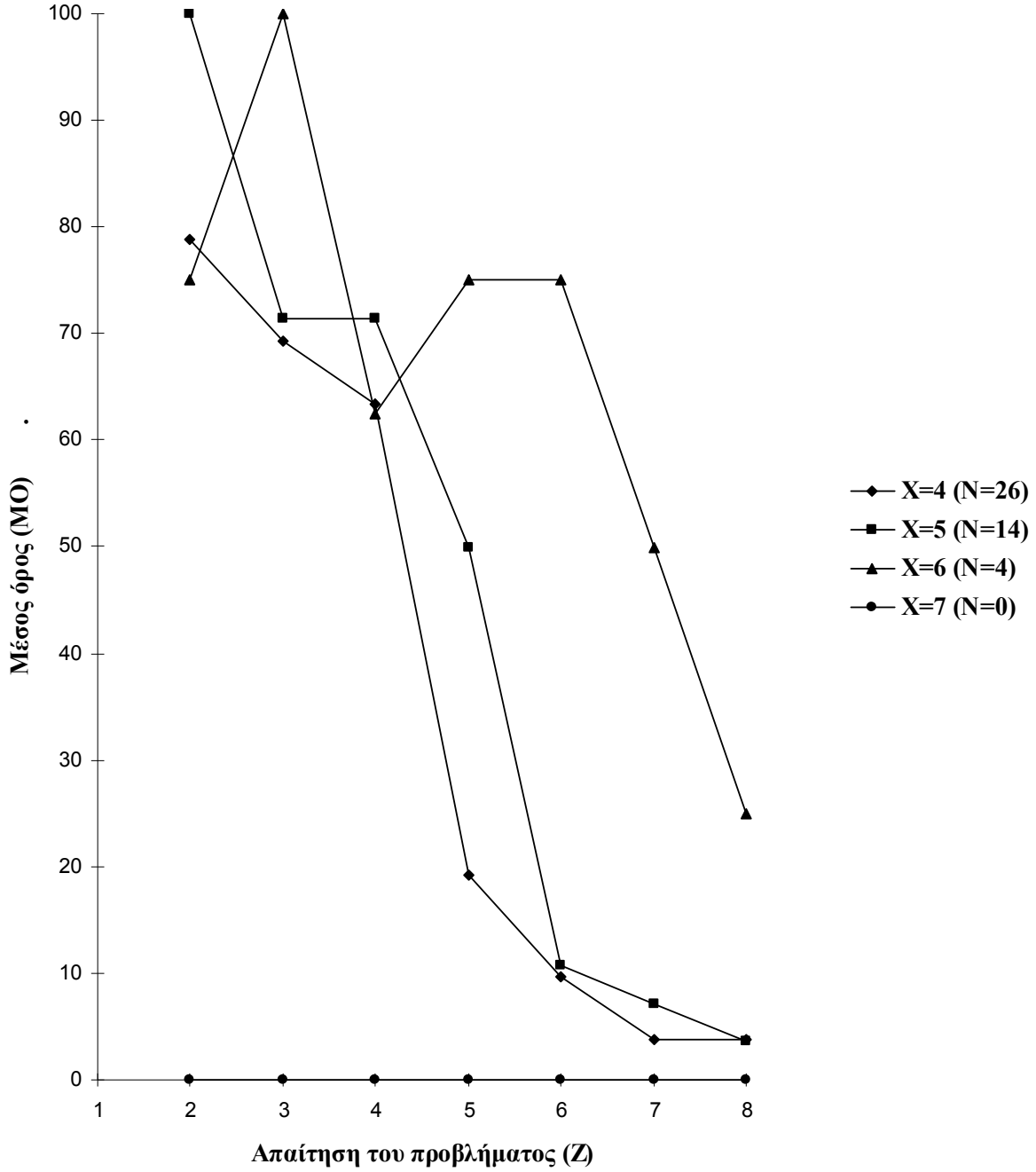
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ (FIELD DEPENDENT) N = 44

Z	**X = 4, (N = 26)**	**X = 5, (N = 14)**	**X = 6, (N = 6)**	**X = 7, (N = 0)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	78,85	100,00	75,00	
3	69,23	71,43	100,00	
4	63,46	71,43	62,50	
5	19,23	50,00	75,00	
6	9,62	10,71	75,00	
7	3,85	7,14	50,00	
8	3,85	3,57	25,00	

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι είναι εξαρτώμενοι από το πεδίο (N=44).

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 78,85, 69,23 και 63,46 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 19,23 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 9,26, 3,85 και 2,85 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 63,46 στο 19,23 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8.

Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι είναι εξαρτώμενοι από το πεδίο ακολουθούν πιστά το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.2: Εξαρτώμενοι από το πεδίο (field dependent) N = 44. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (MO) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z),

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.3β

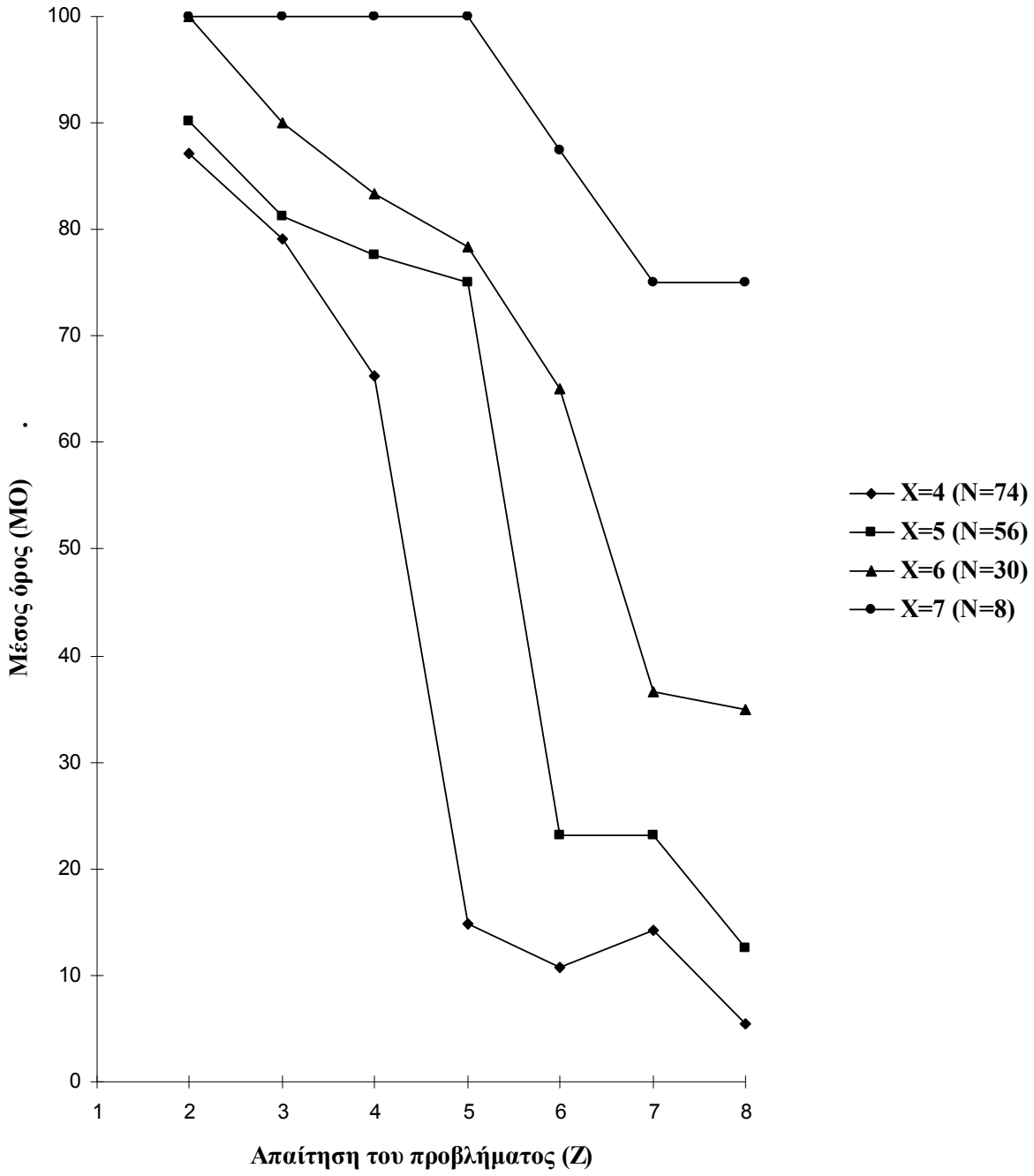
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΙ (FIELD INTERMEDIATE) N = 168

Z	**X = 4, (N = 74)**	**X = 5, (N = 56)**	**X = 6, (N = 30)**	**X = 7, (N = 8)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	87,16	90,18	100,00	100,00
3	79,05	81,25	90,00	100,00
4	66,22	77,68	83,33	100,00
5	14,86	75,00	78,33	100,00
6	10,81	23,21	65,00	87,50
7	14,19	23,21	36,67	75,00
8	5,41	12,50	35,00	75,00

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι στην εξάρτηση από το πεδίο είναι ενδιάμεσοι (N=168).

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 87,16, 79,05 και 66,22 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 14,86 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 10,81, 14,19 και 5,41 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 66,22 στο 14,86 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8.

Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι στην εξάρτηση από το πεδίο είναι ενδιάμεσοι ακολουθούν πιστά το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.3: Ενδιάμεσοι (field intermediate) N = 168. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (MO) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z).

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.3γ

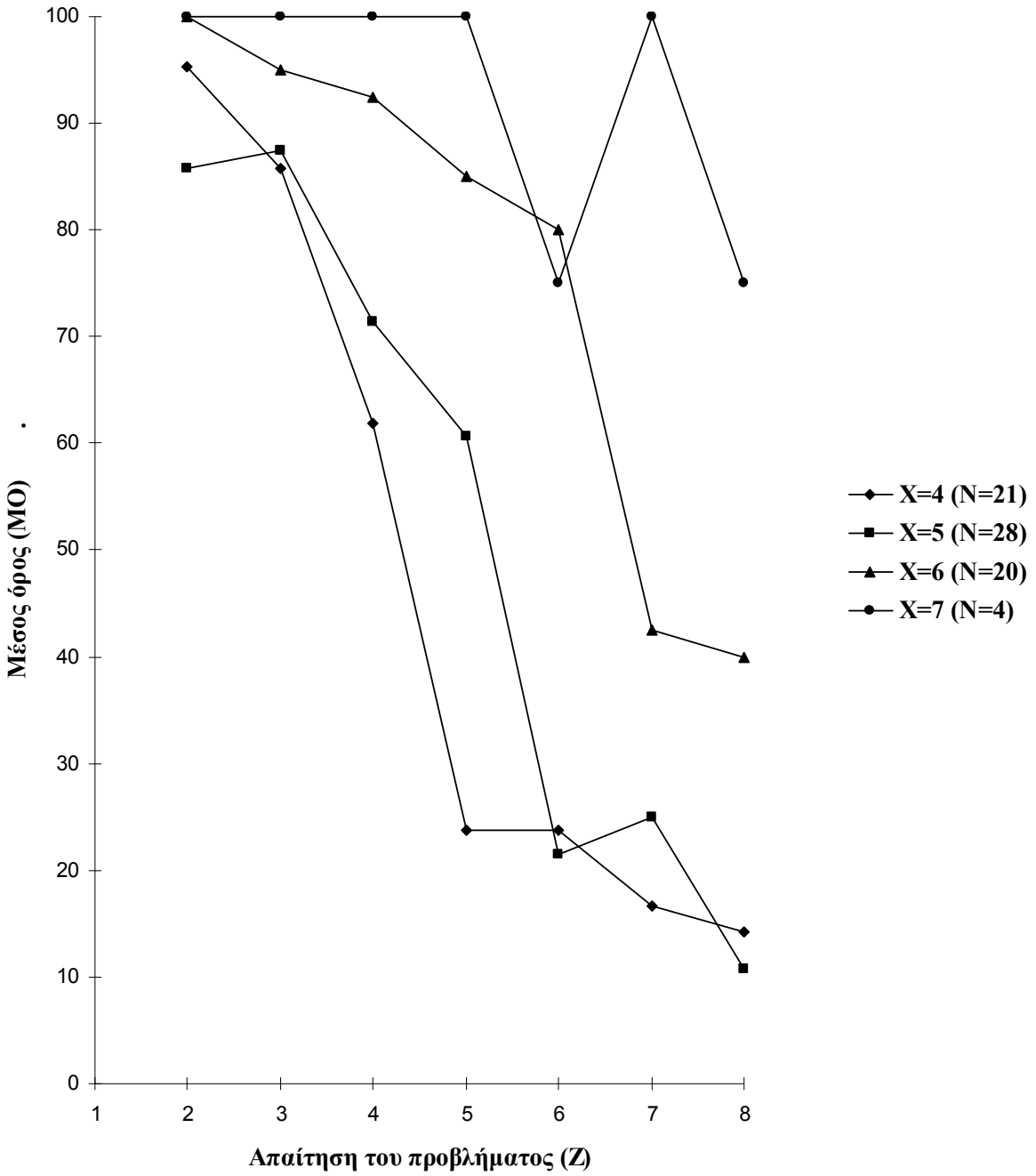
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ (FIELD INDEPENDENT) Ν = 73

Ζ	**Χ = 4, (Ν = 21)**	**Χ = 5, (Ν = 28)**	**Χ = 6, (Ν = 20)**	**Χ = 7, (Ν = 4)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	95,24	85,71	100,00	100,00
3	85,71	87,50	95,00	100,00
4	61,90	71,43	92,50	100,00
5	23,81	60,71	85,00	100,00
6	23,81	21,43	80,00	75,00
7	16,67	25,00	42,50	100,00
8	14,29	10,71	40,00	75,00

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι από το πεδίο (Ν=73).

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 95,24, 85,71 και 61,90 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 23,81 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 23,81, 16,67 και 14,29 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 61,90 στο 23,81 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8.

Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι από το πεδίο ακολουθούν πιστά το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.4: Ανεξάρτητοι από το πεδίο (field independent) N = 73. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (ΜΟ) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z)

Στο τελευταίο αυτό το μέρος της έρευνας έχουμε θέσει και ένα τρίτο ερώτημα. Αυτό είναι αν κάθε ομάδα μαθητών ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο και με την ίδια χωρητικότητα της μνήμης εργασίας X, θα έχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα που θα φέρει αν προσπαθήσει να λύσει προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ και προβλήματα με απαίτηση $Z > X$. Στο προηγούμενο κεφάλαιο σε αντίστοιχο ερώτημα επειδή μελετούσαμε τη βασική παράμετρο οι οποία σχετίζεται με την απαίτηση των προβλημάτων, κάναμε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4, X = 5, X = 6 και X = 7 με τον αντίστοιχο μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4, X = 5 και X = 6 για κάθε πρόβλημα με απαίτηση από Z = 2 μέχρι και Z = 8.

Εδώ επειδή μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε την επίδραση που έχει ο βαθμός εξάρτησης από το πεδίο στην εφαρμογή του προφητικού μοντέλου των Johnstone - El-Banna περιορίσαμε την μελέτη μας στη σύγκριση μόνο των μέσων όρων (ΜΟ) στο σύνολο των προβλημάτων με απαίτηση από Z = 2 μέχρι και Z = 8 που αποτελεί τη δεύτερη στατιστική επεξεργασία. Δηλαδή χωρίσαμε τους μαθητές σε εννιά ομάδες ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο και ανάλογα τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας 4, 5, και 6. Τους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7 τους εξαιρέσαμε γιατί ήταν πολύ λίγοι N= 12. Για κάθε μία ομάδα από τις παραπάνω καταγράψαμε χωριστά την επίδοση που είχαν οι μαθητές που την αποτελούν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση (Z) όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 μέχρι και 8. Έτσι προέκυψε ο μέσος όρος (ΜΟ) της επίδοσης κάθε ομάδας.

Με το μέσο όρο κάθε ομάδας κάναμε μια παρουσίαση με πίνακα και αντίστοιχο διάγραμμα και μια στατιστική επεξεργασία .

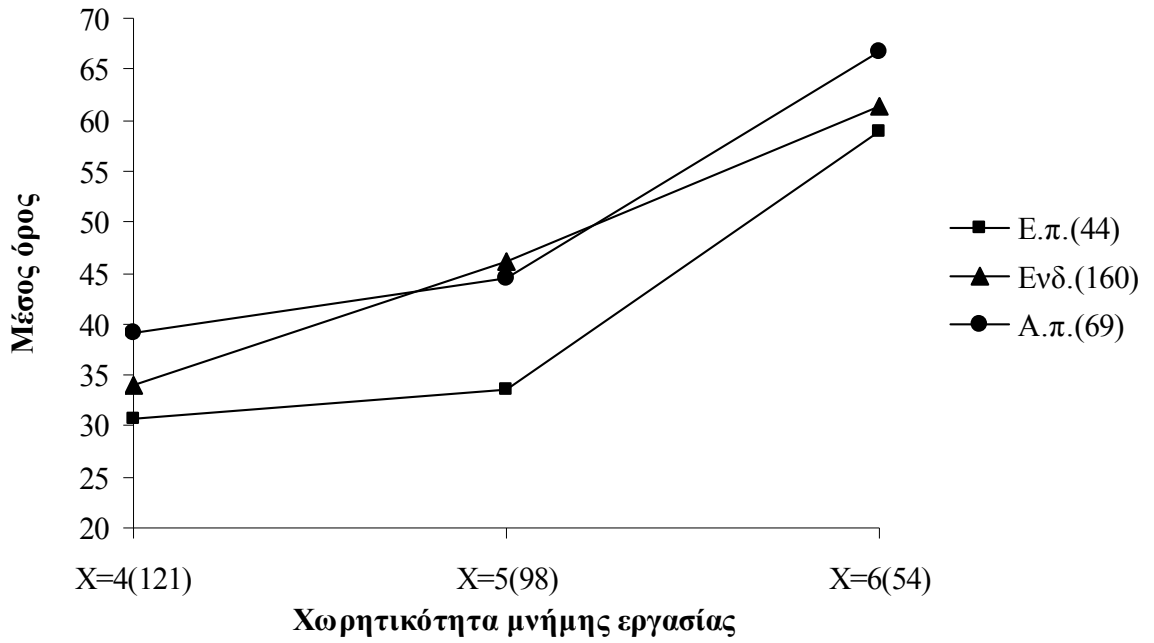
Στην παρουσίαση καταγράψαμε το πλήθος, το μέσο όρο και τη τυπική απόκλιση κάθε ομάδας. Τη καταγραφή αυτή παρουσιάζει ο πιο κάτω πίνακας 9.4.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.4

ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ
ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ
ΚΑΙ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Χ)
ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ (ΕΚΤΟΣ Χ=7) N = 273

Ομάδες μαθητών	**Χωρητικότητα της μνήμης εργασίας**	**Χ = 4**	**Χ = 5**	**Χ = 6**	**Σύνολο**
Εξαρτώμενοι πεδίου	**Πλήθος**	26	14	4	44
	Μέσος όρος	30,77	33,67	58,93	34,25
	Τυπική απόκλιση	15,62	20,67	34,19	20,41
Ενδιάμεσοι	**Πλήθος**	74	56	30	160
	Μέσος όρος	33,98	46,17	61,43	43,39
	Τυπική απόκλιση	21,70	22,63	21,76	24,19
Ανεξάρτητοι πεδίου	**Πλήθος**	21	28	20	69
	Μέσος όρος	39,12	44,39	66,79	49,28
	Τυπική απόκλιση	25,01	23,84	17,23	24,99
Σύνολο	**Πλήθος**	121	98	54	173
	Μέσος όρος	34,18	43,88	63,22	43,41
	Τυπική απόκλιση	21,17	22,89	20,97	24,21

Τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα φαίνονται πιο παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα μέσου όρου βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης και ομάδων ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας και την εξάρτηση από το πεδίο.



Διάγραμμα 9.5: Όλο το δείγμα (εκτός X= 7), N = 273. Φαίνονται: οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας για κάθε ομάδα ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Στη στατιστική επεξεργασία των μέσων όρων η οποία αναφέρεται παραπάνω συγκρίναμε τον μέσο όρο (ΜΟ) των ομάδων ανά ζεύγη με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας με X = 5 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 Οι συγκρίσεις αυτές έγιναν χωριστά για κάθε ομάδα ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Η σύγκριση έγινε για τους μαθητές που αποτελούν το σύνολο του δείγματος,. εκτός αυτών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7, N = 273, με το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey-HSD (Tukey's honestly significant difference tests) σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (one way ANOVA) του πίνακα 9,2.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 9,5 στον οποίο το σύμβολο # δείχνει τις ομάδες που παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,05.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.5

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ) ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ N = 285

Ομάδες μαθητών	Μνήμη εργασίας	Χ = 5	Χ = 6	Μέσος όρος με άριστα το 100
Εξαρτώμενοι πεδίου	**Χ = 4**		#	**30,77**
	Χ = 5			**33,67**
	Χ = 6			**58,93**
Ενδιάμεσοι	**Χ = 4**	#	#	**33,98**
	Χ = 5		#	**46,17**
	Χ = 6			**61,43**
Ανεξάρτητοι πεδίου	**Χ = 4**		#	**39,12**
	Χ = 5		#	**44,39**
	Χ = 6			**66,79**
Σύνολο	**Χ = 4**	#	#	**34,25**
	Χ = 5		#	**45,32**
	Χ = 6			**51,66**

a = 0,05

Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτόν για το σύνολο των μαθητών του δείγματος, εκτός αυτών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7 για τους οποίους έγινε η σύγκριση, όλες οι ομάδες με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ ίσον 4, 5 και 6 παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορά στην επίδοση που να είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a=0,05.

Αν όμως παρατηρήσουμε χωριστά τις ομάδες ανάλογα το βαθμό ανεξαρτησίας από το πεδίο βλέπουμε ότι μόνο οι ενδιάμεσοι ταυτίζονται με τη συμπεριφορά του συνόλου. Δηλαδή και σε αυτούς όλες οι ομάδες με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ ίσον 4, 5 και 6 παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορά στην επίδοση που να είναι στατιστικώς σημαντική. Οι μαθητές οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι πεδίου παρουσιάζουν διαφορά στην επίδοση μόνο αυτοί που έχουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6. Αυτοί διαφέρουν στην επίδοση και με αυτούς που έχουν Χ = 4 και με αυτούς που έχουν Χ = 5. Όμως οι τελευταίες ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 και Χ = 5. δεν παρουσιάζουν

διαφορά στην επίδοση η οποία να είναι στατιστικώς σημαντική. Τέλος οι μαθητές οι οποίοι είναι εξαρτώμενοι πεδίου παρουσιάζουν διαφορά στην επίδοση η οποία να είναι στατιστικώς σημαντική μόνο ανάμεσα στις ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 και X = 4. Οι ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 και X = 5 όπως επίσης και οι ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5 και X = 6 δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορά στην επίδοση η οποία να είναι στατιστικώς σημαντική.

Πρέπει να επισημανθεί στο σημείο αυτό ότι η ομάδα των μαθητών η οποία είναι ως ενδιάμεση προς την εξάρτηση από το πεδίο είναι η πολυπληθέστερη σε σχέση με τις άλλες δύο και επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα που παρουσιάζουν το σύνολο των μαθητών.

Όλες οι παραπάνω στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επίδοση είναι σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,05.

9.7.1.2 Δημόσια σχολεία

Οι παρουσιάσεις και οι στατιστικές επεξεργασίες με βάση το μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8 οι οποίες έγιναν για το σύνολο του δείγματος τις κάναμε και για τους μαθητές δημοσίων σχολείων χωριστά.. Παρακάτω εμφανίζονται αυτές οι παρουσιάσεις και οι στατιστικές επεξεργασίες

Η πρώτη παρουσίαση σε πίνακα και διάγραμμα εμφανίζει τη επίδοση που είχαν οι μαθητές των δημοσίων σχολείων στα επτά πρώτα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε σχέση με τον βαθμό εξάρτησης από το πεδίο.

Τα αποτελέσματα από τη σύγκριση αυτή φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 9.6.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.6

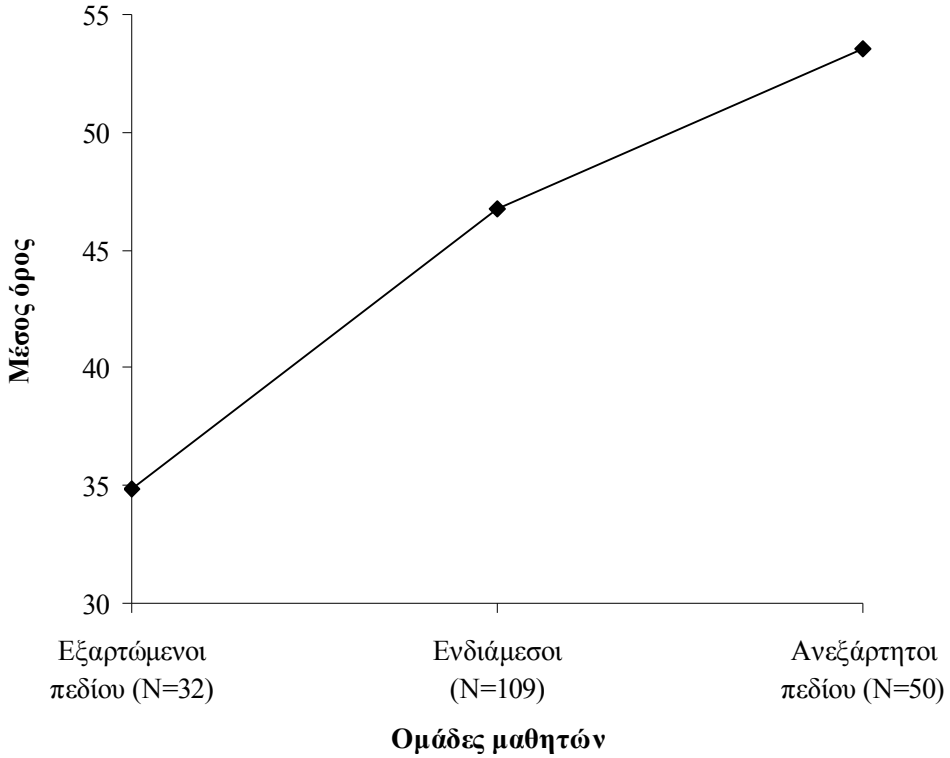
ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ N = 191

Ομάδες μαθητών	**Πλήθος**	**Μέσος όρος**	**Τυπική απόκλιση**
Εξαρτώμενοι πεδίου	32	34,82	21,52
Ενδιάμεσοι	109	46,72	27,14
Ανεξάρτητοι πεδίου	50	53,57	28,21
Σύνολο	191	46,52	27,12

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται καθαρά ότι όσο λιγότερο εξαρτημένοι από το πεδίο είναι οι μαθητές τόσο μεγαλύτερη επίδοση πέτυχαν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης.

Τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνονται πιο παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα μέσου όρου βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης και ομάδων ανάλογα τον βαθμό εξάρτησης από το πεδίο.



Διάγραμμα 9.6: Μαθητές δημοσίων σχολείων N = 191. Φαίνονται: οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Στον πίνακα 9.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας με το μη παραμετρικό κριτήριο Kruskal-Wallis και με ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA).

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.7

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ N = 191

Στατιστικές αναλύσεις	**Κριτήριο Kruskal-Wallis 1-way ANOVA**		**Ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA)**	
	χ^2	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας	F	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Επίδοση στα προβλήματα	10,09	0,006	4,86	0,009

Όπως φαίνονται στον παραπάνω πίνακα και οι ομάδες των μαθητών των δημοσίων σχολείων μόνοι τους με διαφορετική εξάρτηση από το πεδίο παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01 στην επίδοση στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης.

Στους πίνακες 9,8α, 9,8β, και 9,8γ πιο κάτω παρουσιάζεται η επίδοση που είχαν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση (Z) όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 μέχρι και 8, χωριστά για κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 4, 5, 6 και 7. Στον πίνακα 9,8α εμφανίζονται οι τιμές για τους εξαρτώμενους από το πεδίο, στον πίνακα 9,8β για τους ενδιάμεσους και στον πίνακα 9,8γ για τους ανεξάρτητους του πεδίου. Επίσης μετά από κάθε πίνακα υπάρχει και το αντίστοιχο διάγραμμα.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.8α

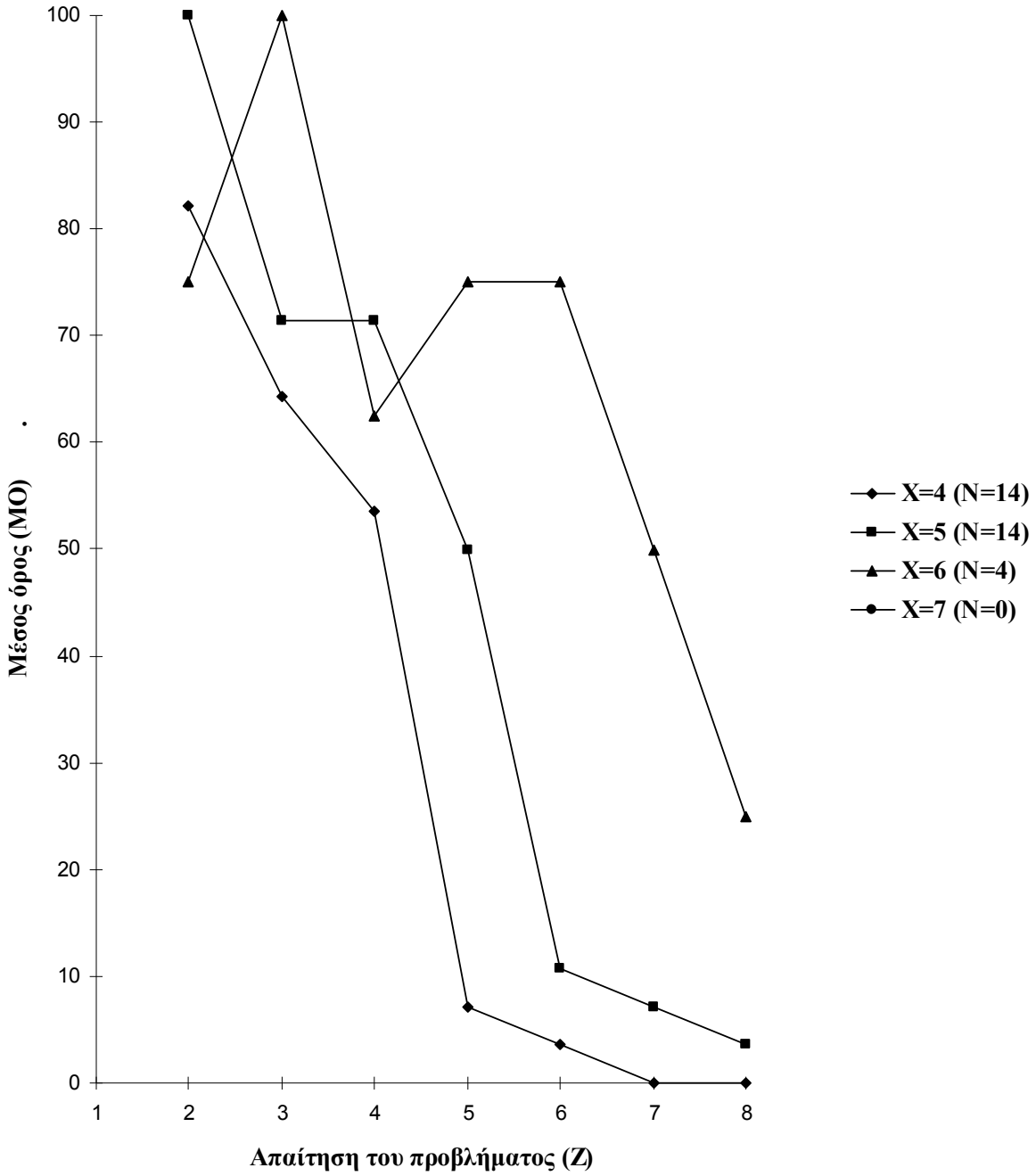
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ (FIELD DEPENDENT) Ν = 32

Ζ	**Χ = 4, (Ν = 14)**	**Χ = 5, (Ν = 14)**	**Χ = 6, (Ν = 4)**	**Χ = 7, (Ν = 0)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	82,14	100,00	75,00	
3	64,29	71,43	100,00	
4	53,57	71,43	62,50	
5	7,14	50,00	75,00	
6	3,57	10,71	75,00	
7	0,00	7,14	50,00	
8	0,00	3,57	25,00	

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι είναι εξαρτώμενοι από το πεδίο (Ν=44).

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 82,14, 64,29 και 53,57 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 7,14 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 3,57, 0,00 και 0,00 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 53,57 στο 7,14 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8.

Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι είναι εξαρτώμενοι από το πεδίο ακολουθούν πιστά το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.7: Εξαρτώμενοι από το πεδίο (field dependent) N = 32. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (MO) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z),

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.8β

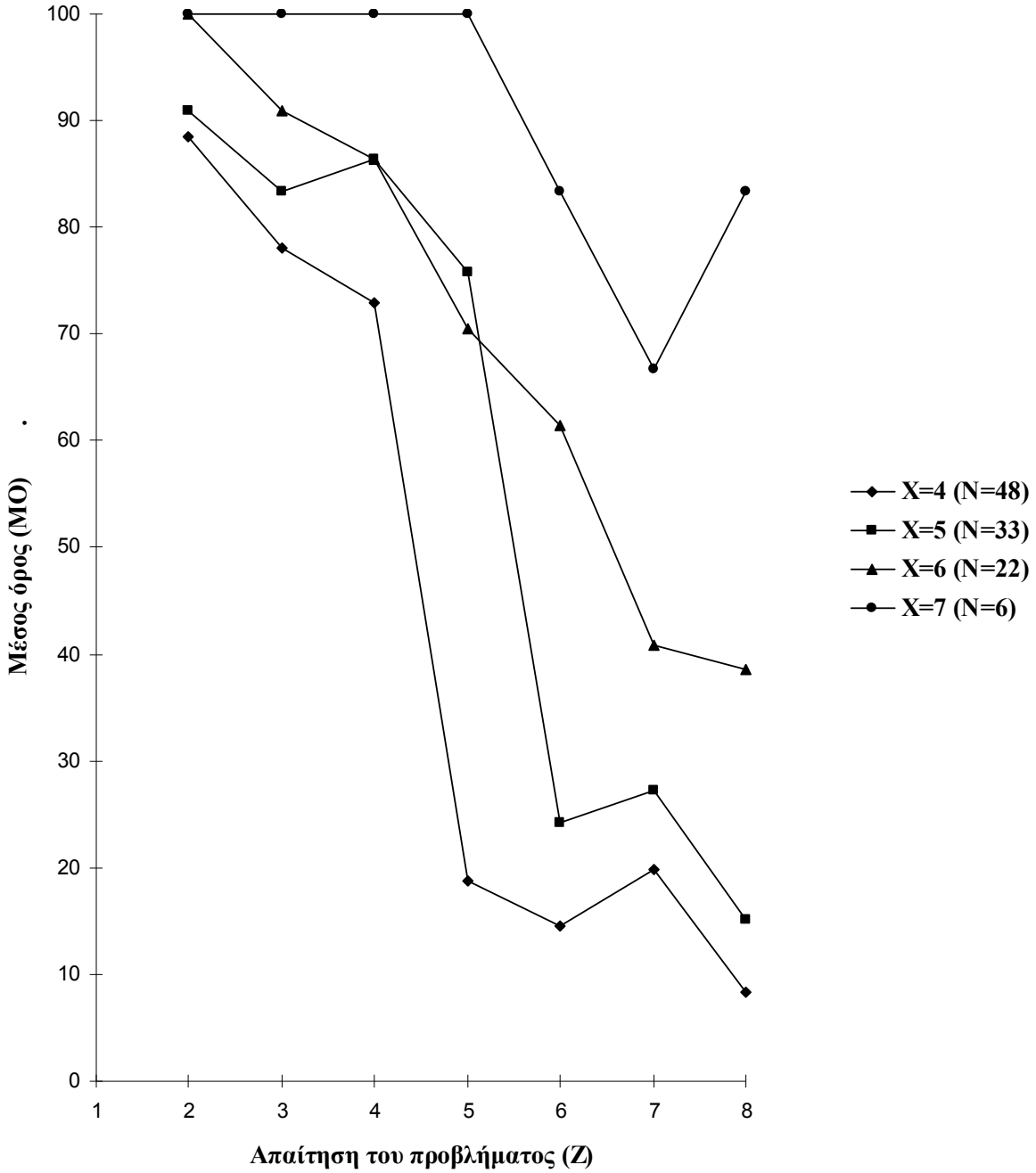
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΙ (FIELD INTERMEDIATE) N = 109

Z	**X = 4, (N = 48)**	**X = 5, (N = 33)**	**X = 6, (N = 22)**	**X = 7, (N = 6)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	88,54	90,91	100,00	100,00
3	78,13	83,33	90,91	100,00
4	72,92	86,36	86,36	100,00
5	18,75	75,76	70,45	100,00
6	14,58	24,24	61,36	83,33
7	19,79	27,27	40,91	66,67
8	8,33	15,15	38,64	83,33

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι στην εξάρτηση από το πεδίο είναι ενδιάμεσοι (N=168).

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 88,54, 78,13 και στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 18,75 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 14,58, 19,79 και 8,33 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 72,92 στο 18,75 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8.

Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι στην εξάρτηση από το πεδίο είναι ενδιάμεσοι ακολουθούν πιστά το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.8: Ενδιάμεσοι (field intermediate) N = 109. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (MO) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z).

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.8γ

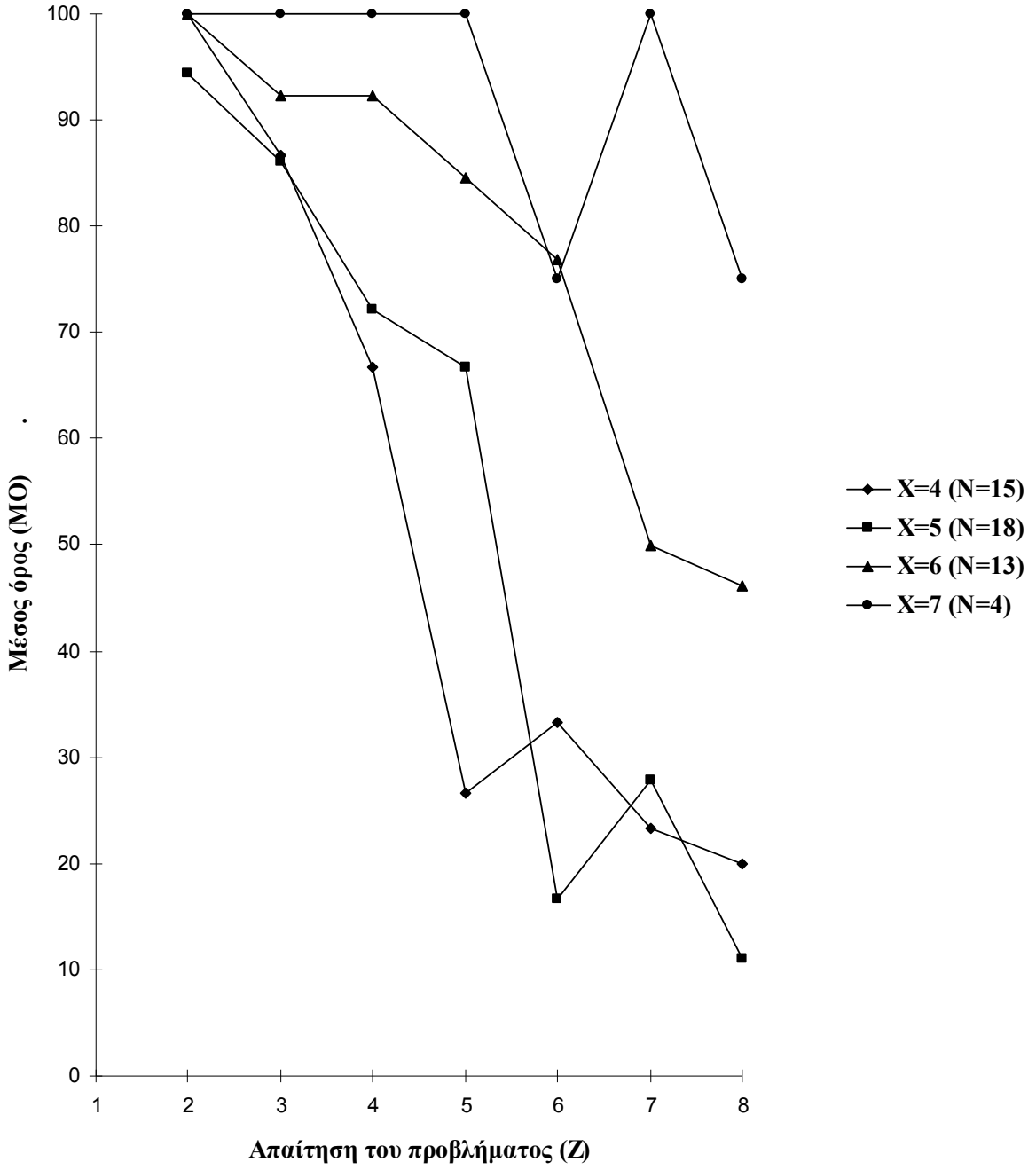
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ (FIELD INDEPENDENT) Ν = 50

Ζ	**Χ = 4, (Ν = 15)**	**Χ = 5, (Ν = 18)**	**Χ = 6, (Ν = 13)**	**Χ = 7, (Ν = 4)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	100,00	94,44	100,00	100,00
3	86,67	86,11	92,31	100,00
4	66,67	72,22	92,31	100,00
5	26,67	66,67	84,62	100,00
6	33,33	16,67	76,92	75,00
7	23,33	27,78	50,00	100,00
8	20,00	11,11	46,15	75,00

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι από το πεδίο (Ν=73).

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 100,00, 86,67και 66,67 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 26,67 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 33,33, 23,33και 20,00 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 66,67στο 26,67 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8.

Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι από το πεδίο ακολουθούν πιστά το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.9: Ανεξάρτητοι από το πεδίο (field independent) N = 50. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (ΜΟ) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z)

Στο τελευταίο αυτό το μέρος της έρευνας έχουμε θέσει και ένα τρίτο ερώτημα. Αυτό είναι αν κάθε ομάδα μαθητών ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο και με την ίδια

χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ, θα έχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα που θα φέρει αν προσπαθήσει να λύσει προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ και προβλήματα με απαίτηση $Z > X$. Στο προηγούμενο κεφάλαιο σε αντίστοιχο ερώτημα επειδή μελετούσαμε τη βασική παράμετρο οι οποία σχετίζεται με την απαίτηση των προβλημάτων, κάναμε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας $X = 4$, $X = 5$, $X = 6$ και $X = 7$ με τον αντίστοιχο μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας $X = 4$, $X = 5$ και $X = 6$ για κάθε πρόβλημα με απαίτηση από $Z = 2$ μέχρι και $Z = 8$.

Εδώ επειδή μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε την επίδραση που έχει ο βαθμός εξάρτησης από το πεδίο στην εφαρμογή του προφητικού μοντέλου των Johnstone - El-Banna περιορίσαμε την μελέτη μας στη σύγκριση μόνο των μέσων όρων (ΜΟ) στο σύνολο των προβλημάτων με απαίτηση από $Z = 2$ μέχρι και $Z = 8$ που αποτελεί τη δεύτερη στατιστική επεξεργασία. Δηλαδή χωρίσαμε τους μαθητές σε εννιά ομάδες ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο και ανάλογα τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας 4, 5, και 6. Τους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7 τους εξαιρέσαμε γιατί ήταν πολύ λίγοι N= 12. Για κάθε μία ομάδα από τις παραπάνω καταγράψαμε χωριστά την επίδοση που είχαν οι μαθητές που την αποτελούν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση (Z) όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 μέχρι και 8. Έτσι προέκυψε ο μέσος όρος (ΜΟ) της επίδοσης κάθε ομάδας.

Με το μέσο όρο κάθε ομάδας κάναμε μια παρουσίαση με πίνακα και αντίστοιχο διάγραμμα και μια στατιστική επεξεργασία .

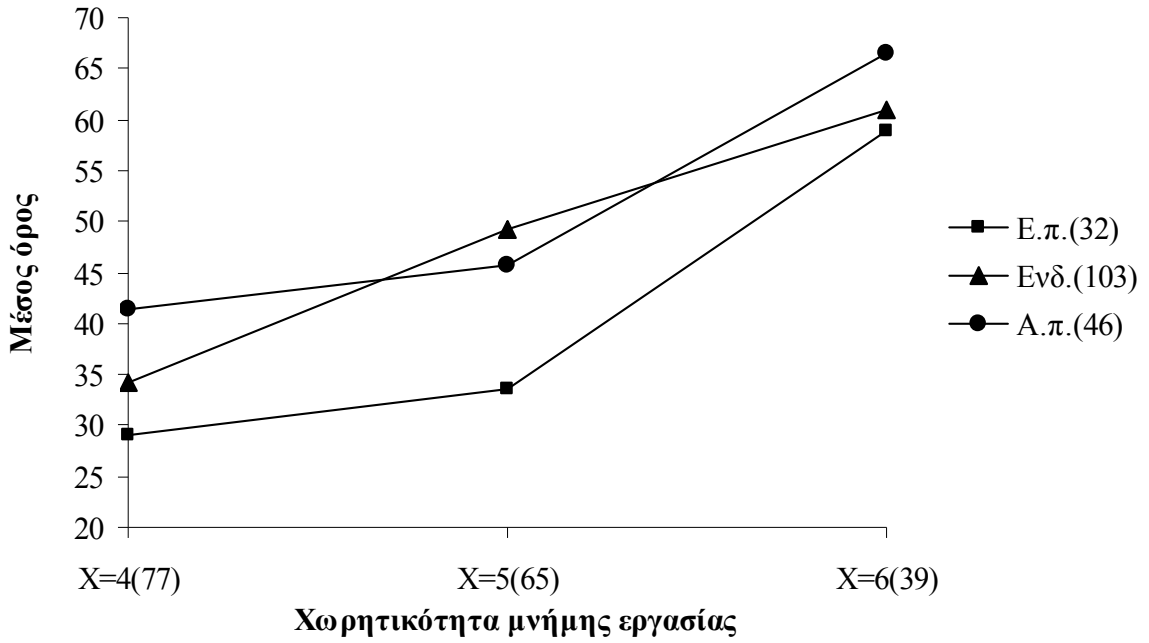
Στην παρουσίαση καταγράψαμε το πλήθος, το μέσο όρο και τη τυπική απόκλιση κάθε ομάδας. Τη καταγραφή αυτή παρουσιάζει ο πιο κάτω πίνακας 9.4.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.9

ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ
ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ
ΚΑΙ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Χ)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ (ΕΚΤΟΣ Χ=7) Ν = 181

Ομάδες μαθητών	**Χωρητικότητα της μνήμης εργασίας**	**Χ = 4**	**Χ = 5**	**Χ = 6**	**Σύνολο**
Εξαρτώμενοι πεδίου	**Πλήθος**	14	14	4	32
	Μέσος όρος	29,08	33,67	58,93	34,82
	Τυπική απόκλιση	13,86	20,67	34,19	21,52
Ενδιάμεσοι	**Πλήθος**	48	33	22	103
	Μέσος όρος	34,42	49,13	61,04	44,73
	Τυπική απόκλιση	24,16	23,47	24,81	26,16
Ανεξάρτητοι πεδίου	**Πλήθος**	15	18	13	46
	Μέσος όρος	41,43	45,63	66,48	50,15
	Τυπική απόκλιση	24,16	27,19	17,83	26,53
Σύνολο	**Πλήθος**	77	65	39	181
	Μέσος όρος	34,69	44,83	62,64	44,36
	Τυπική απόκλιση	23,34	24,40	23,25	25,85

Τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα φαίνονται πιο παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα μέσου όρου βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης και ομάδων ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας και την εξάρτηση από το πεδίο.



Διάγραμμα 9.10: Μαθητές δημοσίων σχολείων (εκτός X= 7), N = 181. Φαίνονται: οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας για κάθε ομάδα ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Στη στατιστική επεξεργασία των μέσων όρων η οποία αναφέρεται παραπάνω συγκρίναμε τον μέσο όρο (ΜΟ) των ομάδων ανά ζεύγη με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας με X = 5 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 Οι συγκρίσεις αυτές έγιναν χωριστά για κάθε ομάδα ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Η σύγκριση έγινε για τους μαθητές οι οποίοι προέρχονται από δημόσια σχολεία,. εκτός αυτών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7, N = 181, με το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey-HSD (Tukey's honestly significant difference tests) σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (one way ANOVA) του πίνακα 9,7.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 9,10 στον οποίο το σύμβολο # δείχνει τις ομάδες που παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,05.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.10

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ) ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

ΜΑΘΗΤΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ (ΕΚΤΟΣ Χ=7) N = 181

Ομάδες μαθητών	Μνήμη εργασίας	Χ = 5	Χ = 6	Μέσος όρος με άριστα το 100
Εξαρτώμενοι πεδίου	Χ = 4		#	29,08
	Χ = 5			33,67
	Χ = 6			58,93
Ενδιάμεσοι	Χ = 4	#	#	34,23
	Χ = 5			49,13
	Χ = 6			61,04
Ανεξάρτητοι πεδίου	Χ = 4		#	41,43
	Χ = 5			45,63
	Χ = 6			66,48
Σύνολο	Χ = 4		#	34,69
	Χ = 5		#	44,83
	Χ = 6			62,64

a = 0,05

Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτόν για τους μαθητές οι οποίοι προέρχονται από δημόσια σχολεία, εκτός αυτών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7, για τους οποίους έγινε η σύγκριση, μόνο η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 παρουσιάζει διαφορά στην επίδοση και με τις δύο άλλες ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ ίσον 4 και 5, που να είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a=0,05. Οι άλλες δύο ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ 4 και 5 δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορά στην επίδοση που να είναι στατιστικώς σημαντική.

Αν όμως παρατηρήσουμε χωριστά τις ομάδες ανάλογα το βαθμό ανεξαρτησίας από το πεδίο βλέπουμε ότι η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ ίσον 6 παρουσιάζει διαφορά η οποία να είναι στατιστικώς σημαντική μόνο με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4. Οι ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ 4 και 5 παρουσιάζουν διαφορά μεταξύ τους μόνο σε αυτούς οι οποίοι είναι ενδιάμεσοι ως προς το βαθμό ανεξαρτησίας του πεδίου..

Όλες οι παραπάνω στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επίδοση είναι σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,05.

9.7.1.3 Φροντιστήρια

Οι παρουσιάσεις και οι στατιστικές επεξεργασίες με βάση το μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8 οι οποίες έγιναν για το σύνολο του δείγματος και τους μαθητές δημοσίων σχολείων τις κάναμε χωριστά και για τους μαθητές των φροντιστηρίων.. Παρακάτω εμφανίζονται αυτές οι παρουσιάσεις και οι στατιστικές επεξεργασίες

Η πρώτη παρουσίαση σε πίνακα και διάγραμμα εμφανίζει τη επίδοση που είχαν οι μαθητές των φροντιστηρίων στα επτά πρώτα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε σχέση με τον βαθμό εξάρτησης από το πεδίο.

Τα αποτελέσματα από τη σύγκριση αυτή φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 9.11.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.11

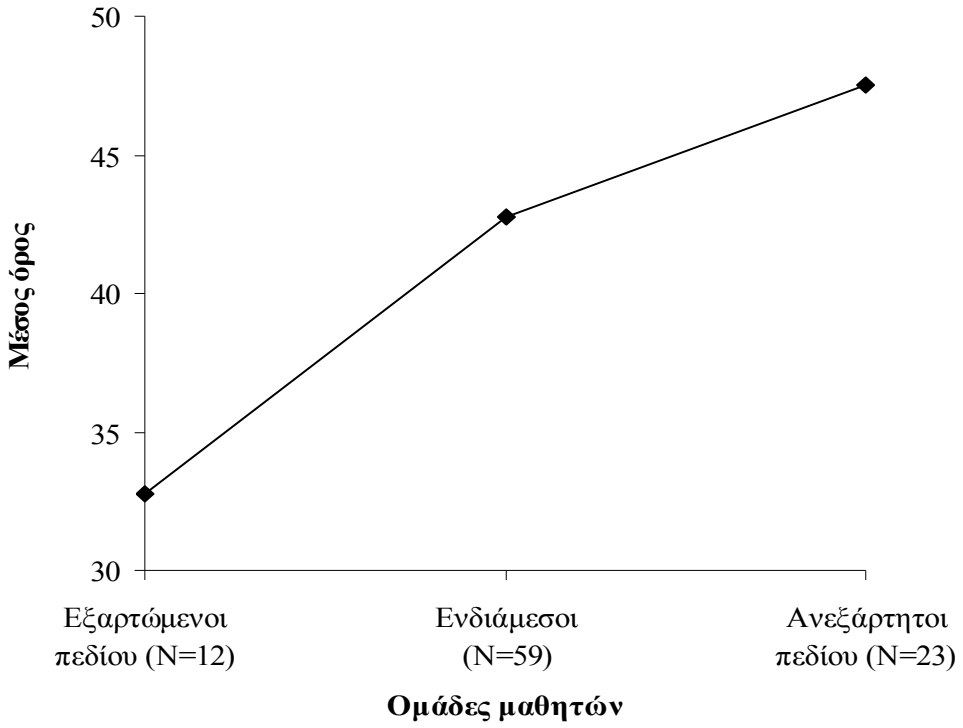
ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ N = 94

Ομάδες μαθητών	Πλήθος	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Εξαρτώμενοι πεδίου	12	32,74	17,88
Ενδιάμεσοι	59	42,74	21,97
Ανεξάρτητοι πεδίου	23	47,52	22,03
Σύνολο	94	42,63	21,73

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται καθαρά ότι όσο λιγότερο εξαρτημένοι από το πεδίο είναι οι μαθητές τόσο μεγαλύτερη επίδοση πέτυχαν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης.

Τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνονται πιο παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα μέσου όρου βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης και ομάδων ανάλογα τον βαθμό εξάρτησης από το πεδίο.



Διάγραμμα 9.11: Μαθητές φροντιστηρίων N = 94. Φαίνονται: οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Στον πίνακα 9.12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας με το μη παραμετρικό κριτήριο Kruskal-Wallis και με ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA).

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.12

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ N = 94

Στατιστικές αναλύσεις	**Κριτήριο Kruskal-Wallis 1-way ANOVA**		**Ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA)**	
	χ^2	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας	F	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Επίδοση στα προβλήματα	4,66	0,097	1,86	0,162

Όπως φαίνονται στον παραπάνω πίνακα οι ομάδες των μαθητών των φροντιστηρίων σε αντίθεση με τους των δημοσίων σχολείων με διαφορετική εξάρτηση από το πεδίο παρόλο που παρουσιάζουν διαφορά στον μέσο όρο της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης αυτή δεν είναι στατιστικώς σημαντική.

Στους πίνακες 9,13α, 9,13β, και 9,13γ πιο κάτω παρουσιάζεται η επίδοση που είχαν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση (Z) όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 μέχρι και 8, χωριστά για κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 4, 5, 6 και 7. Στον πίνακα 9,13α εμφανίζονται οι τιμές για τους εξαρτώμενους από το πεδίο, στον πίνακα 9,13β για τους ενδιάμεσους και στον πίνακα 9,13γ για τους ανεξάρτητους του πεδίου. Επίσης μετά από κάθε πίνακα υπάρχει και το αντίστοιχο διάγραμμα.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.13α

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ) ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).

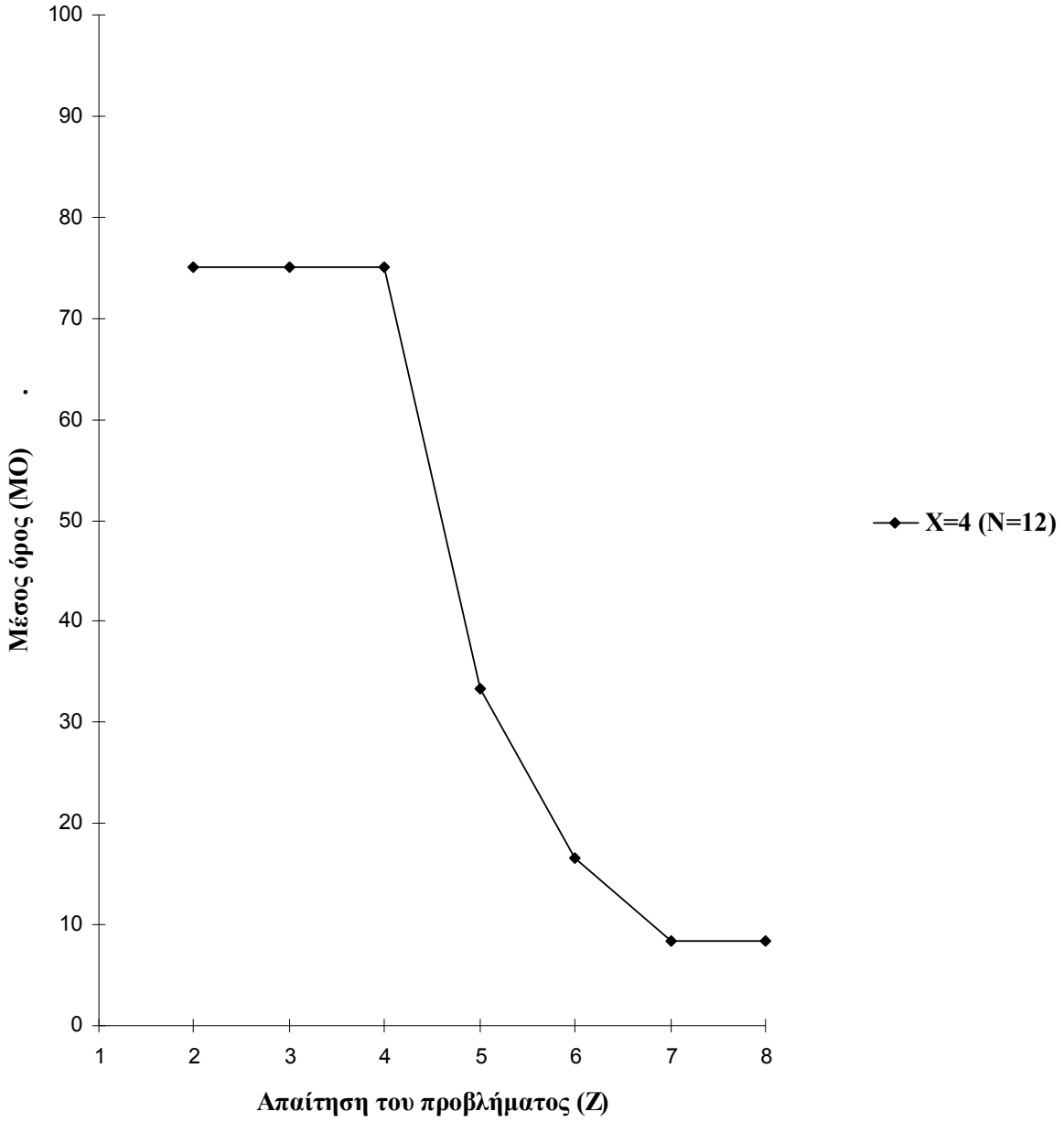
ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ (FIELD DEPENDENT) Ν = 12

Ζ	**Χ = 4, (Ν = 14)**	**Χ = 5, (Ν = 14)**	**Χ = 6, (Ν = 4)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	75,00		
3	75,00		
4	75,00		
5	33,33		
6	16,67		
7	8,33		
8	8,33		

Η ομάδα την οποία αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι είναι εξαρτώμενοι από το πεδίο (Ν=12) αποτελείται μόνο από μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4. Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν οι μαθητές αυτοί σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές αυτοί με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 75,00, 75,00και 75,00 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 33,33 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 16,67, 8,33 και 8,33 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 75,00 στο 16,67 (γκρίζα κελιά).

Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι είναι εξαρτώμενοι από το πεδίο ακολουθούν πιστά το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.12: Εξαρτώμενοι από το πεδίο (field dependent) N = 12. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (ΜΟ) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z),

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.13β

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ) ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).

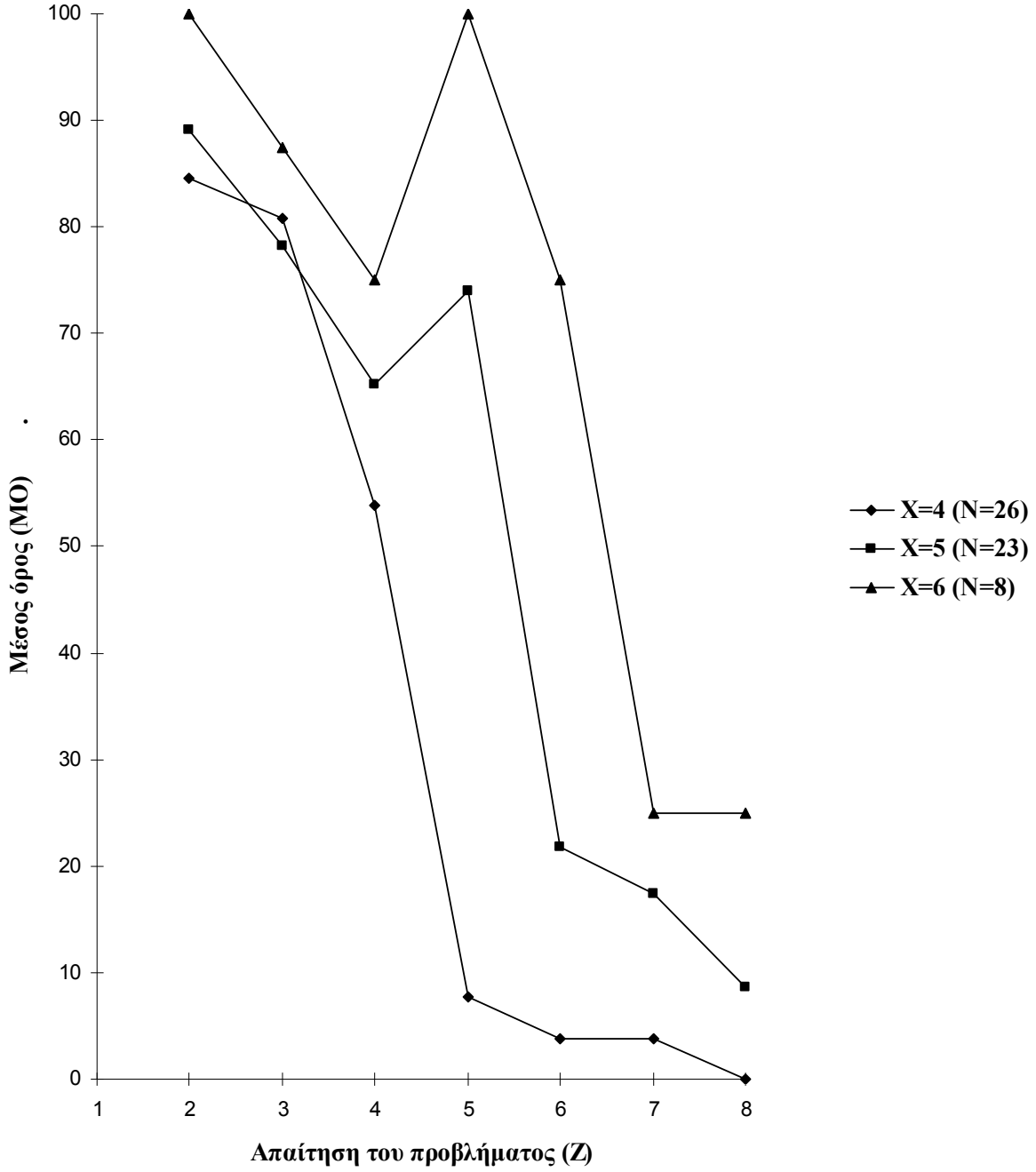
ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΙ (FIELD INTERMEDIATE) N = 57

Z	**X = 4, (N = 26)**	**X = 5, (N = 23)**	**X = 6, (N = 8)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	84,62	89,13	100,00
3	80,77	78,26	87,50
4	53,85	65,22	75,00
5	7,69	73,91	100,00
6	3,85	21,74	75,00
7	3,85	17,39	25,00
8	0,00	8,70	25,00

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι στην εξάρτηση από το πεδίο είναι ενδιάμεσοι (N=57).

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 84,62, 80,77 και 53,85 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 7,69 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 3,85, 3,85 και 0,00 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 53,85 στο 7,69 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8.

Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι στην εξάρτηση από το πεδίο είναι ενδιάμεσοι ακολουθούν πιστά το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.13: Ενδιάμεσοι (field intermediate) N = 57. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (MO) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z).

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.13γ

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ) ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).

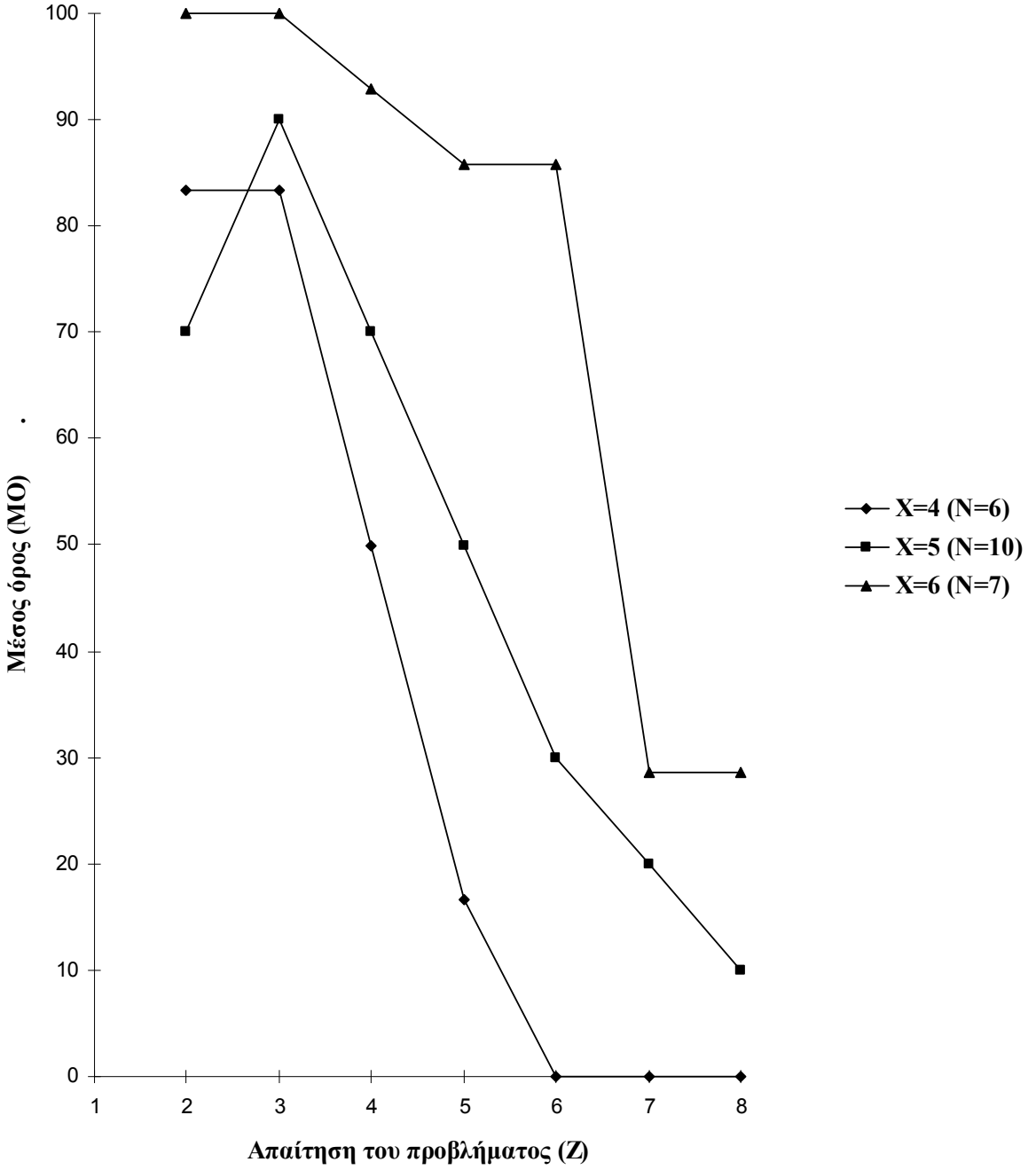
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ (FIELD INDEPENDENT) Ν = 23

Ζ	**Χ = 4, (Ν = 6)**	**Χ = 5, (Ν = 10)**	**Χ = 6, (Ν = 7)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	83,33	70,00	100,00
3	83,33	90,00	100,00
4	50,00	70,00	92,86
5	16,67	50,00	85,71
6	0,00	30,00	85,71
7	0,00	20,00	28,57
8	0,00	10,00	28,57

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι από το πεδίο (Ν=23).

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 83,33, 83,33 και 50,00 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 16,67 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 0,00, 0,00 και 0,00 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 50,00 στο 16,67 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8.

Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι από το πεδίο ακολουθούν πιστά το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.14: Ανεξάρτητοι από το πεδίο (field independent) N = 50. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (ΜΟ) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z)

Στο τελευταίο αυτό το μέρος της έρευνας έχουμε θέσει και ένα τρίτο ερώτημα. Αυτό είναι αν κάθε ομάδα μαθητών ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο και με την ίδια

χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ, θα έχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα που θα φέρει αν προσπαθήσει να λύσει προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ και προβλήματα με απαίτηση $Z > X$. Στο προηγούμενο κεφάλαιο σε αντίστοιχο ερώτημα επειδή μελετούσαμε τη βασική παράμετρο οι οποία σχετίζεται με την απαίτηση των προβλημάτων, κάναμε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας $X = 4$, $X = 5$, $X = 6$ και $X = 7$ με τον αντίστοιχο μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας $X = 4$, $X = 5$ και $X = 6$ για κάθε πρόβλημα με απαίτηση από $Z = 2$ μέχρι και $Z = 8$.

Εδώ επειδή μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε την επίδραση που έχει ο βαθμός εξάρτησης από το πεδίο στην εφαρμογή του προφητικού μοντέλου των Johnstone - El-Banna περιορίσαμε την μελέτη μας στη σύγκριση μόνο των μέσων όρων (ΜΟ) στο σύνολο των προβλημάτων με απαίτηση από $Z = 2$ μέχρι και $Z = 8$ που αποτελεί τη δεύτερη στατιστική επεξεργασία. Δηλαδή χωρίσαμε τους μαθητές σε εννιά ομάδες ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο και ανάλογα τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας 4, 5, και 6. Τους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7 τους εξαιρέσαμε γιατί ήταν πολύ λίγοι N= 12. Για κάθε μία ομάδα από τις παραπάνω καταγράψαμε χωριστά την επίδοση που είχαν οι μαθητές που την αποτελούν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση (Z) όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 μέχρι και 8. Έτσι προέκυψε ο μέσος όρος (ΜΟ) της επίδοσης κάθε ομάδας.

Με το μέσο όρο κάθε ομάδας κάναμε μια παρουσίαση με πίνακα και αντίστοιχο διάγραμμα και μια στατιστική επεξεργασία .

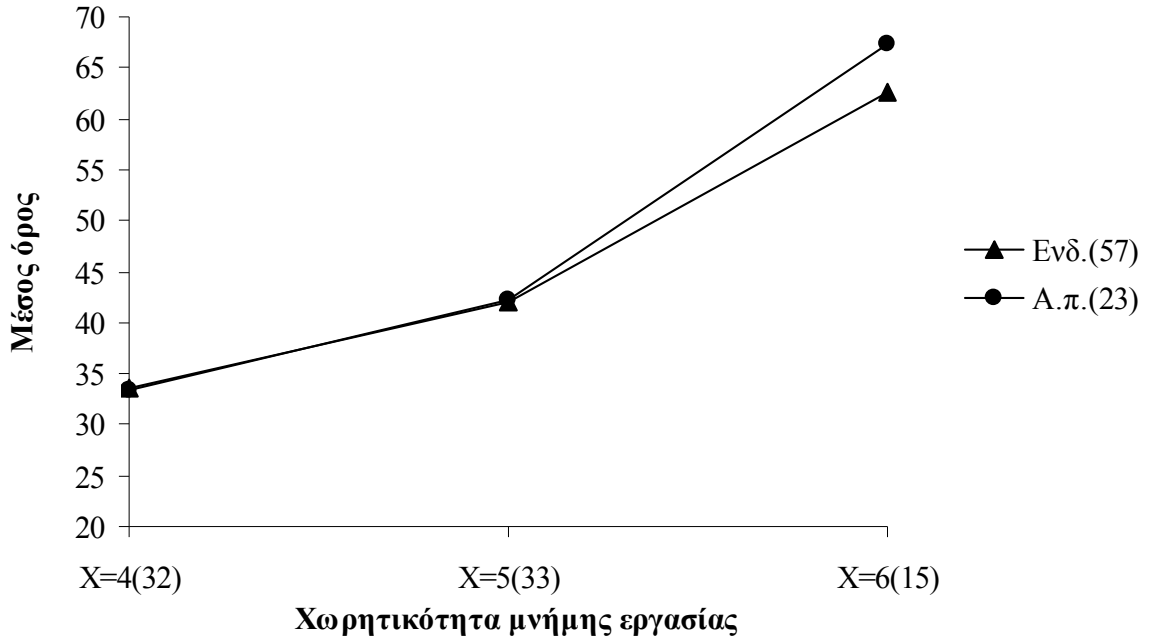
Στην παρουσίαση καταγράψαμε το πλήθος, το μέσο όρο και τη τυπική απόκλιση κάθε ομάδας. Τη καταγραφή αυτή παρουσιάζει ο πιο κάτω πίνακας 9.4.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.14

ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ
ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ
ΚΑΙ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Χ)
ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ (ΕΚΤΟΣ Χ=7) Ν = 92

Ομάδες μαθητών	Χωρητικότητα της μνήμης εργασίας	Χ = 4	Χ = 5	Χ = 6	Σύνολο
Εξαρτώμενοι πεδίου	Πλήθος	12	0	0	12
	Μέσος όρος	32,74	0	0	32,74
	Τυπική απόκλιση	17,88	0	0	17,88
Ενδιάμεσοι	Πλήθος	26	23	8	57
	Μέσος όρος	33,51	41,93	62,50	40,98
	Τυπική απόκλιση	16,63	21,13	10,63	20,14
Ανεξάρτητοι πεδίου	Πλήθος	6	10	7	23
	Μέσος όρος	33,33	42,14	67,35	47,52
	Τυπική απόκλιση	19,52	17,32	17,43	22,03
Σύνολο	Πλήθος	44	33	15	92
	Μέσος όρος	33,28	41,99	64,76	41,54
	Τυπική απόκλιση	16,94	19,78	13,89	20,62

Τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα φαίνονται πιο παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα μέσου όρου βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης και ομάδων ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας και την εξάρτηση από το πεδίο.



Διάγραμμα 9.15: Μαθητές φροντιστηρίων (εκτός X= 7 και Ε.π.=12), N = 80. Φαίνονται: οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας για κάθε ομάδα ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Στη στατιστική επεξεργασία των μέσων όρων η οποία αναφέρεται παραπάνω συγκρίναμε τον μέσο όρο (ΜΟ) των ομάδων ανά ζεύγη με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας με X = 5 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 Οι συγκρίσεις αυτές έγιναν χωριστά για κάθε ομάδα ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Η σύγκριση έγινε για τους μαθητές οι οποίοι προέρχονται από φροντιστήρια,. εκτός αυτών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7, N = 92, με το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey-HSD (Tukey's honestly significant difference tests) σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (one way ANOVA) του πίνακα 9,12.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 9,5 στον οποίο το σύμβολο # δείχνει τις ομάδες που παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,05.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.15

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ) ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

ΜΑΘΗΤΕΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ (ΕΚΤΟΣ Χ=7) N = 92

Ομάδες μαθητών	**Μνήμη εργασίας**	**Χ = 5**	**Χ = 6**	**Μέσος όρος με άριστα το 100**
Εξαρτώμενοι πεδίου	**Χ = 4**			**32,74**
	Χ = 5			**0**
	Χ = 6			**0**
Ενδιάμεσοι	**Χ = 4**		#	**33,51**
	Χ = 5		#	**41,93**
	Χ = 6			**62,50**
Ανεξάρτητοι πεδίου	**Χ = 4**		#	**33,33**
	Χ = 5		#	**42,14**
	Χ = 6			**67,35**
Σύνολο	**Χ = 4**		#	**33,28**
	Χ = 5		#	**41,99**
	Χ = 6			**64,76**

a = 0,05

Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτόν για τους μαθητές οι οποίοι προέρχονται από φροντιστήρια, εκτός αυτών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7 για τους οποίους έγινε η σύγκριση μόνο η ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 παρουσιάζει διαφορά στην επίδοση και με τις δύο άλλες ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ ίσον 4 και 5, που να είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a=0,05. Οι άλλες δύο ομάδες με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ 4 και 5 δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορά στην επίδοση που να είναι στατιστικώς σημαντική.

Αν όμως παρατηρήσουμε χωριστά τις ομάδες ανάλογα το βαθμό ανεξαρτησίας από το πεδίο βλέπουμε ότι αυτό που παρατηρείται στο σύνολο συμβαίνει και στις ομάδες τις οποίες τις αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι είναι ενδιάμεσοι ή ανεξάρτητοι του πεδίου. Οι μαθητές οι οποίοι είναι εξαρτημένοι από το πεδίο δεν έχουν μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ 5 και 6 με αποτέλεσμα να μην μπορεί να γίνει σύγκριση.

Όλες οι παραπάνω στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην επίδοση είναι σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,05.

9.7.2 Επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Όπως αναφέρεται στην παράγραφο 9.5.2 το «τεστ του Lawson για τη νοητική ανάπτυξη» δεν κατέστει δυνατόν να διεξαχθεί στα φροντιστήρια με αποτέλεσμα το τελευταίο αυτό μέρος της έρευνα να υπάρχει δείγμα με μαθητές μόνο από δημόσια σχολεία. Έτσι η μελέτη και τα συμπεράσματα θα περιοριστούν μόνο σε μαθητές δημοσίων σχολείων.

Παρακάτω φαίνονται οι τρείς παρουσιάσεις και τα αποτελέσματα από τις δυο στατιστικές επεξεργασίες που έγιναν για το σύνολο του δείγματος με βάση το μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές την πρώτη φορά που αντιμετώπισαν προβλήματα που έχουν απαίτηση Z όλους τους ακέραιους αριθμούς από 2 έως και 8. Πρέπει να διευκρινιστεί ότι με τον όρο «σύνολο του δείγματος» στο σημείο αυτό της έρευνα εννοούμε το σύνολο των μαθητών για τους οποίους κατέστει δυνατόν να υποβληθούν στο «τεστ του Lawson για τη νοητική ανάπτυξη». Ο αριθμός αυτός είναι 163 και όπως αναφέρθηκε πιο πάνω προέρχονται όλοι από δημόσια σχολεία.

Η πρώτη παρουσίαση σε πίνακα και διάγραμμα εμφανίζει τη επίδοση που είχαν οι μαθητές στα επτά πρώτα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε σχέση με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget

Τα αποτελέσματα από τη σύγκριση αυτή φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 9.16.

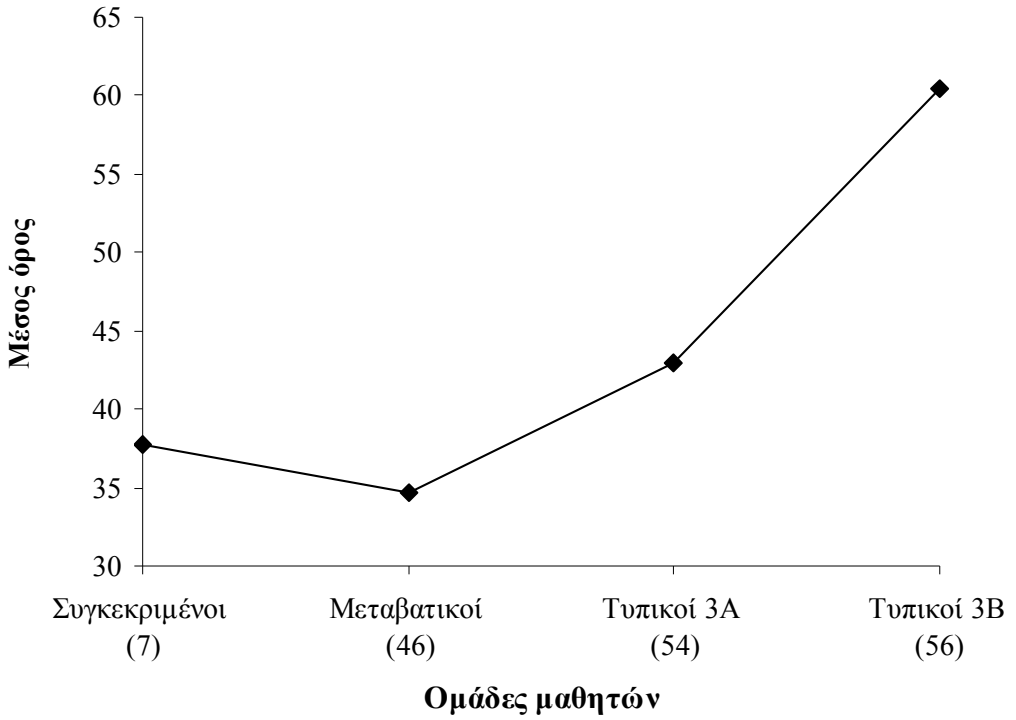
Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.16

ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ
ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET
ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ N = 163

Ομάδες μαθητών	Πλήθος	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Συγκεκριμένοι	**7**	**37,75**	**23,59**
Μεταβατικοί	**46**	**34,63**	**24,19**
Τυπικοί 3Α	**54**	**42,99**	**23,97**
Τυπικοί 3Β	**56**	**60,46**	**27,27**
Σύνολο	**163**	**46,41**	**27,17**

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι όσο το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget των μαθητών είναι πιο ανεπτυγμένο δείχνουν τάση να πετυχαίνουν μεγαλύτερη επίδοση στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης αλλά αυτό δεν έχει απόλυτη εφαρμογή. Οι μαθητές οι οποίοι βρίσκονται και στα δύο στάδια τυπικών συλλογισμών πέτυχαν μεγαλύτερη επίδοση από τους υπόλοιπους και μάλιστα αυτοί στο ανώτερο επίπεδο 3Β είχαν αρκετά μεγαλύτερη επίδοση από αυτούς στο κάτω επίπεδο 3Α. Όμως αυτοί οι οποίοι βρίσκονται στο στάδιο των συγκεκριμένων συλλογισμών πέτυχαν μεγαλύτερη επίδοση από αυτούς οι οποίοι βρίσκονται στο μεταβατικό στάδιο. Έτσι δεν μπορεί να εξαχθεί γενικό συμπέρασμα.

Τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνονται πιο παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα μέσου όρου βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης και ομάδων ανάλογα το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.



Διάγραμμα 9.16: Όλο το δείγμα N = 163. Φαίνονται: οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Για καλύτερη τεκμηρίωση των παραπάνω αποτελεσμάτων έγινε και στατιστική επεξεργασία με το μη παραμετρικό κριτήριο Kruskal-Wallis και με ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA). Με τη στατιστική αυτή ανάλυση θέλαμε να διαπιστώσουμε αν η διαφορά στην επίδοση στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης ανάμεσα στις ομάδες ανάλογα το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget είναι στατιστικώς σημαντική.

Τα αποτελέσματα αυτής της στατιστικής επεξεργασίας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 9.17

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.17

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET

ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ N = 163

Στατιστικές αναλύσεις	**Κριτήριο Kruskal-Wallis 1-way ANOVA**		**Ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (ONE WAY ANOVA)**	
	χ^2	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας	F	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Επίδοση στα προβλήματα	24,24	0,000	9,75	0,000

Όπως φαίνονται στον παραπάνω πίνακα οι ομάδες των μαθητών με διαφορετικ;ο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας a = 0,01 στην επίδοση στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης. Το συμπέρασμα αυτό εξάγεται τόσο από τη παραμετρική ανάλυση όσο και από την στατιστική ανάλυση με μη παραμετρικό κριτήριο.

Το δεύτερο ερώτημα που έχουμε θέσει σε αυτό το μέρος της έρευνας είναι αν οι μαθητές οι οποίοι βρίσκονται σε υψηλότερο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget ακολουθούν πιο πιστά ή όχι το προτεινόμενο μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αυτό πήραμε χωριστές ομάδες τους μαθητές ανάλογα το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. Για κάθε μία από τις παραπάνω ομάδες καταγράψαμε την επίδοση που είχαν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση (Z) όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 μέχρι και 8, χωριστά για κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 4, 5, 6 και 7. Η καταγραφή αυτή αποτελεί την δεύτερη παρουσίαση και εμφανίζεται στους παρακάτω πίνακες 9,18α, 9,18β, και 9,18γ. Για πιο παραστατική απεικόνιση των αποτελεσμάτων αυτών μετά από κάθε πίνακα υπάρχει και αντίστοιχο διάγραμμα το οποίο παρουσιάζει το μέσο όρο (ΜΟ) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτησης του προβλήματος (Z), για κάθε ομάδα με διαφορετική χωρητικότητα της μνήμης εργασίας. Οι μαθητές οι οποίοι βρίσκονται στο στάδιο των συγκεκριμένων συλλογισμός ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget. είναι μόνο επτά και θα είναι πολύ επισφαλές οποιοδήποτε

συμπέρασμα για την ομάδα αυτή και για αυτό δεν εμφανίζεται χωριστά οποιαδήποτε παρουσίαση για αυτή την ομάδα.

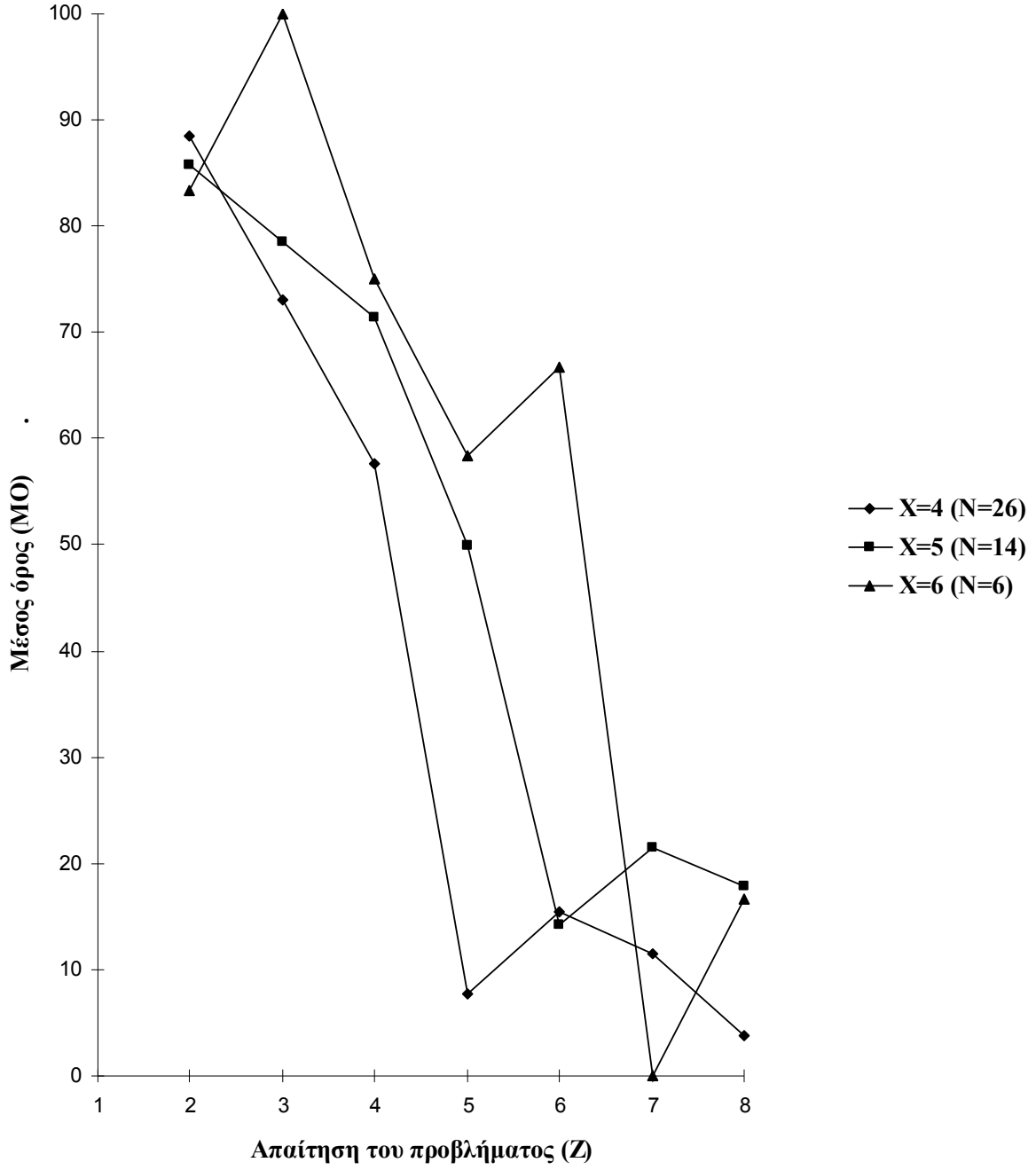
Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.18α

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΟΙ Ν = 46

Ζ	**Χ = 4, (Ν = 26)**	**Χ = 5, (Ν = 14)**	**Χ = 6, (Ν = 6)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	88,46	85,71	83,33
3	73,08	78,57	100,00
4	57,69	71,43	75,00
5	7,69	50,00	58,33
6	15,38	14,29	66,67
7	11,54	21,43	0,00
8	3,85	17,86	16,67

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι βρίσκονται στο μεταβατικό επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget (Ν=46). Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 88,46, 73,08 και 57,69 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 7,69 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5, ανεβαίνουν λίγο σε 15,38 και 11,54 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6 και Ζ = 7 και ξαναπέφτουν στο 3,85 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 57,69 στο 7,69 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι

βρίσκονται στο μεταβατικό επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget ακολουθούν με μικρές παρακλήσεις το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Z) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



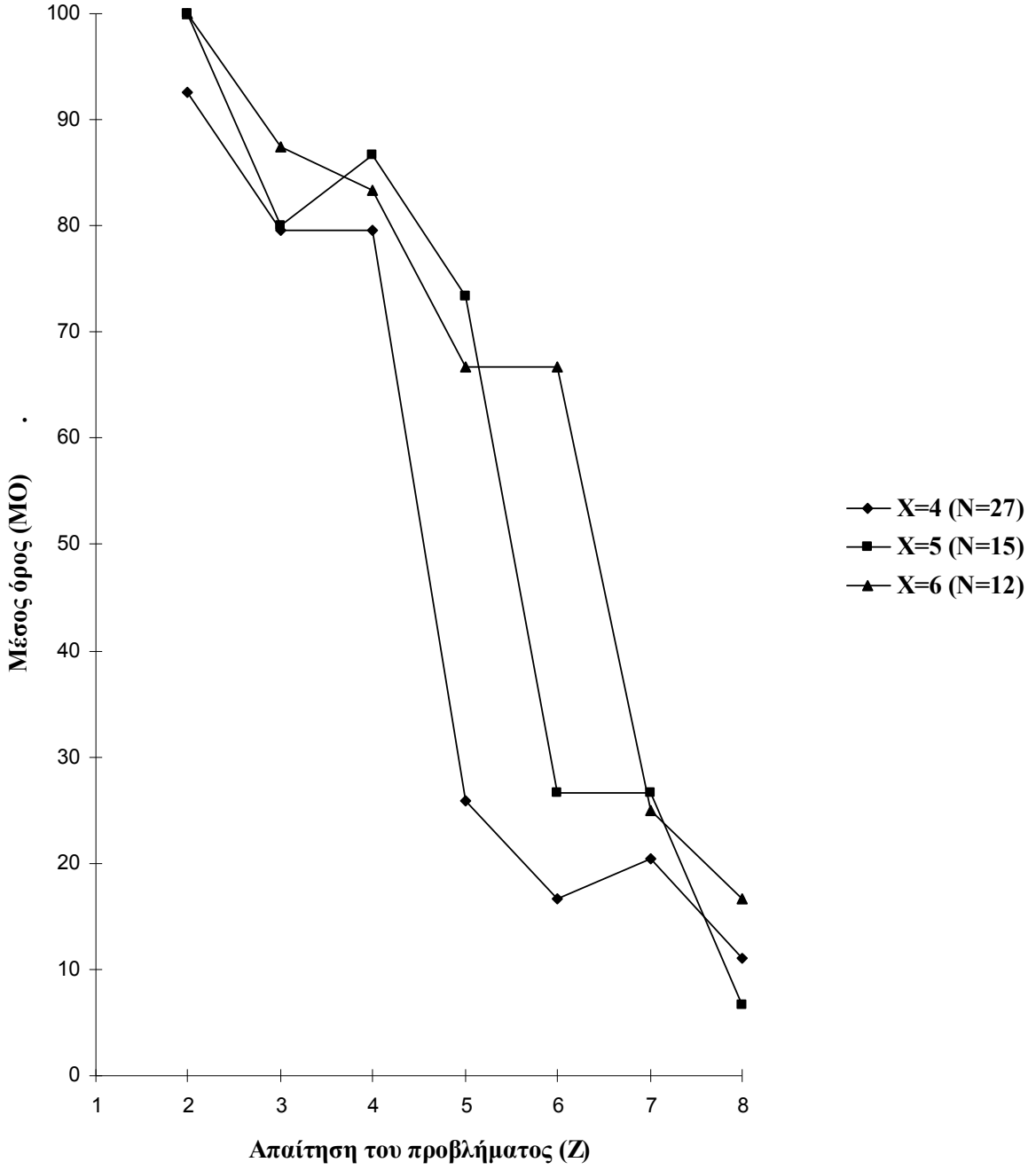
Διάγραμμα 9.17: Μεταβατικοί N = 46. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (ΜΟ) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z).

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.18β

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΤΥΠΙΚΟΙ 3Α Ν = 54

Z	**X = 4, (N = 27)**	**X = 5, (N = 15)**	**X = 6, (N = 12)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	92,59	100,00	100,00
3	79,63	80,00	87,50
4	79,63	86,67	83,33
5	25,93	73,33	66,67
6	16,67	26,67	66,67
7	20,37	26,67	25,00
8	11,11	6,67	16,67

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι βρίσκονται στο στάδιο τυπικών συλλογισμών 3Α ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget (N=54).. Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 92,59, 79,63 και 79,63 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν απότομα σε 25,93 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 16,67, 20,37 και 11,11 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 79,63 στο 25,93 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5, Χ = 6 και Χ = 7 όταν η απαίτηση των προβλημάτων είναι αντίστοιχα Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι βρίσκονται στο στάδιο τυπικών συλλογισμών 3Α ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget ακολουθούν πιστά το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Ζ) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.18: Τυπικοί 3Α N = 54. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (MO) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z).

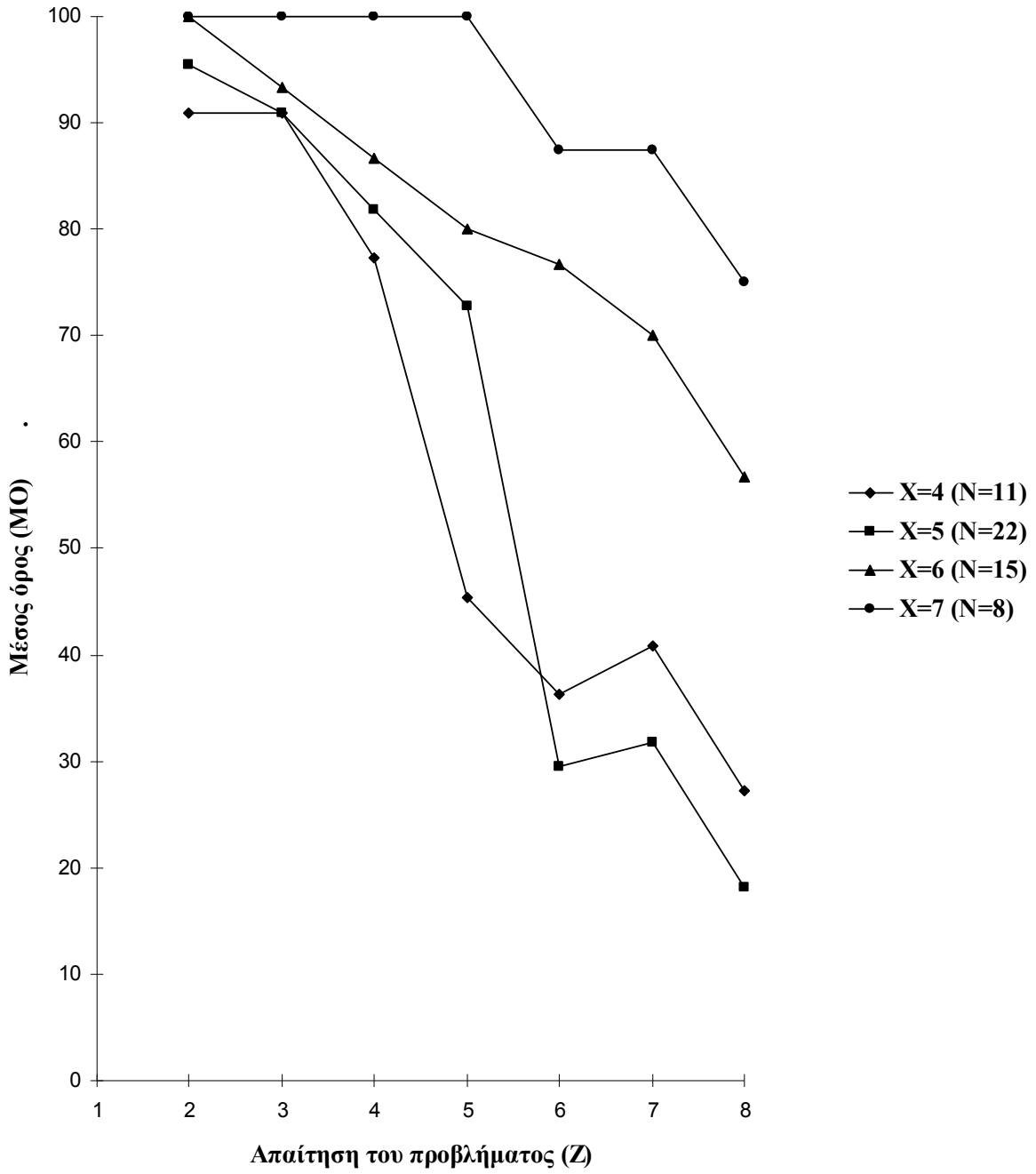
Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.18γ

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ (ΜΟ) ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΟΓΑ
ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ (Χ)
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ (Ζ).
ΤΥΠΙΚΟΙ 3Β Ν = 56

Z	**X = 4, (N = 11)**	**X = 5, (N = 22)**	**X = 6, (N = 15)**	**X = 7, (N = 8)**
	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ	ΜΟ
2	90,91	95,45	100,00	100,00
3	90,91	90,91	93,33	100,00
4	77,27	81,82	86,67	100,00
5	45,45	72,73	80,00	100,00
6	36,36	29,55	76,67	87,50
7	40,91	31,82	70,00	87,50
8	27,27	18,18	56,67	75,00

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται οι μέσοι όροι της βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικών συνθέσεων, προσαρμοσμένοι σε κλίμακα στα εκατό, που πέτυχαν σε κάθε πρόβλημα με απαίτηση Ζ από 2 έως και 8 κάθε ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας από Χ = 4 έως και Χ = 6 στο μέρος του δείγματος που το αποτελούν οι μαθητές οι οποίοι βρίσκονται στο στάδιο τυπικών συλλογισμών 3Β ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget (Ν=56). Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς στον πίνακα οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 4 ενώ παρουσιάζουν σχετικά υψηλούς μέσους όρους βαθμολογίας 90,91, 90,91και 77,27 στη λύση προβλημάτων με απαίτηση Ζ = 2, Ζ = 3 και Ζ = 4 αντίστοιχα οι τιμές αυτές πέφτουν αρκετά σε 45,45 για προβλήματα με απαίτηση Ζ = 5 και σε 36,36, 40,91 και 27,27 για προβλήματα αντίστοιχα με απαίτηση Ζ = 6, Ζ = 7 και Ζ = 8. Δηλαδή όπως φαίνεται όταν η απαίτηση Ζ των προβλημάτων είναι κατά μία μονάδα και πάνω μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας των μαθητών Χ = 4 ο μέσος όρος βαθμολογίας πέφτει απότομα από το 77,27 στο 36,36 (γκρίζα κελιά). Παρόμοια απότομη πτώση έχουμε και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 5. Δεν συμβαίνει το ίδιο και στους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ = 6 και Χ = 7. Η πτώση που εμφανίζεται είναι πολύ μικρή για να δεχτούμε ότι ακολουθούν το προφητικό μοντέλο των Johnstone - El-Banna Φαίνεται ότι οι μαθητές οι οποίοι βρίσκονται στο στάδιο τυπικών συλλογισμών 3Β ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget ακολουθούν με σημαντικές παρεκκλίσεις το προφητικό μοντέλο των

Johnstone - El-Banna. Τα παραπάνω φαίνονται εποπτικά καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα απαίτησης προβλήματος (Z) – μέσος όρος βαθμολογίας (ΜΟ).



Διάγραμμα 9.19: Τυπικοί 3Β N = 56. Φαίνονται: οι μέσοι όροι (ΜΟ) της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με την απαίτηση του προβλήματος (Z)

Στο τελευταίο αυτό το μέρος της έρευνας έχουμε θέσει και ένα τρίτο ερώτημα. Αυτό είναι αν κάθε ομάδα μαθητών ανάλογα επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget και με την ίδια χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ, θα έχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα που θα φέρει αν προσπαθήσει να λύσει προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ και προβλήματα με απαίτηση $Z > X$. Στο προηγούμενο κεφάλαιο σε αντίστοιχο ερώτημα επειδή μελετούσαμε τη βασική παράμετρο οι οποία σχετίζεται με την απαίτηση των προβλημάτων, κάναμε σύγκριση του μέσου όρου (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας $X = 4$, $X = 5$, $X = 6$ και $X = 7$ με τον αντίστοιχο μέσο όρο (ΜΟ) της βαθμολογίας που πήραν οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας $X = 4$, $X = 5$ και $X = 6$ για κάθε πρόβλημα με απαίτηση από $Z = 2$ μέχρι και $Z = 8$.

Εδώ επειδή μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε την επίδραση που έχει το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget στην εφαρμογή του προφητικού μοντέλου των Johnstone - El-Banna περιορίσαμε την μελέτη μας στη σύγκριση μόνο των μέσων όρων (ΜΟ) στο σύνολο των προβλημάτων με απαίτηση από $Z = 2$ μέχρι και $Z = 8$ που αποτελεί τη δεύτερη στατιστική επεξεργασία. Δηλαδή χωρίσαμε τους μαθητές σε εννιά ομάδες ανάλογα το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget και ανάλογα τη χωρητικότητα μνήμης εργασίας 4, 5, και 6. Τους μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7 τους εξαιρέσαμε γιατί ήταν πολύ λίγοι $N = 8$. Για κάθε μία ομάδα από τις παραπάνω καταγράψαμε χωριστά την επίδοση που είχαν οι μαθητές που την αποτελούν στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης με απαίτηση (Z) όλους τους ακεραίους αριθμούς από 2 μέχρι και 8. Έτσι προέκυψε ο μέσος όρος (ΜΟ) της επίδοσης κάθε ομάδας.

Με το μέσο όρο κάθε ομάδας κάναμε μια παρουσίαση με πίνακα και αντίστοιχο διάγραμμα και μια στατιστική επεξεργασία .

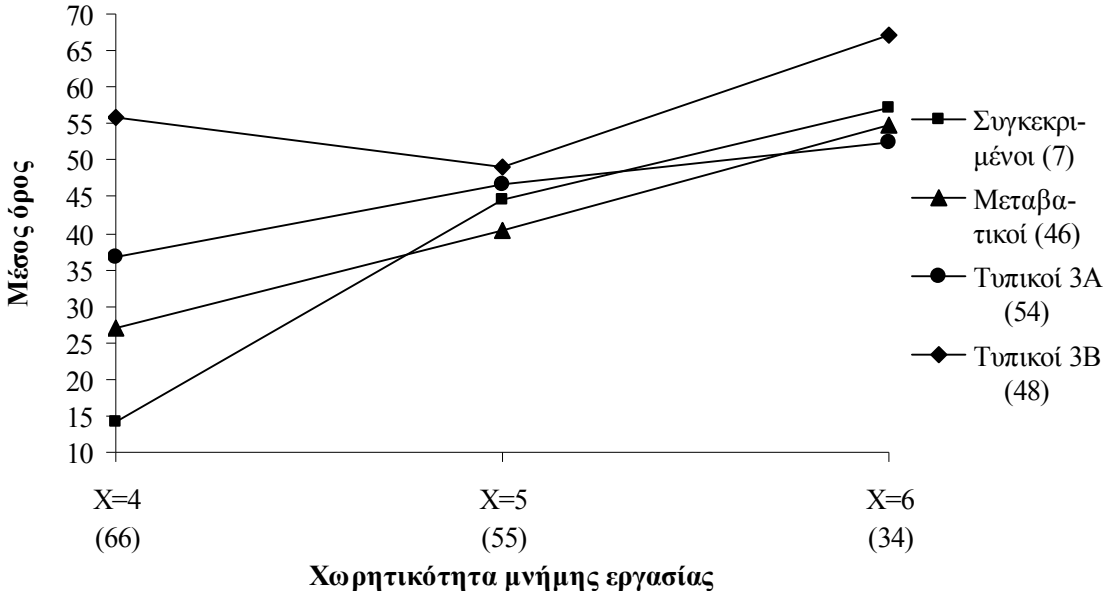
Στην παρουσίαση καταγράψαμε το πλήθος, το μέσο όρο και τη τυπική απόκλιση κάθε ομάδας. Τη καταγραφή αυτή παρουσιάζει ο πιο κάτω πίνακας 9.19.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.19

ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ
ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET
ΚΑΙ ΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Χ)
ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ (ΕΚΤΟΣ Χ=7) N = 155

Ομάδες μαθητών	Χωρητικότητα της μνήμης εργασίας	Χ = 4	Χ = 5	Χ = 6	Σύνολο
Συγκεκριμένοι	Πλήθος	2	4	1	7
	Μέσος όρος	14,29	44,64	57,14	37,75
	Τυπική απόκλιση	20,20	20,51		23,59
Μεταβατικοί	Πλήθος	26	14	6	46
	Μέσος όρος	26,92	40,31	54,76	34,63
	Τυπική απόκλιση	21,60	25,31	19,52	24,19
Τυπικοί 3Α	Πλήθος	27	15	12	54
	Μέσος όρος	36,77	46,67	52,38	42,99
	Τυπική απόκλιση	22,21	26,98	21,61	23,97
Τυπικοί 3Β	Πλήθος	11	22	15	48
	Μέσος όρος	55,84	49,03	67,14	56,25
	Τυπική απόκλιση	26,31	26,11	23,81	26,14
Σύνολο	Πλήθος	66	55	34	155
	Μέσος όρος	35,39	45,84	59,45	44,38
	Τυπική απόκλιση	24,57	25,37	22,43	25,96

Τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα φαίνονται πιο παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα μέσου όρου βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης και ομάδων ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας και το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.



Διάγραμμα 9.20: Όλο το δείγμα (εκτός X= 7), N = 155. Φαίνονται: οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας για κάθε ομάδα ανάλογα με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Στη στατιστική επεξεργασία των μέσων όρων η οποία αναφέρεται παραπάνω συγκρίναμε τον μέσο όρο (ΜΟ) των ομάδων ανά ζεύγη με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 4 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 5 και με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6. Την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας με X = 5 τη συγκρίναμε με την ομάδα με χωρητικότητα μνήμης εργασίας X = 6 Οι συγκρίσεις αυτές έγιναν χωριστά για κάθε ομάδα ανάλογα την ανεξαρτησία ή όχι από το πεδίο.

Η σύγκριση έγινε για τους μαθητές που αποτελούν το σύνολο του δείγματος,. εκτός αυτών με χωρητικότητα μνήμης εργασίας 7, N = 273, με το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey-HSD (Tukey's honestly significant difference tests) σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς για έναν παράγοντα (one way ANOVA) του πίνακα 9,17.

Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών έδειξαν ότι καμία ομάδα δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντική διαφορά. Για αυτό και δεν δημιουργήθηκε σχετικός πίνακας όπως σε προηγούμενες αναλύσεις.

9.7.3 Σύγκριση της επίδοσης ανάμεσα στον βαθμό ανεξαρτησίας από το πεδίο και επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget

Τελειώνοντας έγινε σύγκριση ως προς την επίδοση που είχαν οι μαθητές στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης ανάμεσα στον βαθμό ανεξαρτησίας από το πεδίο και επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget

Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 9,20

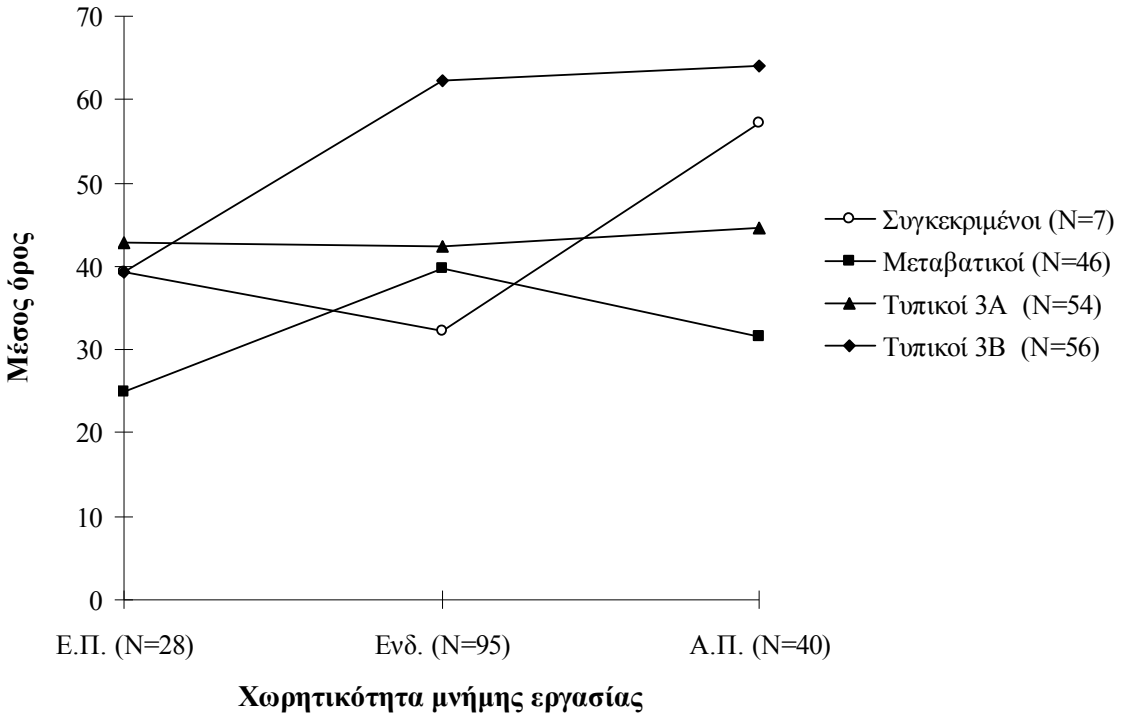
Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9.20

ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ
ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΤΑ PIAGET
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ Ή ΟΧΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ
ΟΛΟ ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ (ΕΚΤΟΣ Χ=7) N = 163

Ομάδες μαθητών		Εξαρτώμενοι πεδίου	Ενδιάμεσοι	Ανεξάρτητοι πεδίου	Σύνολο
Συγκεκρι-μένοι	Πλήθος	2	4	1	7
	Μέσος όρος	39,29	32,14	57,14	37,75
	Τυπική απόκλιση	15,15	29,45		23,59
Μεταβατι-κοί	Πλήθος	12	27	7	46
	Μέσος όρος	25,00	39,68	31,63	34,63
	Τυπική απόκλιση	12,74	27,47	22,53	24,19
Τυπικοί 3Α	Πλήθος	8	34	12	54
	Μέσος όρος	42,86	42,49	44,64	42,99
	Τυπική απόκλιση	19,47	23,65	29,07	23,97
Τυπικοί 3Β	Πλήθος	6	30	20	56
	Μέσος όρος	39,29	62,38	63,93	60,46
	Τυπική απόκλιση	21,07	27,50	26,87	23,97

Τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα φαίνονται πιο παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα μέσου όρου βαθμολογίας στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης και ομάδων

ανάλογα τη χωρητικότητα της μνήμης εργασίας και το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.



Διάγραμμα 9.21: Όλο το δείγμα (εκτός Χ= 7), Ν = 163. Φαίνονται: οι μέσοι όροι της επίδοσης στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης σε συνάρτηση με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας για κάθε ομάδα ανάλογα το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget.

Παρατηρώντας τον πίνακα και το διάγραμμα παραπάνω δεν μπορεί αν εξαχθεί κάποιο γενικό συμπέρασμα ως προς την επίδοση στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης και τις δύο ψυχομετρικές παραμέτρους για τις οποίες γίνεται αναφορά παραπάνω. Το μόνο που μπορεί να μνημονευτεί είναι ότι αυτοί που βρίσκονται στο στάδιο της τυπικής συλλογιστικής 3Β πέτυχαν καλύτερη επίδοση όσο ανεξάρτητοι από το πεδίο είναι.

9.8 ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα ερωτήματα τα οποία έχουν τεθεί στο τελευταίο αυτό κομμάτι της έρευνας μετά την παραπάνω παρουσιάσεις και στατιστικές μπορούμε να συμπεράνουμε τα παρακάτω.

Οι μαθητές οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι πεδίου έχουν πετύχει μεγαλύτερη βαθμολογία στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης από τους ενδιάμεσους και αυτοί από τους εξαρτώμενους από το πεδίο. Μάλιστα η διαφορά στην απόδοση αυτή κάνει τις ομάδες αυτές να παρουσιάζουν διαφορά στην απόδοση η οποία είναι στατιστικώς σημαντική.

Όσον αφορά το δεύτερο ερώτημα οι πίνακες και τα διαγράμματα δείχνουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών είτε είναι ανεξάρτητοι πεδίου είτε ενδιάμεσοι είτε εξαρτώμενοι και με χωρητικότητα της μνήμης εργασίας Χ, λύνουν προβλήματα με απαίτηση $Z \leq X$ ενώ αποτυγχάνουν να λύνουν προβλήματα με απαίτηση $Z > X$. Δηλαδή φαίνεται ότι οι μαθητές ανεξάρτητο το βαθμό εξάρτησης από το πεδίο ακλουθούν αρκετά πιστά το προτεινόμενο μοντέλο των Johnstone - El-Banna;

Ως προς το τρίτο ερώτημα η μελέτη δείχνει ότι το σύνολο των μαθητών οι οποίοι υποβλήθηκαν στο τεστ του Witkin των «ενσωματωμένων σχημάτων» και αποτελούν το δείγμα στο κομμάτι αυτό της έρευνας ακολουθούν πιστά το μοντέλο των Johnstone - El-Banna διότι και οι τρείς ομάδες με διαφορετική χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ ίσον 4, 5 και 6 παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά. Δηλαδή αυτοί με Χ=4 διαφέρουν από αυτούς με Χ=5 και από αυτούς με Χ=6. Επίσης αυτοί με Χ=5 διαφέρουν από αυτούς με Χ=6. Την ίδια συμπεριφορά με το σύνολο των μαθητών εμφανίζουν και οι μαθητές οι οποίοι είναι ενδιάμεσοι ως προς τη εξάρτηση από το πεδίο. Αντίστοιχα στους μαθητές οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι πεδίου παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά μονό αυτοί με Χ=4 όταν συγκρίνονται με αυτούς με Χ=5 και Χ=6. Αντίθετα αυτοί με Χ=5 και Χ=6 δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Στους εξαρτώμενους από το πεδίο παρουσιάζεται διαφορά στατιστικώς σημαντική μόνο ανάμεσα σε αυτούς με Χ=4 και Χ=6.

¨Η μελέτη της επίδοσης των μαθητών της έρευνας χωριστά ανάλογα αν προέρχονται από δημόσια σχολεία ή από φροντιστήρια δείχνει συμπεριφορά λίγο διαφορετική από αυτήν του συνόλου.

Συγκεκριμένα οι μαθητές από δημόσια σχολεία ενώ σε όλες τις παρουσιάσεις και τις στατιστικές αναλύσεις παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα με το σύνολο στο τρίτο ερώτημα

που έχουμε θέση για απάντηση από την έρευνα παρουσιάζουν λίγο διαφορετική συμπεριφορά. Έτσι στο σύνολο δεν παρουσιάζουν διαφορά στατιστικώς σημαντική οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ=4 με αυτούς με Χ=5. Στους ενδιάμεσους δεν εμφανίζεται διαφορά ανάμεσα σε αυτούς με Χ ίσον 5 και 6 ενώ στους ανεξάρτητους ανάμεσα σε αυτούς με Χ ίσον 4 και 5. Οι εξαρτώμενοι έχουν την ίδια συμπεριφορά,

Οι μαθητές από τα φροντιστήρια παρουσιάζουν σημαντικές αποκλείσεις. Ενώ οι ανεξάρτητοι πεδίου έχουν μεγαλύτερη βαθμολογία στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης από τους ενδιάμεσους και αυτοί από τους εξαρτώμενους από το πεδίο οι . διαφορές αυτές στην απόδοση δεν είναι στατιστικώς σημαντικές.

Ως προς το δεύτερο ερώτημα οι πίνακες και τα διαγράμματα δείχνουν να ακλουθούν αρκετά πιστά το προτεινόμενο μοντέλο των Johnstone - El-Banna αν και στους εξαρτώμενους από το πεδίο δεν υπάρχουν μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ=5 και 6. Στο τρίτο ερώτημα διαφορά στατιστικώς σημαντική παρουσιάζουν μόνο οι μαθητές με χωρητικότητα μνήμης εργασίας Χ=6 με αυτούς με Χ=4 και Χ=5 αντίστοιχα. Αυτή η διαφορά εμφανίζεται στο σύνολο , στους ενδιάμεσους και στους ανεξάρτητους αλλά όχι στους εξαρτώμενους από το πεδίο.

Οι μελέτη που έγινε ως προς το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget δεν έδειξε κάποια αξιόλογη συμπεριφορά με συγκεκριμένη τάση εκτός από την διαφορά στην επίδοση στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης η οποία είναι στατιστικώς σημαντική. Όμως οι ευρισκόμενοι στο στάδιο των συγκεκριμένων συλλογισμών παρουσιάζουν καλύτερη επίδοση από τους μεταβατικούς κάτι που δεν αφήνει δ\να εξαχθούν συγκεκριμένα συμπεράσματα.

Από τα παραπάνω σχόλια μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο βαθμός εξάρτησης από το πεδίο παίζει αρκετά σημαντικό ρόλο στην επίδοση των μαθητών στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης καθώς και στην εφαρμογή του προφητικού μοντέλου των Johnstone - El-Banna. Αντίθετα το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης κατά Piaget δεν φαίνεται να διαδραματίζει κάποιο ρόλο τόσο στην επίδοση των μαθητών στα προβλήματα οργανικής σύνθεσης όσο και στην εφαρμογή του προφητικού μοντέλου των Johnstone - El-Banna.

Β Ι Β Λ Ι Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α - Α Ρ Θ Ρ Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

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

Al-Naeme, F. F. A. (1988). A study of some psychological factors affecting performance in chemistry at secondary and tertiary levels. Master's thesis, UK, Glasgow, University of Glasgow.

Anderson, J. R., Boyle, C. F. & Reiser, B. J. (1985). Intelligent tutoring systems. Science, **228**, 456-462.

Ausubel, D. P. (1964). The transition from concrete to Abstract cognitive functioning, theoretical issues and implications for education. Journal of Research in Science Teaching, **2** (3), 261-266.

Ausubel, D. P. (1998). Educational Psychology: a Cognitive View, Holt, Rinehart & Winston, New York

Baddeley, A. D. (1983). Working memory. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, **302**, 311-324.

Baddeley, A. D. (1986). Working memory. UK, Oxford: Oxford University Press.

Baddeley, A. D. (1990). Human memory: Theory and practice. London: Erlbaum.

Beyer, B.K. (1984). Improving thinking skill-Practical approaches. Phi Delta Kappan, **65**, 556-560.

Bhaskar, R. & Simon, H.A. (1977). Problem solving in semantically rich domain: an example of engineering thermodynamics. Cognitive Science, **1**, 193-215.

Bitner, B. L. (1991). Formal operational reasoning modes: predictors of critical thinking abilities and grades assigned by teachers in science and mathematics for students in grades nine through twelve. Journal of Research in Science Teaching, **28**, 265-274.

Brainerd, C. J. (1981). Working memory and the developmental analysis of probability judgement. Psychological Review, **88** (6), 463-502.

Bruner, J. (1974). Beyond the information Given. London, Allen and Unwin.

Burtis, P. J. (1982). Capacity increase and chunking in the development of short-term memory. Journal of Experimental Child Psychology, **34** (3), 387-413.

Canfield, J. & Wells, H. C. (1976). 100 Ways to Enhance Seff-Concept in the Classroom: A Handbook for Teachers and Parents. N.J., Englewood Cliffs: Prentice- Hall.

Cardulla, F. (1989). A missing variable from the problem so/v/rig equations. Students' beliefs, Tonth Biennal Conference on Chemical Education. Journal of Chemical Education, **66**, (2).

Case, R. (1974). Mental strategies, Mental capacity and instruction: a new-Piagetian investigation. Journal of Experimental Child Psychology, **18**, 382-297.

Case, R. (1975). Gearing the demand of instruction to the development capacities of the learner. Review of Educational Research, **45**, 59-87.

Case, R. (1976). Maturation, experience and intellectual development, final report, the Spencer Foundation.

Case, R. (1977). Implications of Developmental Psychology for the design of effective instruction. In Lesgold, A. & Pellegrino, J. Cognitive Psychology and Instruction (ed.), Fokkema, S. & Glaser, R.

Case, R. (1978). Intellectual development from birth to adulhood: a new-Piagetian interpretation. In Siegler, R.S. (ed.), Children's Thinking: What Develops? New Jersey Hillsdale Erlbaum.

Case, R. (1979). Intellectual development and instruction: A neo-piagetian view. In Lawson, A. E. (ed), The psychology of teaching for Thinking and creatively. Colombus OH: Eric Center.

Case, R. (1980). Implications of neo-Piagetian theory for improving the design of instruction. In Kirby, J. R. & Biggs, J. B. (ed.), Cognition, Development and Instruction, Academic Press.

Case, R. (1985). Intellectual development: Birth to adulthood. Orlando, FL: Academic Press.

Chevelard, Y. (1985). La transposition didactique Grenoble, La Pensé Sauvage.

Chevelard, Y. (1991). La transposition didactique. Du savoir savant ay savoir enseigne: Avec un exemple de la transposition didactique par Y. Chevalard et M-A Johsua, Grenoble, La Pensé Sauvage.

Chi, M. (1975). The development of sort-term memory capacity, doctoral dissertation, Carnegie-Mellon University.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. (2nd ed.) New Jersey, Hillsdale, Lawrence Erlbaum.

Cohen, L. & Holliday, M. (1982). Statistics for social scientists. London, Harper & Row.

Collins, A. M. & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. Psychological Review, **82**, 507-428.

Crea, J. & Farison, M. (1991). Le modèle en sciences physiques, 135. En Tsoubelis L, thèse: (1993). "Contribution Theorique a Ia Didactique des Sciences Physiques". Lyon, Université Claude Bernad.

Cronbach, L. J. l-low can instruction be adapted to individual differences'? In Gagne, R. M. (1967). "Learning and Individual Differences". U.S.A, Merrill Books, Columbus.

Dale, L. (1976). A neo-Piagetian investigation of some factors affecting performance on Piaget's flexibility of rods problem. Australia, The Trobe University.

Daneman, M. (1982). The measuring of reading comprehension: 1-low not to trade construct validity for predictive power. Intelligence, **6**, 331-345.

Daneman, M. & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, **19**, 450-466.

Dececco, J. P. & Crawford, W. P. (1974). The Psychology of Learning an instruction. (2nd ed.), Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Dempster, F. (1976). A developmental investigation of memory span: Storage capacity or organizational strategies? Berkeley, University of California.

Dinnel, D., Glover, J. A. & Ronning, R. R. (1984). A provisional model of mathematical problem solving. Bulletin of the Psychonomic Society, **22** (5), 459-462.

Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). Children's Ideas in Science, Philadelphia, Milton Keynes, Open University Press.

Driver, R. (1989). "The Construction of Scientific Knowledge in the School Classroom". In Millar, R. (care), Doing Science. Lewes: Falmer.

Druin, A .M. (1988). Le modèle en questions, a-to "ASTER recherche en didactiques des sciences experimentales. Paris, INRP.

Duhem, P. (1989). La théorie physique, son Object - sa structure. Paris, Vrin.

Dunker, K. (1945). On problem solving. Psychological Monographs, **58**, 270.

El-Banna, H. A. A. M. (1987). The development of a predictive theory of science education based upon information processing hypothesis. Doctoral thesis. UK , Glasgow, University of Glasgow.

Felden, M. (1992). Le modèle géométrique de la physique, L'espace et le problème de l'interprétation en relativité et en physique quantique. Paris, Masson.

Finegold, M & Mass, R. (1985). Differences in the processes of solving physics problems between good physics problem solvers and poor physics problem solvers. Journal of Science and Technological Education, **3** (1), 59-67.

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

Flavell, J. H. & Wohlwill, J. F. Formal and functional aspects of cognitive development. In Elkind, D. and Flavell, J. H. (1969). Studies in Cognitive Development. New York, Oxford University Press.

Flouris, G., Kassotakis, M. & Vamvoukas, M. (1985). The self Concept and Career Aspirations of Greek students in Greece, Germany, France and Egypt, Sweden-Malmo. International Association for Cross-Cultural Psychology.

Fraenkel, J. & Wallen, N. (1993). How To Design And Evaluate Researce In Education. New York: Mc Graw-Hill INC.

Fromk, D. (1989). High School Chemistry teaching: Problem solving, in Effective Problems Solving, Tonth Biennal Conference on Chemical Education. Journal of Chemical Education, **66**, (2).

Gabel, L. D. (1989). Let Us Go Back to Nature Study. Journal of Chemical Education, **66** (9), 727-730.

Gagné R.M, (1985). The Conditions of Learning and the Theory of Instruction. Holt, Rinehart & Winston, New York.

Gilbert, G. L. (1980). How do I get the answer? Journal of Chemical Education, **57**, 79-81.

Gillespie, R. J., & Humphreys, D.A. (1993). Descriptive chemistry in the general chemistry course. Journal of Chemical Education, **70(7)**, 528-530.

Gillespie, R. J. (1994). The changing roles of descriptive chemistry: Integrating reaction and properties with theories and principles of inorganic and organic chemistry. Journal of Chemical Education, **71(8)**, 665-666.

Gil-Perez, D. & Martinez–Torregrosa, J. (1983). A model for problem solving in accordance with scientific methodology. European Journal of Science Education, **5**, 447-455.

Gil-Perez, D. (1991). Contre les stratégies d' enseignement orientées a Ia production de changement conceptuels, actes du premier séminaire national de recherche en didactique des sciences physiques, 113-125. Grenoble, I.F.M.

Gil-Perez, D. & Carrascosa, J. (1990). What to do about science misconceptions. Science Education, **74** (5), 531-540.

Gil-Perez, D., Dumas-Carre, A., Caillot, M. & Martinez-Torregrossa, J. (1990). Paper and pencil problem solving in the physical sciences as a research activity. Science Education, **18**, 137-151.

Glanzer, M., Dorfman, D. & Kaplan, B. (1981). Short-term storage in the processing of text. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, **20** (6), 656-670.

Gold, A. (1974). Effects of four training procedures on learning the missing addend problem. Berkeley, University of California.

Halford, G. S. (1980). Toward a redefinition of cognitive developmental stages. In Kirby, J. & Biggs, J. B. (ed.), Cognition, development, and instruction. New York: Academic Press.

Harel, I. & Papert, S. (1991). Constructionism. Ablex Publishing Corporation.

Herron, J. D. (1975). Piaget for Chemists, explaining what good students cannot understand. Journal of Chemical Education, **52** (3), 146-150.

Hess, T. M. & Radtke, R. C. (1981). Processing and memory factors in children's reading comprehension skills. Child Development, **52** (2), 479-488.

Hitch, G. J. (1984). Working memory. Psychological Medicine, **14**, 265-271.

Hofstein, A. & Kempa, R. F. (1985). Motivating strategies in Science Education: Attempt at an analysis. European Journal of Science Education, **7**, 221-229.

Holroyd, C. (1985). What is a problem? What is problem solving? In Johnstone, A. H. (ed.), Problem solving. Is there a problem? 2-7. UK, St. Andrews, The Royal Society of Chemistry.

Holzman, T. G., Pellegrino, J. W. & Glaser, R. (1982). Cognitive dimensions of numerical role induction. Journal of Educational Psychology, **74** (3), 360-373.

Howell, D. C. (1997). Statistical methods for psychology. (4^{th} ed.), N.Y., Albany: Duxbury Press.

Hsu, T. & Feldt, L. S. (1969). The effect of the limitations on the number of criterion score values on the significance level of the F-test. American Educational Research Journal, **6** (4), 515-527.

Hunt, J. (1977). Teaching perimeter, The Ontario Institute for Studies in Education.

Huddle, B.P. (1987). Descriptive chemistry versus theoretical? Journal of Chemical Education, **64**, 765.

Ingle, R. B. & Shayer, M. (1971). Conceptual Demands in Nuffield. 'O'-Level Chemistry. Education in Chemistry, **8**, 182–183.

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

Inhelder, B. & Piaget, J. (1979). Procédures et structures. Archives de Psychologie, **47**, 165-176

Jenkins, E.W. (1978). Piaget and school chemistry-a critique. Education in Chemistry, **15**, 85-86.

Johnson, J. M. (1982). The Figural Intersection Test (FIT): a measure of mental (M) attentional energy. Ontario, York University, Unpublished manuscript.

Johnstone, A.H. (1982). Macro-arid microchemistry. School Science Review, **64**, 377-379

Johnstone, A. H. (1984). New stars for the teacher to steer by? Journal of Chemical Education, **61**, 847–849.

Johnstone, A. H. (1991). Thinking about thinking. International Newsletter on Chemical Education, **36**, 7–11.

Johnstone, A. H. (1993). Introduction. In Wood, C. & Sleet, R. (ed.), Creative problem solving in chemistry iv-vi. London: The Royal Society of Chemistry.

Johnstone, A. H. & Al-Naeme, F. F. (1991). Room for scientific thought? International Journal of Science Education, **13**, 187-192.

Johnstone, A. H. & El-Banna, H. (1986). Capacities. demands and processes-a predictive model for science education. Education in Chemistry, **23**, 80-84.

Johnstone, A. H. & El-Banna, H., (1989), Understanding learning difficulties-a predictive research model. Studies in Higher Education, **14**, 159-168.

Johnstone, A. H., Hogg, W. R. & Ziane, M. (1993). A working memory model applied to physics problem solving. International Journal of Science Education, **15**, 663–672.

Johnstone, A. H. & Kellet, N. C. (1980). Learning difficulties in school science–towards a working hypothesis. European Journal of Science Education, **2**, 175–181.

Johnstone, A. H. & Wham, A. J. B. (1982). The demands of practical work. Education in Chemistry, **19**, 71–73.

Johnstone, A. H., MacGuire, P. R. P, Friel, S. & Morrison, E. (1983). Criterion-referenced testing in science-thoughts, worries and suggestions. School Science Review, **64** (229), 626-634.

Johsua, S. & Dupin, J. J. (1986). Is the systematisation of hypothetico-deductive reasoning possible in a class situation? European Journal of Science Education, **8** (4), 381-388.

Karplus, R. (1977). Science teaching and development of reasoning. Journal of research in Science Teaching, **14** (2), 169-175.

Keeves, J. (1988). Educational Reasearch Methodology and Measurement. Oxford: Pergamon Press.

Kempa, R. F. (1982). Learning theories arid chemical education, in Chemical Education Research and Its Implications for Teaching. London, The Royal Society of Chemistry,

Kempa, R. F. (1995). Chemical Education Research as a source of Innovative Teaching and Learning Techniques. Proceedings of III^{rt} ECRICE, 94-105.

Kempa, R. F. & Diaz, M. M. (1990). Motivational traits and preferences for different instructional modes in science - Part 1: Students' motivational traits. International Journal in Science Education, **12** (2), 195-203.

Kempa, R. F. & Diaz, M. M. (1990). Students' motivational traits and preferences for different instructional modes in science education -Part 2. International Journal of Science Education, **12**, (2), 205- 216.

Kirk, R. E. (1982). Experimental design: Procedures for the social sciences (2nd ed.). Monterey, CA: Brooks/Cole.

Klapp, S. T., Marshburn, E. A. & Lester, P. T. (1983). Short-term memory does not involve the "working memory" of information processing: The demise of a common assumption. Journal of Experimental Psychology General, **112** (2), 240-264.

Koballa, T. R., Crawley, F. & Shrigley, R. L. (1990). A Summary of Research in Science Education-1988, Science Education, **74** (3), 323.

Koen, L. & Holiday, M. Statistics for Social Scientists, 257-264 & 267-270.

Kramers-Pals, H. & Pilot, A. (1988). Solving quantitative problems: guidelines for teaching derived from research. International Journal of Science Education, **10** (5), 511-521.

Kroll, D. L. (1989). Cooperative mathematical problem solving and metacognition: A case study of three pairs of women (Doctoral dissertation**,** Indiana University, 1988). Dissertation Abstracts International, **49**, 2958A

Lajoie, S.P., Lavigne, N. C., Guerrera C. & Munsie, S.D. (2001). Constructing knowledge in the context of Bioworld. Instructional Science, **29** (2), 155-186.

Larkin, J. (1980). Teaching problem solving in physics: The psychological laboratory and the practical classroom. In Tuma, D. T. & Reif, F. (ed.) Problem solving and education: Issues in teaching and research. Hillsdale, NJ: LEA.

Larkin, J., McDermott, J., Simon, D. P. & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. Science, **208**, 1335-1342.

Larkin, J. H. (1981). Enriching formal knowledge: a model for learning to solve text-box physics problems. In Anderson, J. (ed.), Cognitive Skills and their Acquisition, 311-334. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.

Larkin, J. H. & Reif, F. (1979). Understanding and teaching problem solving in physics. European Journal of Science Education, **1** (2), 191-203.

Lawson, A. E. & Renner, J. W. (1974). A Quantitave Analysis of Responses to Piagetian Tasks and its Implications of Curriculum. Science Education, **58**, 545-559.

Lawson, A. E. & Renner, J. W. (1975). Relationships of science subject matter and developmental levels of learners. Journal Research in Science Teaching, **12** (4), 347-358.

Lawson, A. E. (1975). Developing Formal Thought through Biology Teaching. The American Biology Teacher, **37**, 411-419.

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** (5), 413-430.

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. (1979). The developmental Learning Paradigm. Journal of Research in Science Teaching, **16**, 501-515.

Lawson, A. E. (1991). Is Piaget´s Epistemic Subject Dead? Journal Research in Science Teaching, **28**, 581.

Lawson, A. E. (1983). Predictive science achievement: the role of developmental level, disembedding ability, mental capacity, prior knowledge and beliefs. Journal of Research in Science teaching, **20** (2), 117-129.

Lester, F. K., Garofalo, J. & Kroll, D. L. (1989). The role of metacognition in mathematical problem solving: A study of two grade seven classes (Final Report). Bloomington: Indiana University, Mathematics Education Development Center.

Lewis, M. W. & Anderson, J. R. (1985). Discrimination of operator schemata in problem solving: Learning from examples. Cognitive Psychology, **17**, 26-65.

Lindquist, M. M., Carpenter, T. P., Silver, E. A. & Matthews, W. (1983). The Third National Assessment: Results and implications for elementary and middle schools. Arithmetic Teacher, **31**, 14-19.

Masui, C. & Corte, E. (1999). Enhancing Learning and Problem Solving Skill. Learning and Instruction, **9** 517-542.

Mettes, C. T. C. W., Pilot, A., Roossink, J. H. & Kramers-Pals, H. (1981). Teaching and learning problem solving in science, Part II: Learning problem solving in a thermodynamics course. Journal of Chemical Education, **58**, 51-55.

Milkent, M. & Roth, W-M. (1989). Enhancing student achievement through computer-generated homework. Journal of Research in Science Teaching, **26** (7).

Millar, R. & Driver, R. (1987). Beyond processes. Studies in Science Education, **14**, 33-62.

Nelson, P. G. (1991). Chemical formula rule OK? Education in Chemistry, **10**

Niaz, M. (1987). Relation between M-space of students and M-demand of different items of general chemistry and its interpretation based upon the neo-Piagetian theory of Pascual-Leone. Journal of Chemical Education, **64**, 502–505.

Niaz, M. (1988a). The information processing demand of chemistry problems and its relation to Pascual-Leone's functional M-capacity. International Journal of Science Education, **10**, 231–238.

Niaz, M. (l988b). Manipulation of M-demand of chemistry problems and its effect on student performance: A neo-Piagetian study. Journal of Research in Science Teaching. **25**, 643–657.

Niaz, M. (l989a). Relation between Pascual-Leone's structural and functional M-space and its effect on problem solving in chemistry. International Journal of Science Education, **11**, 93–99.

Niaz, M. (l989b). Dimensional analysis: A neo-Piagetian evaluation of M-demand of chemistry problems. Research in Science and Technological Education, **7**, 153–170.

Niaz, M. (1989c). The relationship between M-demand, algorithms, and problem solving. Journal of Chemical Education, **66**, 422–424.

Niaz, M. (1989d). Dimensional analysis: A neo-Piagetian evaluation of M-demand of chemistry problems. Research in Science and Technological Education, **7**, 153–170.

Niaz, M. (1989e) A neo-Piagetian interpretation of the Mobility-Fixity Dimension. Perceptual and Motor Skills, **68**, 1315-1319.

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

Niaz, M. (1994). Pascual-Leone's theory of constructive operators as an explanatory construct in cognitive development and science achievement. Educational Psychology, **14**, 23–43.

Niaz, M. (1995a). Relationship between student performance on conceptual and cornputational problems of chemical equilibrium. International Journal of Science Education, **17**, 343–355.

Niaz, M. (1995b). Progressive transitions from algorithmic to conceptual understanding in student ability to solve chemistry problems: A Lakatosian interpretation. Science Education, **79** (1), 19–36.

Niaz, M. (1996). Reasoning strategies of students in solving chemistry problems as a function of developmental level, functional M-capacity and disembedding ability. International Journal of Science Education, **18**, 525–541.

Niaz, M. & Lawson, A. E. (1985). Balancing chemical equations: The role of developmental level and mental capacity. Journal of Research in Science Teaching, **22**, 41–5 1.

Niaz, M. & Saud De Nunez, G. (1991). The relationship of Mobility-Fixity to creativity, formal reasoning and intelligence. Journal of Creative Behavior, **25**, 205-217.

Niaz, M. & Robinson, W. R. (1992). Manipulation of logical structure of chemistry problems and its effect on student performance. Journal of Research in Science Teaching, **29**, 211–226.

Niaz, M. & Logie, R. H. (1993). Working memory. mental capacity and science education: Towards an understanding of the "working memory overload hypothesis". Review of Education, **19**, 511-525.

Niaz, M., Saud De Nunez, G. & Ruiz De Pineda, I. (2000). Academic performance of high school students as a function of mental capacity, cognitive style, mobility-fixity dimension, and creativity. Journal of Creative Behavior, **34**, 18-29.

Nickerson, R. S., Perkins, D. N. & Smith, E. E. (1985). The leaching of thinking. Hillsdale, NJ: LEA.

Novac, J. D. (1978). An alternative to Piagetian psychology for science and mathematics education. Studies in Science Education, **5**, 1-30.

Nussbaum, J. The Particulate Nature of Matter in the Gaseous State, 123-134. In Driver, R., Guesne, E. & Tibergihien, A. (1985). Children's Ideas in Science, Philadelphia Milton Keyns, Open University Press.

Oakhill, J. V. & Johnson-Laird, P. N. (1984). Representation of spatial descriptions in working memory. Current Psychological Research and Reviews, **3** (1), 52-62.

O' Hara (1975). Piaget, the six year-old, and modern math. Todays Education, **64**, 33-36.

Ongley, P. A. (1959). Tutorial questions in organic chemistry. London: University of London Press.

Opdenacker, C., Fierens, H., Brabant, I. V., Spruyt, J.. Slootmaekers, P. J. & Johnstone, A. H. (1990). Academic performance in solving chemistry problems related to student working memory capacity. International Journal of Science Education, **12**, 177–185.

Papert, S..(1980). Mindstorms.New York:P.U.F. Basic Books.

Pascual-Leone, J. (1969). The encoding and decoding of symbols by children: A new experimental paradigm and a neo-Piagetian model. Journal of Experimental Child Psychology, **8**, 328–355.

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

Pascual-Leone, J. (1974). A neo-Piagetian process-structural model of Wirkin's psychological differentiation. Paper presented at the Meeting of the International Association for Cross-Cultural Psychology. Ontario, Kingston.

Pascual-Leone, J. (1987). Organismic processes for neo-Piagetian theories: A dialectal causal account of cognitive development. International Journal of Psychology, **22**, 531–570.

Pascual-Leone, J. (1989). An organismic process model of Within's field dependence-independence. In Globerson, T. & Zelniker, T. (ed.), Cognitive style and cognitive development 36–70. Norwood, NJ: Ablex.

Pascual-Leone, J. & Burtis, P. J. (1974). FIT: Figural Intersection Test, a group measure of M-space. Unpublished manuscript, Ontario, York University.

Piaget, J. & Inhelder, B. (1969). The Psychology of the child, London, Routledge & Kegan Paul.

Piaget, J. (1973). Introduction a l' épistémologie génétique, collection Bibliothèque de philosophie contemporaine, Paris, P.U.F.

Piaget, J. (1975). L' equilibration des structures cognitives, collection Etudes d' épistémologie génétique, Paris, P.U.F.

Poole, B. J. (1997). Education for an information age. Teaching in the computerized classroom. USA: (2nd ed.), Mc Grow-Hill.

Posner, G. J., Strike, K. A., Herwson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. Science Education, **66** (2), 211-227.

Reif, F. (1981). Teaching Problem Solving-A Scientific Approach. The Physics Teacher, **19**, 310-316

Reif, F. & Heller, J. 1. (1982). Knowledge structure and problem solving in physics. Educational Psychologist, **17** (2), 102-127.

Reif, F. (1983). How can chemists teach problem-solving. Journal Chemical Education, **60**, 948.

Reif, F. Acquering an effective understanding of scientific concept,133-151. In West, L. & Prnes, A. L. (1985). Cognitive structure and conceptual change. (ed.), Orlando Florida, Academic Press INC.

Resnick, L. B. (1987). Education and learning to think. Washington, DC: (ed.), National Academy Press.

Richard, J. F. (1990). Les activités mentales. Paris, Collin.

Richardson, J. T. (1984). Developing the theory of working memory. Memory and Cognition, **12** (1), 71-83.

Roblyer, M. D. (1988). "The effectiveness of microcomputers in education: a review of research from 1980-1987". Technological Horizons in Education, **16** (2), 85-89.

Rosenshine, B.V. (1986). Synthesis of research on explicit teaching. Educational Leadership, **43** (7), 60-69.

Roth, W-M. (1988). A neo-Piagetian approach to the development of problem solving strategies in the domain of proportion problems. Dissertation Abstracts International, **49** (4), 780A.

Roth, W-M. (1989). Short-term memory limitations and problem solving. Paper presented at the Annual Convention of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.

Roth, W-M, (1990). Short-Term Memory and problem solving in Physical Science. School Science and Mathematics, **90** (4), 271-282.

Rowell, J. A. (1984). Many paths to knowledge: Piaget and science education. Students in Science Education, **11**, 1-25.

Sandieson, R. A. (1986). Developmental approach to instruction: Teaching functional tasks to trainable mentally retarded students. Unpublished doctoral dissertation, University of Toronto.

Sanford, A. J. (1985). Cognition and Cognitive Psychology. London, Weidenfeld and Nicolson.

Sapwell, P. J. (1990). Energy transformation jigsaw. School Science Review, **72** (258), 115-116.

Sayer, S. & Ball, D. W. (1975). Piagetian Cognitive Development and Achievement in Science. Journal of Research in Science Teaching, **12**, 165-174.

Scandarmalia, M. (1977). Information processing capacity and the problem of horizontal decalage A demonstration using combinatorial reasoning tasks. Child Psychology, **48**, 301–345.

Schoenfeld, A. H. (1985). Mathematical problem solving. Orlando, FL: Academic Press.

Seymour, P. H. Contemporary models of the cognitive processes: retrieval and comparison operations in permanent memory, in Hamilton, V. & Vernon, M.D. (1976). The development of cognitive processes. London, Academic Press.

Seymour, P. H. (1979). Human Visual Cognition. London, Macml

Shayer, M. (1991). Improving standards and the National Currriculum. School Science Review, **72**

Simon, H. A. On the development of the processor, in Farnbam-Diggory, S. (1972). Information processing in children. New York, Academic Press.

Skinner, B.F. (1954). The science of learning and the art of teaching. New York.

Stamovlasis, D., Kousathana, M., Agelopoulos, V., Tsaparlis, G. & Niaz, M. (2002). Achievements in chemistry problem solving as a function of Mobility-Fixity Dimension. Perceptual and Motor Skills, **95**, 914–924

Stewart, J. H. & Atkin, J. A. (1982). Information processing psychology: A promising paradigm for research in science teaching. Journal of Research in Science Teaching, **19** (4), 321-332.

Stevens, R. (1977). Teaching the addition of fractions. The Ontario Institute for Studies in Education.

Stork, H. (1993). Piaget's developmental psychology- A help in chemistry teaching (and in acquiring new conceptions). Le Bulletin du CIFEC, 31-39.

Strike, K. A. & Posner, G. J. A conceptual change view of learning and understanding, 201-231. West Leo, H. T. & Leon Pines, A. (1985). Cognitive structure and conceptual change. Orlando Florida Academic Press INC.

Sumfieth, E. (1988). Knowledge of terms and problem solving in chemistry. International Journal of Science Education, **10**, 45–60.

Tabachnick, G. B. & Fidell, S. L. Using Multivariate Statistics. California State University, Northridge, Harper Collins Publ.

Tiberghien, A. & Crea, J. (1992). Modélisation des activités pour les élèves à résoudre des problèmes informatiques dans un environnement d'apprentissage. Lyon, Rapport final du projet de recherche, COAST.

Tsaparlis, G. (1994). Blocking mechanisms in problem solving from the Pascual-Leone's M-space perspective. In Schmidt, H.-J. (ed.), Problem solving and misconceptions in chemistry and physics 211-226. Germany, Dortmund: ICASE.

Tsaparlis, G. (1994). Hierarchical organization of descriptive chemistry. La Chimica nella Scuola, **N.2**, 47-49.

Tsaparlis, G. (1995). The Johnstone-El-Banna model of problem solving: Necessary conditions for its successful application. In Janiuk, R.M. (ed.), Proceedings of Third European Conference on Research in Chemical Education 300-304. Poland, Lublin-Kazimierz: Maria Curie-Sklodowska University

Tsaparlis, G. (1998). Dimensional analysis and predictive models in problem solving. International Journal of Science Education, **20**, 335–350.

Tsaparlis, G., Kousathana, M. & Niaz, M. (1998). Molecular-equilibrium problems: Manipulation of logical structure and of M-demand, and their effect on student performance. Science Education, **82**, 437–454.

Tsaparlis, G. & Angelopoulos, V. (2000). A model of problem solving: Its operation, validity, and usefulness in the case of organic-synthesis problems. Science Education, **84**, 131-153.

Tsoubelis, L. (1993). These: Contribution théorique à l' enseignement des sciences. Lyon, Université Claude Bernad.

Tulving, E. Episodic and semantic memory, in Tulving, E. & Donalson, W. (1972). London, Organization of memory, Academic Press.

Tulving, E. (1983). Elements of Episodic Memory. Oxford University Press.

Vallar, G. & Baddeley, A. D. (1984). Fractionation of working memory: Neuropsychological evidence for a phonological short-term store. U Degli Studi, **23** (2), 151-161.

Vaquero, J., Rojas, L. & Niaz, M. (1996). Pascual-Leone and Baddeley's models of information processing as predictors of academic performance. Perceptual and Motor Skills, **82**, 787–798.

Vosniadou, S. (1989). Similarity and Analogical Reasoning. Cambridge University Press

Vygotsky, L.S. (1978). Mind in Society. The development of Higher Psychological Processe. Massachusetts, Harvard University Press, Cambridge.

Waliser, B. (1977). Systèmes et modèles, Introduction critique à l' analyse des systèmes. Paris, Seuil.

Wattenberg, W. W. & Clifford, C. (1962). Relationship of Self-Concept to Beginning Achievement in reading. U.s. Office of Education, Wayne State University.

Waugh, N. C. & Norman, D. A. (1965). Primary Memory. Psychological Review, **72**, 89-104.

Wechsler, D. (1955). Wechsler adult intelligence scale manual. New York: Psychological Corp.

Werner, H. (1957). The concept of development from a comparative and organismic point of view. In Harris, D. B. (ed.), The concept of development: an issue in the study of human behavior. Minneapolis, University of Minnesota Press, 125-148.

Winer, B. J. (1962). Statistical principles in experimental design. New York: Mc Graw-Hill.

Witkin, H. A. (1965). Psychological differentiation and forms of pathology. Journal of Abnormal Psychology, **70**, 317-336.

Witkin, H. A. (1978). Cognitive styles in personal and cultural adaptation. Worcester, MA: Clark University Press.

Witkin, H. A., Dyke, R. B., Paterson, H. F., Goodenough. D. R. & Karp, S. A. (1962). Psychological differentiation**:** Studies of development. New York: John Wiley & Sons.

Witkin, H. A., Goodenough, D. R. & Karp, S. A. (1967). Stability of cognitive style from childhood to young adulthood. Journal of Personality and Social Psychology, **7**, 291-300.

Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E. & Karp, S. A. (1971). A manual for the embedded figures test. California, Palo Alto: Consulting Psychologists Press.

Witkin, H. A., Oltman, P. K., Cox, P. W., Ehrlichman, E., Hamm, R. M. & Ringler, R.W. (1973). Field-Dependence-Independence: A Bibliography through 1972. New Jersey, Princeton. Educational Testing Service.

Witkin**,** H. A. & Goodenough**,** D. R. (1977). Field dependence revisited**.** In Research bulletin**,** 77-16. New Jersey, Princeton. Educational Testing Service**.**

Witkin, H. A. & Goodenough, D. R. (1981). Cognitive styles: essence and origins. New York, International Universities Press.

Zarotiadou, E. & Tsaparlis, G. (2000). Teaching lower-secondary chemistry with a Piagetian constructivist and an Ausbelian meaningful-receptive method: A longitudinal comparison. Chemistry Education: Research and practice in Europe, **1** (1), 37-50.

Zoller, U. (1993). Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS: Unlikely for HOCS. Journal of Chemical Education, **70**. 195–197.

Zoller, U. & Tsaparlis, G. (1997). HOCS and LOCS students: The case of chemistry. Research in Science Education, **27**, 117–130.

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

Bigge, L. M. (1990) (μτφρ. Κάντα Α και Χαντζή Α.), Θεωρίες μάθησης για εκπαιδευτικούς. Αθήνα, εκδ. Πατάκη.

Cohen, L. & Manion, L. (1997). Μεθοδολογία Επιστημονικής Έρευνας. (Μετφρ. Μητσοπούλου, Χ., Φιλοπούλου, Μ.). Αθήνα, εκδ. Έκφραση.

Γεωργιάδου, Α., Διδασκαλία Γυμνασιακής Χημείας με Μεθόδους που Βασίζονται α) σε Ψυχολογικές Θεωρίες, β) στο Μακροσκοπικό, το Συμβολικό και το Μικροσκοπικό Επίπεδο της Χημείας. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Δαμιανού, Χ. & Κούτρα, Μ. (1991). Εισαγωγή στη στατιστική 2 τόμοι. Αθήνα, εκδ. Αίθρα..

Καμπουράκης, Κ. (2001). Μελέτη της επίδρασης μιας πειραματικής δραστηριότητας μαθητών λυκείου στη λύση ενός προβλήματος χημείας. Διατριβή μεταπτυχιακής ειδίκευσης στη χημεία. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα χημείας.

Κόκκοτας, Π. (1998). Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα.

Κολιάδης, Ε. (1987). Η Νοηματική μάθηση (Ausubel) και η παιδαγωγική αξιοποίησή της. Γενική συγκριτική θεώρηση της Νοηματικής και Ανακαλυπτικής Μάθησης (Bruner). Νέα Παιδεία, **43**, 27-36.

Κολυβά-Μαχαίρα, Φ. & Μπόρα-Σέντα, Ε. (1993). Εισαγωγή στη στατιστική-Σύντομη Θεωρία και λυμένες ασκήσεις. Θεσσαλονίκη, εκδ. Ζήτη.

Κουλαϊδής, Β. & Κουζέλης, Γ. (1990). «Για την παραδειγματική συγκρότηση της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών: Μια Επιστημολογική προσέγγιση». Νέα Παιδεία, **53**, 151-169.

Κουσαθανά, Μ. (2000). Τα προβλήματα χημείας και η διδασκαλία τους. Στο Τσαπαρλής, Γ. (επιμ.) Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Διδακτική της Χημείας, θέματα σε μεταπτυχιακό επίπεδο. Ιωάννινα, σημειώσεις για το ΔιΧηΝΕΤ..

Λαμπράκη-Παγανού, Α. (1991), Ταξινομία διδακτικών στόχων (2 τόμοι), Θεσσαλονίκη εκδ. Κώδικας. Μετάφραση του Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. & Masia, B. B. (1964). Taxonomy of Educational Objectives.

Mager, R., (1965), Preparing Instructional Objectives, Fearon Pubi., California, (μτφρ. από τη γερμανική έκδοση, "Lernziele und Unterrich" του H. Rademacker με τίτλο Διδακτικοί στόχοι και διδασκαλία, (1985). Θεσσαλονίκη, εκδ. Αφοι. Κυριακίδη

Ματσαγγούρας, Η. (1998). Από την Πληροφόρηση στην Κριτική Σκέψη. Αθήνα, εκδ. Gutenberg.

Μίχας, Π. (1995). Προβλήματα φυσικής και εργαστήρια. Σύγχρονη Εκπαίδευση, 82-83 & 163-166.

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο-Τμήμα Δ/θμιας Εκπ/σης, (1995), Οδηγίες για τη διδακτέα ύλη και τη διδασκαλία των μαθημάτων στο Γυμνάσιο και το Λύκειο. Αθήνα, εκδσ. Ο.Ε.Δ.Β. 36-39.

Πανοπούλου-Μαράτου, Ο. (1986). Η εξέλιξη των γνωστικών λειτουργιών στο παιδί και στον έφηβο, στο «Ψυχική υγεία και ψυχοκοινωνική ανάπτυξη του παιδιού και του εφήβου, εγχειρίδιο για τον καθηγητή», 66-77. Αθήνα, εκδ. Γενικής Γραμματείας Νέας Γενιάς.

Παρασκευόπουλος, Ι. (1990). Στατιστική. Αθήνα, τόμος Α'

Παρασκευόπουλος, Ι. (1993). Εξελικτική Ψυχολογία. Αθήνα, τόμος 3.

Παρασκευόπουλος, Ι. (1993). Στατιστική εφαρμοσμένη εις τας επιστήμες της συμπεριφοράς: Επαγωγική στατιστική, τόμος Β΄. Αθήνα, εκδ. Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Παράσχου, Κ. (1957). «Οκτώ δοκίμια του Montaigne». Αθήνα, εκδ. Γαλλικού Ινστιτούτου.

Πειραματικά Σχολεία, Σκοπός των Πειραματικών Σχολείων, Ν. 1566/85, άρθρο 31, (ΦΕΚ 167 Α')

Piaget, J. (1979). (μτφρ. Κάντας, Α.) Το μέλλον της εκπαίδευσης, 18-31. Αθήνα, εκδ. Υποδομή.

Πόρποδας, Κ. (1991)., «Γνωστική ψυχολογία - Η διαδικασία της μάθησης». Αθήνα.

Richmond, P.G. (1970). (μτφρ. Κάντας Α.) Εισαγωγή στον Πιαζέ. Αθήνα, εκδ. Υποδομή.

Σακελλαρίδη, Π. (1984). Χημεία Γ΄ Λυκείου. Αθήνα, εκδ. Ευγενιδείου Ιδρύματος

Σταμοβλάσης, Δ. & Τσαπαρλης, Γ. (2000). Νεο-Πιαζέτειες Θεωρίες Μάθησης και Μοντέλα Επεξεργασίας Πληροφοριών. Στο Τσαπαρλής, Γ. (επιμ.) Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Διδακτική της Χημείας, θέματα σε μεταπτυχιακό επίπεδο, 243-270. Ιωάννινα, σημειώσεις για το ΔιΧηΝΕΤ.

Σταμοβλάσης, Δ. & Τσαπαρλής, Γ. (2000). Νεοπιαζέτιες θεωρίες της μάθησης και μοντέλα επεξεργασίας πληροφοριών. Στο Τσαπαρλής, Γ. (επιμ.) Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Διδακτική της Χημείας, θέματα σε μεταπτυχιακό επίπεδο. Ιωάννινα, σημειώσεις για το ΔιΧηΝΕΤ.

Σταυρίδου, Ε. (1991). Τα επιστημονικά μοντέλα στη διδασκαλία της Χημείας-Μαθησιακές δυσκολίες: αιτίες, αποτελέσματα, προτάσεις. Χημικά Χρονικά, **53** (5), 133-136.

Σταυρίδου, Ε. (1995). Μοντέλο Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης. Αθήνα, εκδ. Σαββάλας.

Τάσιος, Θ. (1993). Παιδεμός Παιδείας. Αθήνα, εκδ. Λύχνος.

Τσαπαρλής, Γ. (1989). Θέματα Διδακτικής Φυσικής και Χημείας στη Μ.Ε. Α΄ έκδοση. Ιωάννινα, εκδ. Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Τσαπαρλής, Γ. (1991). Η νεο-πιαζέτεια θεωρία του Pascual-Leone, στη Χημεία, Αθήνα, πρακτικά 1ου Σεμιναρίου στη Διδακτική της Χημείας στη Μ.Ε. της Ε.Ε.Χ.

Τσαπαρλής, Γ. (1996). Διδασκαλία λύσεως προβλημάτων χημείας. Πρακτικά 6^{ου} επιμορφωτικού σεμιναρίου διδακτικής της χημείας της Ε.Ε.Χ., 55-60.

Τσαπαρλής, Γ. (2000). Οι έννοιες των Φυσικών Επιστημών σύμφωνα με τη θεωρία του Vygotsky. Στο Τσαπαρλής, Γ. (επιμ.) Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Διδακτική της Χημείας, θέματα σε μεταπτυχιακό επίπεδο. Ιωάννινα σημειώσεις για το ΔιΧηΝΕΤ.

Τσάφος, Β. & Κατσαρού, Ε. (2000). Η Αξιοποίηση της Έρευνας Δράσης στην Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών. Σύγχρονη Εκπαίδευση, **114**, 67-73.

Τσιαντής, Ι. (1986). Ψυχική υγεία και εξέλιξη, στο Εγχειρίδιο για την ψυχοκοινωνική υγεία του παιδιού και του εφήβου (για τον καθηγητή), 103, εκδ. Γενικής Γραμματείας Νέας Γενιάς.

Φλουρής, Γ. & Ματζάνας, Θ. (1978). Έρευνα για το αυτοσυναίσθημα των μαθητών στην Ελλάδα. Επιστημονικό Βήμα, **3**.

Φλουρής, Γ., Κουλόπουλος Α. & Σπυριδάκης, Ι. (1981). Το αυτοσυναίσθημα και η Παιδαγωγική του αντιμετώπιση. Αθήνα, εκδ. Αλκυών.

Φλουρής, Γ. (1983). Αναλυτικά Προγράμματα γιο μια Νέα Εποχή στην Εκπαίδευση. Αθήνα, εκδ. Γρηγόρη.

Φλουρής, Γ. (1986). Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας και η διαδικασία της μάθησης. Αθήνα, εκδ. Γρηγόρη.

Φράγκος, Χ. (1964). «Παιδαγωγικές αντιθέσεις» Θεσσαλονίκη.

Φράγκος, Χ. (1984). Ψυχοπαιδαγωγική. Αθήνα, εκδ.Gutenberg.

Φράγκος, Χ. (1999). Βασικές Παιδαγωγικές Θέσεις. Αθήνα, εκδ.Gutenberg.