



ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

**Ανάπτυξη των δεξιοτήτων διερεύνησης
παιδιών 10-12 ετών μέσω του προγράμματος
«Το πανηγύρι της επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης
δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο»**

Ευαγγελία Κυριαζή

Διατριβή
η οποία υποβλήθηκε προς
απόκτηση διδακτορικού τίτλου σπουδών
στο Πανεπιστήμιο Κύπρου

2013

Ευαγγελία Κυριαζή



Η παρούσα διατριβή έχει διεξαχθεί στο πλαίσιο των εργασιών της Ερευνητικής Ομάδας Μάθησης στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες (ΕΟΜΦΠΕ), στο Πανεπιστήμιο Κύπρου. Απαγορεύεται η μερική ή ολική αναδημοσίευση του έργου αυτού, καθώς και η αναπαραγωγή του με οποιοδήποτε άλλο μέσο χωρίς σχετική γραπτή άδεια της ΕΟΜΦΠΕ και της συγγραφέως.

2013, Ευαγγελία Κυριαζή, Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες, Πανεπιστήμιο Κύπρου

ISBN 978-9963-700-75-2

ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

Υποψήφια διδάκτορας: Ευαγγελία Κυριαζή

Τίτλος Διατριβής: Ανάπτυξη των δεξιοτήτων διερεύνησης παιδιών 10-12 ετών μέσω του προγράμματος «Το πανηγύρι της επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο»

*Η παρούσα Διδακτορική Διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για απόκτηση Διδακτορικού Διπλώματος στο **Τμήμα Επιστημών της Αγωγής** και εγκρίθηκε στις 13 Νοεμβρίου 2013 από τα μέλη της **Εξεταστικής Επιτροπής**.*

Ερευνητικός Σύμβουλος: _____

Κωνσταντίνος Π. Κωνσταντίνου, Καθηγητής,
Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Μέλος Επιτροπής: _____

Κωνσταντίνος Κορφιάτης, Επίκουρος Καθηγητής, Πρόεδρος της Επιτροπής Αξιολόγησης,
Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Μέλος Επιτροπής: _____

Ζαχαρία Ζαχαρίας, Αναπληρωτής Καθηγητής,
Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Μέλος Επιτροπής: _____

Δημήτριος Κολιόπουλος, Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης
και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πάτρας

Μέλος Επιτροπής: _____

Θεοδώρα Κυράτση, Επίκουρη Καθηγήτρια,
Τμήμα Μηχανικών Μηχανολογίας και Κατασκευαστικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Η παρούσα διατριβή υποβάλλεται προς συμπλήρωση των απαιτήσεων για απονομή Διδακτορικού Τίτλου του Πανεπιστημίου Κύπρου. Είναι προϊόν πρωτότυπης εργασίας αποκλειστικά, εκτός των περιπτώσεων που ρητώς αναφέρονται μέσω βιβλιογραφικών αναφορών, σημειώσεων ή άλλων δηλώσεων.

Ευαγγελία Κυριαζή

14 Αυγούστου 2013

Περίληψη

Οι δεξιότητες διερεύνησης είναι πτυχές της διερεύνησης, μιας μη γραμμικής διεργασίας, η οποία περιλαμβάνει σχεδιασμό και εκτέλεση πειραμάτων για συλλογή στοιχείων με σκοπό τη διατύπωση έγκυρων απαντήσεων σε διερευνήσιμα ερωτήματα. Η επιστημονική διερεύνηση επιτρέπει τη μετάβαση από τα στοιχεία στη θεωρία και στηρίζει την ανάπτυξη και εγκυροποίηση της επιστημονικής γνώσης. Περιλαμβάνει εφαρμογή εννοιών, γνωστικών διαδικασιών και πρακτικών δεξιοτήτων και αξιολογείται κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος που σχετίζονται με την καθημερινότητα. Η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης αποτελεί στόχο εκπαιδευτικών προγραμμάτων που εστιάζουν στην προαγωγή του επιστημονικού αλφαριθμητισμού.

Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται σε ενδεδειγμένη μελέτη της ανάπτυξης των δεξιοτήτων διερεύνησης μέσα από τη συμμετοχή παιδιών 10-12 ετών στο διδακτικό πρόγραμμα «*Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο*». Ειδικότερα, η έρευνα στοχεύει: (α) στην κωδικοποίηση βασικών δεξιοτήτων που υπαισθάνονται στη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων, (β) την κατασκευή μιας μονοδιάστατης κλίμακας μέτρησης των βασικών πτυχών της διερευνητικής διεργασίας, (γ) τη μελέτη της ανάπτυξης των δεξιοτήτων διερεύνησης μέσα από τη συμμετοχή σε Πανηγύρι Επιστήμης, (δ) τη χαρτογράφηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης στην πορεία ανάπτυξής τους και (ε) τον εντοπισμό δυσκολιών που δυσχεραίνουν τις προσπάθειες των παιδιών να διεκπεραιώσουν διερευνήσεις.

Στην παρούσα έρευνα αναπτύσσονται 33 έργα αξιολόγησης ανοικτού τύπου με σκοπό τη μέτρηση των δεξιοτήτων διερεύνησης. Τα έργα χορηγούνται σε 337 παιδιά 9-15 ετών με σκοπό την ανάπτυξη μιας έγκυρης και αξιόπιστης κλίμακας μέτρησης. Το εργαλείο αξιοποιείται για συλλογή ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων που αφορούν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου της συμμετοχής 172 παιδιών 10-12 ετών στο διδακτικό πρόγραμμα για το Πανηγύρι της Επιστήμης. Συγκεκριμένα, συλλέγονται δεδομένα σχετικά με τη διαφοροποίηση της επίδοσης στις δεξιότητες διερεύνησης, τις αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ τους και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζονται κατά τη διεκπεραίωση διερευνήσεων. Δεδομένα, συλλέγονται και από τα βιβλιάρια διερεύνησης που χρησιμοποιούν τα παιδιά για οργάνωση της διερεύνησής τους για συμμετοχή σε Πανηγύρι Επιστήμης.

Η εγκυρότητα και αξιοπιστία της έρευνας διασφαλίζονται διαμέσου διαφόρων διεργασιών που επιχειρούνται στο πλαίσιο συλλογής και κωδικοποίησης των δεδομένων. Για επεξεργασία των δεδομένων της έρευνας εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης, όπως είναι η φαινομενογραφία, η παραγοντική ανάλυση, το στατιστικό μοντέλο one-parameter IRT Rasch, μη παραμετρικά τεστ σύγκρισης και συντελεστές συσχέτισης.

Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν την ύπαρξη εννέα διακριτών πτυχών που υπεισέρχονται στη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων, οι οποίες περιγράφονται από ποιοτικά επίπεδα και μπορούν να μετρηθούν από μια μονοδιάστατη κλίμακα μέτρησης, με 33 ή 22 έργα αξιολόγησης. Το έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο μέτρησης έχει τη δυνατότητα να αξιολογεί και να εντοπίζει διαφοροποιήσεις στην επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης διαμέσου της συμμετοχής στο διδακτικό πρόγραμμα *«Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο»*. Αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης, καθώς και γνωστικά εμπόδια που υπεισέρχονται στη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων υποδεικνύουν σημεία αναθεώρησης και βελτίωσης του όλου διδακτικού προγράμματος.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας θεωρούνται αξιόλογα και μπορούν να αξιοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η διεκπεραίωση άλλων ερευνών θα μπορούσαν να συμβάλουν στην επέκταση των αποτελεσμάτων της παρούσας.

Abstract

Investigative skills are facets of scientific investigation, a non linear procedure which incorporates the design and execution of experiments aiming to formulate valid answers to investigative questions based on collected evidence. Scientific investigation allows the transition from evidence to theory and it, therefore, supports the development and validation of scientific knowledge. It includes the application of concepts, cognitive processes and practical skills and is utilized in problem solving related to everyday issues. The development of investigative skills is the target of educational programs focusing on the promotion of scientific literacy.

The current study incorporates a thorough investigation of the development of investigative skills through the participation of 10-12 year old students in the educational program “*The Science Fair as a means to developing investigative skills in elementary school*”. Particularly, the study aims to accomplish the following: (a) the encoding of fundamental skills involved in the investigative procedure, (b) the construction of a valid one-dimensional measuring scale of investigative skills, (c) the study of the development of investigative skills through a structured Science Fair approach, (d) the mapping of interactions between investigative skills through their development and (e) the identification of difficulties that hamper student’s efforts to conduct investigations.

An instrument with 33 paper and pencil open-ended tasks was developed for the purposes of this research. The tasks are firstly administered to 337 students aged 9-15 years old in order to construct a valid and reliable measurement scale regarding to skills involved in the investigative procedure. The instrument is utilized for collecting qualitative and quantitative data regarding to the development of investigative skills through the participation of 172 students aged 10-12 year old in a structured Science Fair approach. In particular, results about the performance in investigative skills, the interactions between them and difficulties encountered by students in their efforts to conduct investigations are collected. Evidence is also collected from booklets used by students in their preparation for participating in a Science Fair.

Several procedures are followed while collecting and coding the data to reassure the validity and reliability of the research. The data of the research are analyzed using methods and techniques such as phenomenography, factor analysis, one-parameter IRT Rasch Model, non parametric tests and correlation coefficients.

The results of the research demonstrate that the investigative procedure incorporates nine discrete aspects described by classified qualitative levels that can be evaluated with a one-dimensional measurement scale including either 33 or 22 tasks. The valid and reliable measurement tool has the power to evaluate and identify the differentiation of the performance in investigative skills throughout the participation in a structured Science Fair approach. Interactions between investigative skills and cognitive obstacles encountered in the procedure of conducting a scientific investigation indicate ways to review and improve the educational program.

The results of the present research are considered as remarkable and they can be utilized for educational purposes. Further research is finally proposed in order to contribute to the extension of the results of this study.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η όλη διαδικασία για εκπόνηση της παρούσας διατριβής ήταν μακρόχρονη και περιλάμβανε εμπλοκή πολλών ατόμων, στους οποίους θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για τη βοήθεια που έχουν προσφέρει.

Καταρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή, κύριο Κωνσταντίνο Κωνσταντίνου, ο οποίος υπήρξε ο Ερευνητικός μου Σύμβουλος και έχει υποστηρίξει την όλη προσπάθεια. Η ιδέα για αξιοποίηση των πανηγυριών επιστήμης για ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης από την οποία έχει προκύψει και η ανάγκη για διεκπεραίωση της παρούσας έρευνας, ανήκει στον κ. Κωνσταντίνο. Τον ευχαριστώ ιδιαίτερα για την εμπιστοσύνη που έδειξε στην εμπλοκή μου σ' αυτές τις έρευνες και την αγαστή συνεργασία που είχαμε τόσα χρόνια. Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω και στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον Πρόεδρο, Επίκουρο Καθηγητή κύριο Κωνσταντίνο Κορφιάτη, τον Αναπληρωτή Καθηγητή κύριο Ζαχαρία Ζαχαρία, τον Καθηγητή κύριο Δημήτριο Κολιόπουλο και την Επίκουρη Καθηγήτρια κυρία Θεοδώρα Κυράτση, για τις εισηγήσεις τους για βελτίωση της έρευνας και την τελική διαμόρφωσή της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στη φίλη μου, Μαρία Παμπακά, Λέκτορα στο Πανεπιστήμιο του Μάντσεστερ, για τη βοήθεια που παρείχε στο μεθοδολογικό κομμάτι της έρευνας και τη συνεργασία που είχαμε, η οποία ευελπιστώ ότι θα συνεχιστεί.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις συναδέλφους (και αδελφές μου), Παναγιώτα, Γιάννα και Αντωνία, οι οποίες αγκάλιασαν με ενθουσιασμό την ιδέα διοργάνωσης πανηγυριού επιστήμης με τους μαθητές τους και συνέλεξαν με προθυμία τα δεδομένα από το δείγμα 2. Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω και στους συναδέλφους ή/και φίλους: Ανδρέα Θεοδώρου, Μιχάλη Κεφάλα, Θεοδοσία Κεφάλα, Παντελίτσα Παπακυριακού, Έλενα Χριστοφόρου, Ανδρέα Χατζηχαμπί, Μάριο Μιχαήλ κ. ά. για τη συλλογή δεδομένων στην 1^η φάση της έρευνας (δείγμα 1). Ιδιαίτερα ευχαριστώ τη φίλη μου, Ροδοθέα Χατζηλουκά για τις εισηγήσεις της κατά την παρουσίαση της έρευνας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τον άντρα μου Μάριο και το γιο μου Ανδρέα – Νικόλαο, καθώς και τους γονείς μου που με στήριξαν για ολοκλήρωση της όλης εργασίας. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τη μητέρα μου, η οποία με έμαθε ότι τα αγαθά αποκτώνται πάντοτε με κόπο και με στήριξε να μην τα παρατήσω. Γι' αυτό, άλλωστε ο ρόλος της μάνας είναι βαρυσήμαντος.

*Αφιερωμένη στο γιο μου Ανδρέα-Νικόλαο που έκανε αγώνα ζωής για να βρεθεί στην
αγκαλιά μου*

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	Σελίδα
Περίληψη (ελληνικά)	i
Περίληψη (Αγγλικά)	iii
Κατάλογος διαγραμμάτων	xi
Καταλογος πινάκων	xvi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ I: Εισαγωγή	1
Περίληψη	1
Το πρόβλημα και η σημασία της έρευνας	1
Σκοπός έρευνας	4
Ερευνητικά ερωτήματα	4
Δυνητική συνεισφορά έρευνας	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ II: Θεωρητικό Πλαίσιο	7
Περίληψη	7
Η Διερεύνηση στις Φυσικές Επιστήμες	7
Διερεύνηση και επιστημονική γνώση	7
Διερεύνηση και πρακτική εργασία	8
Διερεύνηση και αυτόνομες εργασίες	9
Διερεύνηση και επίλυση προβλήματος	10
Διερεύνηση και κατανόηση	13
Διερεύνηση και επιστημονική σκέψη	15
Συστατική δομή διερεύνησης	18
Δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών	20
Δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος	21
Δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	23
Δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών	26
Δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης	27
Δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων	30
Ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης	34
Επιστημονικός αλφαριθμητισμός ως προϊόν ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης	34
Η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης μέσα από τη μαθησιακή διαδικασία	36
Ερευνητικά προγράμματα για ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης	41
Μη τυπικές και άτυπες μορφές εκπαίδευσης	46
Το Πανηγύρι της Επιστήμης	48
Διδακτικός μετασχηματισμός διερεύνησης	51
Μέτρηση δεξιοτήτων διερεύνησης	55
Η αξιολόγηση στις Φυσικές Επιστήμες	55
Εργαλεία μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης	55
Αξιοπιστία και εγκυρότητα εργαλείων μέτρησης	60
Γνωστικά εμπόδια κατά την ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ III: Μεθοδολογία	75
Περίληψη	76
Δείγμα έρευνας	76
Μέσα συλλογής δεδομένων	77
Εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης	77
Βιβλιάρια διερευνήσεων	78
Διδακτικό πρόγραμμα	79
Διαδικασία συλλογής δεδομένων έρευνας	80
Επεξεργασία δεδομένων έρευνας	81
Τεχνικές ανάλυσης και κωδικοποίησης ποιοτικών δεδομένων	82
Τεχνικές ανάλυσης ποσοτικών δεδομένων	83
Μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούνται στην έρευνα	92
Αξιοπιστία και εγκυρότητα έρευνας	92
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV: Αποτελέσματα	95
Περίληψη	95
Επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης	95

Δυσκολίες που δυσχεραίνουν την προσπάθεια διεκπεραίωσης διερευνήσεων	98
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων των παιδιών στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης σε προπειραματικό στάδιο	101
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων των παιδιών στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο	135

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V: Ανάλυση	159
----------------------------	------------

Περίληψη	159
Αποτελέσματα παραγοντικής ανάλυσης	159
Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου IRT Partial Credit Rasch	167
Αποτελέσματα μη παραμετρικής ανάλυσης διακύμανσης μονής κατεύθυνσης	180
Αποτελέσματα μη παραμετρικού ελέγχου Mann-Whitney	180
Αποτελέσματα ελέγχου προσημασμένης διάταξης Wilcoxon	180
Αποτελέσματα συντελεστή συσχέτισης Spearman rho	194

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI: Συζήτηση	197
------------------------------	------------

Περίληψη	197
Συζήτηση ερευνητικών ερωτημάτων	197
Συμπεράσματα	222
Εκπαιδευτικές προεκτάσεις	223
Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνες	224

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	227
---------------------	------------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	241
--------------------	------------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I	243
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II	247
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III	281
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV	293
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V	371
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI	377
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII	381
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII	387
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IX	391
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ X	395
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XI	411
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XII	417
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XIII	421

2.1. Η συστατική δομή της επιστημονικής σκέψης (Κυριαζή, 2004, σ.10)	16
2.2. Η συστατική δομή της διαδικαστικής κατανόησης (Κυριαζή, 2004, σ.10)	18
2.3. Η συστατική δομή της διερεύνησης Κυριαζή (2004, σ.23)	19
2.4. Είδη γραφικής παράστασης	30
2.5. Μαθησιακό πλαίσιο για προαγωγή επιστημονικού αλφαριθμητισμού	36
2.6. Μοντέλο διερεύνησης στο ερευνητικό πρόγραμμα APU (1987) (Kind, 1999, σ. 181)	52
2.7. Μοντέλο διερεύνησης (Κυριαζή κ.ά, 2002b)	53
2.8. Διάγραμμα διερεύνησης (Κωνσταντίνου & Κυριαζή, 2005)	54
3.1. Δομή διδακτικού προγράμματος	79
3.2. Συλλογή δεδομένων στη 2 ^η φάση της έρευνας	81
4.3.1Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 1 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών	102
4.3.1Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 1 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών	102
4.3.2Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 2 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών	103
4.3.2Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 2 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών	103
4.3.3Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 3 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών	104
4.3.3Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 3 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών	104
4.3.4Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 4 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος	105
4.3.4Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 4 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος	105
4.3.5Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 5 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος	106
4.3.5Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 5 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος	106
4.3.6Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 6 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος	107
4.3.6Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 6 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος	107
4.3.7Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 7 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	108
4.3.7Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 7 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	108
4.3.8Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 8 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	109
4.3.8Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 8 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	109
4.3.9Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 9 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	110
4.3.9Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 9 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	110
4.3.10Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 10 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	111
4.3.10Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 10 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	111
4.3.11Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 11 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	112
4.3.11Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 11 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	112
4.3.12Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 12 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	113
4.3.12Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 12 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	113
4.3.13Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 13 στα επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών	114
4.3.13Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 13 στα	114

επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο	
4.4.16. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 23 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο	151
4.4.17. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 25 στα επίπεδα δεξιότητας Ερμηνεία Δεδομένων από Ραβδόγραμμα σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο	152
4.4.18. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 27 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο	153
4.4.19. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 28 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο	154
4.4.20. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 29 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο	155
4.4.21. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 32 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από 2 πηγές σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο	156
4.4.22. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 33 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από 2 πηγές σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο	157
5.1.1. Scree	160
5.2.1. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στα 33 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης	169
5.2.2. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στα 33 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης	170
5.2.3. Κλίμακα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης με 33 έργα αξιολόγησης (v=337)	171
5.2.4. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στα 22 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης	176
5.2.5. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στα 22 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης	176
5.2.6. Κλίμακα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης με 22 έργα αξιολόγησης (v=337)	177
5.4.1Α. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης (Ε΄ τάξη)	195
5.4.1Β. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης (Στ΄ τάξη)	195
5.4.2. Συσχετίσεις μεταξύ δεξιοτήτων σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών και εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	196
Π10.1. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών	399
Π10.2. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος	400
Π10.3. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	400
Π10.4. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών	401
Π10.5. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης	402
Π10.6. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα	402
Π10.7. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα	403
Π10.8. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	403
Π10.9. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από δύο πηγές	404
Π10.10. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών	404
Π10.11. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος	405

Π10.12. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	406
Π10.13. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών	406
Π10.14. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης	407
Π10.15. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα	408
Π10.16. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα	408
Π10.17. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	409
Π10.18. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από δύο πηγές	409
Π13.1. Διαδικασία επίλυσης προβλήματος στο McIntosh (1995a, σ.18)	422
Π13.2. Ανάλυση διερευνήσεων στο Duggan & Gott (1995, σ.144)	422
Π13.3. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών στο Κυριαζή (2004, σ.209)	423
Π13.4. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος στο Κυριαζή (2004, σ. 209)	423
Π13.5. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών στο Κυριαζή (2004, σ. 209)	424
Π13.6. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών στο Κυριαζή (2004, σ. 209)	425
Π13.7. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας οργάνωσης δεδομένων στο Κυριαζή (2004, σ. 209)	426
Π13.8. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων στο Κυριαζή (2004, σ. 209)	427
Π13.9. Επιστημονικός αλφαριθμητισμός και γνωσιολογική βάση στο Gott & Duggan (1996, σ. 793)	427
Π13.10. Μοντέλο ανάπτυξης εργαλείων μέτρησης στο Pampaka et.al. (2012, p.1051)	428

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	Σελίδα
2.1. Διασφάλιση πτυχών εγκυρότητας ενοσιολογικής κατασκευής σε ένα εργαλείο μέτρησης	64
3.1. Δημογραφικά στοιχεία για το δείγμα 1	76
3.2. Δημογραφικά στοιχεία για το δείγμα 2	77
3.3. Δεξιότητες που αξιολογούνται με το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης	78
3.4. Μονάδες μέτρησης έρευνας	92
4.1.1. Επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών	95
4.1.2. Επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος	96
4.1.3. Επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	96
4.1.4. Επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών	96
4.1.5. Επίπεδα δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης	97
4.1.6. Επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα	97
4.1.7. Επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα	97
4.1.8. Επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	98
4.1.9. Επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από δύο πηγές	98
4.2.1. Δυσκολίες στη διεκπεραίωση διερευνήσεων κατά πτυχή της διερεύνησης	99
4.2.2. Δυσκολίες στη διεκπεραίωση διερευνήσεων κατά είδος	100
4.3.1. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 1 σε προπειραματικό στάδιο	101
4.3.2. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 2 σε προπειραματικό στάδιο	102
4.3.3. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 3 σε προπειραματικό στάδιο	103
4.3.4. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 4 σε προπειραματικό στάδιο	104
4.3.5. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 5 σε προπειραματικό στάδιο	105
4.3.6. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 6 σε προπειραματικό στάδιο	106
4.3.7. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 7 σε προπειραματικό στάδιο	107
4.3.8. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 8 σε προπειραματικό στάδιο	109
4.3.9. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 9 σε προπειραματικό στάδιο	110
4.3.10. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 10 σε προπειραματικό στάδιο	111
4.3.11. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 11 σε προπειραματικό στάδιο	112
4.3.12. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 12 σε προπειραματικό στάδιο	113
4.3.13. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 13 σε προπειραματικό στάδιο	114
4.3.14. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 14 σε προπειραματικό στάδιο	115
4.3.15. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 15 σε προπειραματικό στάδιο	116
4.3.16. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 16 σε προπειραματικό στάδιο	117
4.3.17. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 17 σε προπειραματικό στάδιο	118
4.3.18. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 18 σε προπειραματικό στάδιο	119
4.3.19. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 19 σε προπειραματικό στάδιο	120
4.3.20. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 20 σε προπειραματικό στάδιο	121
4.3.21. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 21 σε προπειραματικό στάδιο	122
4.3.22. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 22 σε προπειραματικό στάδιο	123

4.4.21. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 32 σε προπαραματικό, μεσοπαραματικό και μεταπαραματικό στάδιο	156
4.4.22. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 33 σε προπαραματικό, μεσοπαραματικό και μεταπαραματικό στάδιο	157
5.1.1. Ποσοστό διακύμανσης που ερμηνεύεται από τους παράγοντες	161
5.1.2. Ποσοστό διακύμανσης κάθε μεταβλητής στους παράγοντες	162
5.1.3. Φορτίσεις μεταβλητών σε κάθε παράγοντα μετά την περιστροφή	163
5.1.4Α. Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 1	164
5.1.4Β. Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 2	164
5.1.4Γ. Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 3	165
5.1.4Δ. Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 4	165
5.1.4Ε. Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 5	165
5.1.4Ζ. Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 6	166
5.1.4Η. Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 7	166
5.2.1. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για 33 έργα αξιολόγησης (v=337)	168
5.2.2. Σειροθέτηση έργων αξιολόγησης με βάση την κλίμακα Rasch	173
5.2.3. Επιλογή/αφαίρεση έργων αξιολόγησης για τη δημιουργία κλίμακας μέτρησης με 22 έργα	173
5.2.4. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για 22 έργα αξιολόγησης (v=337)	175
5.2.5. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για 33 έργα αξιολόγησης (v=509)	179
5.3.1Α. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών	181
5.3.1Β. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών	182
5.3.2Α. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος	182
5.3.2Β. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος	183
5.3.3Α. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	184
5.3.3Β. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	185
5.3.4Α. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών	186
5.3.4Β. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών	186
5.3.5Α. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης	187
5.3.5Β. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης	188
5.3.6Α. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα	189
5.3.6Β. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα	189
5.3.7Α. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα	190
5.3.7Β. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα	190
5.3.8Α. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	191
5.3.8Β. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	192
5.3.9Α. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	193
5.3.9Β. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	193
5.3.10. Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για τη συνολική επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης	194
Π1.1. Έργα αξιολόγησης που χορηγήθηκαν σε πιλοτική φάση	245
Π4.1. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 1 από το δείγμα 1 (v=337)	294
Π4.2. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 2 από το δείγμα 1 (v=337)	295
Π4.3. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 3 από το δείγμα 1 (v=337)	296

Π4.58. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 25 από το δείγμα 2 (v=172)	362
Π4.59. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 26 από το δείγμα 2 (v=172)	363
Π4.60. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 27 από το δείγμα 2 (v=172)	364
Π4.61. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 28 από το δείγμα 2 (v=172)	365
Π4.62. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 29 από το δείγμα 2 (v=172)	366
Π4.63. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 30 από το δείγμα 2 (v=172)	367
Π4.64. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 31 από το δείγμα 2 (v=172)	368
Π4.65. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 32 από το δείγμα 2 (v=172)	369
Π4.65. Τυπικές απαντήσεις στο έργο 32 από το δείγμα 2 (v=172)	370
Π5.1. Δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά σε διάφορες πτυχές της διερευνητικής διεργασίας	374
Π6.1. Μετατροπή επιπέδων δεξιοτήτων διερεύνησης σε κλίμακα 0-1-2	378
Π7.1Α. Έλεγχος Kolmogorov-Smirnov για έλεγχο κατανομής δεδομένων κάθε ομάδας σε προπαραμορφωτικό στάδιο	382
Π7.1Β. Έλεγχος Kolmogorov-Smirnov για έλεγχο κατανομής δεδομένων κάθε ομάδας σε μεσοπαραμορφωτικό στάδιο	383
Π7.1Γ. Έλεγχος Kolmogorov-Smirnov για έλεγχο κατανομής δεδομένων κάθε ομάδας σε μεταπαραμορφωτικό στάδιο	384
Π7.2. Έλεγχος Kolmogorov-Smirnov για έλεγχο κατανομής δεδομένων δείγματος 2	385
Π8.1. Μέση επίδοση (r) των ομάδων του δείγματος 2 στις δεξιότητες διερεύνησης	388
Π8.2. Κριτήριο H μη παραμετρικού ελέγχου διακύμανσης Kruskal-Wallis	389
Π9.1. Μέση επίδοση των 2 ομάδων του δείγματος 2 στις δεξιότητες διερεύνησης	392
Π9.2. Κριτήριο U για διαφορές στις επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης των δύο ομάδων του δείγματος 2	393
Π9.3. Μέση συνολική επίδοση παιδιών Γυμνασίου και Στ' τάξης Δημοτικού στις δεξιότητες διερεύνησης	394
Π9.4. Κριτήριο U για διαφορές στις επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης μεταξύ παιδιών Γυμνασίου (προπαραμορφωτικά) και παιδιών Στ' Δημοτικού (μεταπαραμορφωτικά)	394
Π10.1. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών	396
Π10.2. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνητικού ερωτήματος	396
Π10.3. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών	396
Π10.4. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών	397
Π10.5. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης	397
Π10.6. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα	397
Π10.7. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα	397
Π10.8. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	397
Π10.9. Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	398
Π11.1Α. Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Ε' τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε προπαραμορφωτική φάση	412
Π11.1Β. Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Στ' τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε προπαραμορφωτική φάση	412
Π11.2Α. Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Ε' τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε μεσοπαραμορφωτική φάση	413
Π11.2Β. Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Στ' τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε μεσοπαραμορφωτική φάση	414
Π11.3Α. Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Ε' τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε μεταπαραμορφωτική φάση	415
Π11.3Β. Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Στ' τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε μεταπαραμορφωτική φάση	415
Π12.1. Ποσοστό συμφωνίας και συντελεστής Kappa για δεδομένα σε προπαραμορφωτικό στάδιο	418

Π12.2. Ποσοστό συμφωνίας και συντελεστής Karra για δεδομένα σε μεσοπειραματικό στάδιο	419
Π12.3. Ποσοστό συμφωνίας και συντελεστής Karra για δεδομένα σε μεταπειραματικό στάδιο	420

Ευαγγελία Κυριαζή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι: Εισαγωγή

Περίληψη

Το πρόβλημα της έρευνας περιφέρεται γύρω από τη συλλογή έγκυρων και αξιόπιστων στοιχείων, τα οποία καταδεικνύουν τη δυνατότητα ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης σε παιδιά 10-12 ετών μέσα από τη συμμετοχή τους στο διδακτικό πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο». Η έρευνα στοχεύει στην κωδικοποίηση βασικών δεξιοτήτων που υπεισέρχονται στη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων, την ανάπτυξη μιας μονοδιάστατης κλίμακας μέτρησης των βασικών πτυχών της διερευνητικής διεργασίας, τη μελέτη της βελτίωσης των δεξιοτήτων διερεύνησης μέσα από τη συμμετοχή των παιδιών σε Πανηγύρι Επιστήμης, τη χαρτογράφηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης κατά την πορεία ανάπτυξής τους και τον εντοπισμό δυσκολιών που δυσχεραίνουν τις προσπάθειες των παιδιών να διεκπεραιώσουν διερευνήσεις. Η έρευνα θεωρείται σημαντική, αφού αναμένεται να συμβάλει στην τεχνογνωσία για ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου του συνδυασμού εναλλακτικών μορφών μάθησης.

Το πρόβλημα και η σημασία της έρευνας

«Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» είναι ένα σύνθετο διδακτικό πρόγραμμα, το οποίο στοχεύει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης σε παιδιά δημοτικού σχολείου διαμέσου ενός συνδυασμού τυπικών, μη τυπικών και άτυπων μορφών μάθησης (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Τα παιδιά, αφού πρώτα εμπλακούν σε ειδικά σχεδιασμένες δραστηριότητες στο πλαίσιο των οποίων διδάσκονται πώς να οργανώνουν έγκυρους πειραματικούς σχεδιασμούς, αναλαμβάνουν να διεκπεραιώσουν εξατομικευμένες διερευνήσεις με σκοπό τη συμμετοχή σε Πανηγύρι Επιστήμης. Η ιδιαιτερότητα του προγράμματος έγκειται στο γεγονός ότι αξιοποιούνται και συνδυάζονται τρεις διαφορετικές μορφές μάθησης με σκοπό τη δημιουργία θετικών στάσεων απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες, την πρόσκτηση χρήσιμων γνώσεων σχετικών με την καθημερινή ζωή και κυρίως, την καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης.

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης, η οποία αποτελεί τη βασική επιδίωξη αυτού του προγράμματος, θεωρείται πρωτεύουσας σημασίας για το μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Η διερεύνηση αποτελεί θεμελιώδη διεργασία των Φυσικών Επιστημών, η οποία συνδυάζει εννοιολογική και διαδικαστική κατανόηση και συναποτελείται από δεξιότητες και άλλες συλλογιστικές στρατηγικές. Η ενεργοποίηση δεξιοτήτων διερεύνησης επέρχεται κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος, η οποία περιλαμβάνει επιδέξιο χειρισμό στοιχείων και θεωριών για διατύπωση μιας άποψης (Austin, 1998; Kuhn et al., 1988; 2000; Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004; Roberts & Gott, 2004; Zimmerman, 2000; 2007).

Με την καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης διασφαλίζεται η δημόσια κατανόηση της επιστήμης, η οποία αποτελεί βασική συνιστώσα των Αναλυτικών Προγραμμάτων του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών σε κάθε δημοκρατική χώρα (DeBoer, 2000; Duggan & Gott, 2002; Επιτροπή Νεων Αναλυτικών Προγραμμάτων, 2008; Fensham, 1999; Hofstein et al., 1997; Lee, 1997; Parker & Gerber, 2002; Tytler et al., 2001). Η ανάδειξη μιας κοινωνίας σε αιφόρα οικονομία γνώσης, αλλά και η επιβίωση σε μια ανταγωνιστική κοινωνία με τεχνοκρατικές βάσεις προϋποθέτει επιστημονικά γραμματισμένους πολίτες (Aikenhead, 2005; DeBoer, 2000; Duggan & Gott, 2002; Lee, 1997). Δηλαδή, πολίτες που μπορούν να χειρίζονται στοιχεία και θεωρίες στο πλαίσιο επίλυσης προβλημάτων καθημερινής φύσεως, τα οποία αλληλεπιδρούν με την επιστήμη εμπλέκοντας κρίσεις τεκμηρίων. Ως εκ τούτου, η διδακτική διαδικασία στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών θα πρέπει να περιστρέφεται γύρω από το στόχο για προώθηση επιστημονικού αλφαριθμητισμού ως προϊόν ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης.

Η δυνατότητα για καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο έχει αμφισβητηθεί από κάποιους ερευνητές (Kuhn, 1989; Kuhn et al., 1988; 2000; 2004; Linn et al., 1977; Wollman & Lawson, 1977). Παρ' όλα αυτά, τα αποτελέσματα ερευνών από την εφαρμογή του προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» σε αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης (Κυριαζή, 2004) ενισχύουν ευρήματα άλλων ερευνών ότι υπάρχουν περιθώρια ανάπτυξης συγκεκριμένων πτυχών της διερευνητικής διεργασίας (Adey & Shayer, 1994; Chen & Klahr, 1999; Gott & Duggan, 1996; Goossens, 1992; Ruffman et al., 1993; Lorch, et al., 2010; Sodian et al., 1991; Tsai, 1996). Με την κατάλληλη επιλογή δραστηριοτήτων και τη συστηματική και άμεση προώθηση των δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου της διδακτικής διαδικασίας είναι εφικτή η καλλιέργειά τους σε παιδιά δημοτικού σχολείου.

Τα αποτελέσματα του διδακτικού προγράμματος καταδεικνύουν επίσης ότι η εμπλοκή των παιδιών σε δραστηριότητες άτυπης και μη τυπικής μορφής στο πλαίσιο της συμμετοχής τους σε πανηγύρι επιστήμης συμβάλλει ιδιαίτερα στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης (Κυριαζή, 2004). Γενικά η συμβολή της άτυπης και μη τυπικής μορφής εκπαίδευσης στην προώθηση των μαθησιακών επιδιώξεων του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών έχει αμφισβητηθεί λόγω της εκλαΐκευσης της γνώσης που επιχειρείται (Κολιόπουλος, 2005). Ωστόσο, η αξιοποίηση αυτών των μορφών εκπαίδευσης θεωρείται σημαντική, αφού με αυτές αυξάνονται τα κίνητρα για μάθηση και επαγωγικά, βελτιώνονται τα μαθησιακά αποτελέσματα (Ault & Nagel, 1997; Dynan & Fraser, 1985; Gerber et al., 2001; Hofstein

et al., 1997; Κυριαζή κ.ά, 2003; Maarschalk, 1988; Rennie & Williams, 2002; Rix & McSorley, 1999). Οι επιδιώξεις του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών δεν προωθούνται μόνο μέσα από τα στενά όρια της τυπικής εκπαίδευσης, αλλά μέσα από πολλές πηγές για ποικιλία λόγων και με ποικιλία διαφορετικών τρόπων.

Γενικά, τα αποτελέσματα των ερευνών από την εφαρμογή του διδακτικού προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο», καταδεικνύουν ότι πρόκειται για ένα μαθησιακά αξιόλογο διδακτικό πρόγραμμα (Κυριαζή, 2004). Ως εκ τούτου, το πρόγραμμα έχει υιοθετηθεί τα τελευταία χρόνια από το Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου ως συμπληρωματικό υλικό του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο και μπορεί να εφαρμοστεί εθελοντικά από τους εκπαιδευτικούς (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Περιλαμβάνεται επίσης και στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του μαθήματος Διδακτικής Φυσικών Επιστημών στο Πανεπιστήμιο Κύπρου. Παρ' όλα αυτά, ο αριθμός των εκπαιδευτικών που το αξιοποιούν κατά τη διδακτική διαδικασία είναι περιορισμένος (Κυριαζή, 2002β).

Η αξιοποίηση της όλης διδακτικής παρέμβασης από μεγαλύτερο εύρος εκπαιδευτικών φαίνεται ότι χρήζει πειστικότερων στοιχείων. Παρόλο που η συμμετοχή σ' ένα Πανηγύρι Επιστήμης αυτής της μορφής είναι εμφανές ότι αυξάνει τα κίνητρα για μάθηση, εντούτοις υπάρχει ανάγκη για αξιόπιστα και έγκυρα δεδομένα που να καταδεικνύουν από ερευνητικής άποψης τις πραγματικές δυνατότητες ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης σε παιδιά δημοτικού σχολείου διαμέσου του συγκεκριμένου προγράμματος. Η ανάπτυξη έγκυρων εργαλείων μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης και κατ' επέκταση, η δημιουργία τράπεζας έργων αξιολόγησης καθιστά αναγκαία τη διεκπεραίωση της παρούσας έρευνας. Είναι επίσης σημαντική η αξιοποίηση του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης για τη μελέτη της εφαρμογής του προγράμματος σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών/τριών. Η συλλογή ποσοτικών δεδομένων που να καταδεικνύουν τη διαφοροποίηση στις επιδόσεις των μαθητών/τριών στις δεξιότητες διερεύνησης, καθώς και η συλλογή ποιοτικών δεδομένων με τα οποία να επισημαίνονται οι δυσκολίες που δυσχεραίνουν αυτή την πορεία ανάπτυξης είναι σημαντική για δύο λόγους. Αφενός, αποτελούν έγκυρα και αξιόπιστα στοιχεία για τις δυνατότητες του συγκεκριμένου διδακτικού προγράμματος. Αφετέρου, η συλλογή αυτών των δεδομένων συμβάλλει στην τεχνογνωσία που αφορά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης κατά τη διδακτική διαδικασία.

Σ' αυτό το πλαίσιο, το πρόβλημα γύρω από το οποίο περιστρέφεται η παρούσα έρευνα αφορά στη δυνατότητα ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης σε παιδιά δημοτικού σχολείου μέσα από την αξιοποίηση εναλλακτικών μορφών μάθησης. Συγκεκριμένα, η έρευνα επικεντρώνεται στη μελέτη του ρυθμού και του βαθμού ανάπτυξης των πτυχών της διερευνητικής διεργασίας - όπως αυτές ορίζονται στο πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο», βάσει ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων από παιδιά που συμμετέχουν σ' αυτό. Με άλλα λόγια, με την παρούσα έρευνα επιχειρείται μια ενδελεχής μελέτη των πραγματικών δυνατοτήτων αυτού του διδακτικού προγράμματος για προώθηση δεξιοτήτων διερεύνησης ως συστατικό στοιχείο για διασφάλιση επιστημονικού αλφαριθμητισμού.

Σκοπός έρευνας

Η έρευνα αποσκοπεί στη μελέτη της καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης σε παιδιά 10 - 12 ετών διαμέσου της συμμετοχής τους στο διδακτικό πρόγραμμα «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο».

Ειδικότερα, η έρευνα στοχεύει:

- (1) στην κωδικοποίηση των βασικών δεξιοτήτων που υφίστανται στη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων από παιδιά 10 - 12 ετών
- (2) στην ανάπτυξη μιας μονοδιάστατης κλίμακας μέτρησης των βασικών πτυχών της διερευνητικής διεργασίας
- (3) στη μελέτη της βελτίωσης των δεξιοτήτων διερεύνησης μέσα από τη συμμετοχή των παιδιών σε Πανηγύρι Επιστήμης
- (4) στη χαρτογράφηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης κατά την πορεία ανάπτυξής τους
- (5) στον εντοπισμό γνωστικών εμποδίων που δυσχεραίνουν τις προσπάθειες των παιδιών να διεκπεραιώσουν διερευνήσεις.

Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που ενδέχεται να απαντηθούν με την παρούσα έρευνα έχουν ως εξής:

1. Ποιες δεξιότητες απαιτούνται σε μια επιστημονική διερεύνηση στο δημοτικό σχολείο;
2. Μπορούν οι δεξιότητες διερεύνησης να αξιολογηθούν μέσα από μια μονοδιάστατη κλίμακα μέτρησης;

3. Μπορεί το εκπαιδευτικό πρόγραμμα «το Πανηγύρι της Επιστήμης» να λειτουργήσει ως μηχανισμός ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης;
4. Τι είδους αλληλεξαρτήσεις εντοπίζονται μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης στην πορεία ανάπτυξής τους;
5. Ποιες δυσκολίες δυσχεραίνουν τις προσπάθειες των παιδιών να αναπτύξουν δεξιότητες διερεύνησης σε ένα δομημένο μαθησιακό περιβάλλον;

Δυνητική συνεισφορά έρευνας

Η προτεινόμενη έρευνα αναμένεται ότι θα συνεισφέρει σε δύο τομείς. Τα αποτελέσματά της, αναμένεται ότι θα συμβάλουν στην τεχνογνωσία που αφορά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο, αλλά και στη μέτρηση της αποτελεσματικότητας του διδακτικού προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο».

Αφενός, η έρευνα που προτείνεται θεωρείται αναγκαία για συλλογή στοιχείων, τα οποία να υποδεικνύουν ότι είναι εφικτή η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης, αλλά και τον τρόπο που αυτή επέρχεται. Η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης αποτελεί μια από τις βασικές επιδιώξεις του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο, αφού με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός (Aikenhead, 2005; DeBoer, 2000; Duggan & Gott, 2002; Fensham, 1999; Greenwood, 1996; Parker & Gerber, 2002; Roberts & Gott, 2004; Tytler et al., 2001; Zimmerman, 2000). Παρόλο που οι δεξιότητες και συλλογιστικές στρατηγικές, οι οποίες εμπεριέχονται στη διερευνητική διεργασία, θεωρούνται δύσκολες για παιδιά αυτής της ηλικίας, εντούτοις διαφάνηκε ότι υπάρχουν περιθώρια καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου κατάλληλα σχεδιασμένων διδακτικών παρεμβάσεων (Adey & Shayer, 1994; Chen & Klahr, 1999; Gott & Duggan, 1996). Η επιλογή δραστηριοτήτων, με τις οποίες να μπορούν να προωθούνται οι δεξιότητες διερεύνησης θα πρέπει να γίνεται προσεγμένα ώστε να ανταποκρίνεται στις πραγματικές δυνατότητες των παιδιών για ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων.

Αφετέρου, η ανάγκη για προσεγμένη επιλογή διδακτικού υλικού με το οποίο να καλλιεργούνται οι δεξιότητες διερεύνησης είναι ακόμα πιο επιτακτική στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης που επιχειρήθηκε στο κυπριακό εκπαιδευτικό σύστημα. Το εγχείρημα για αναδόμηση των Αναλυτικών Προγραμμάτων στο πλαίσιο μιας εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης αποτελεί πρόκληση και συνάμα αναγκαιότητα για την πολιτική μιας χώρας που τείνει να συμβαδίζει με τις απαιτήσεις και τους ρυθμούς της

σύγχρονης κοινωνίας (Επιτροπή Νέων Αναλυτικών Προγραμμάτων, 2008). Γι' αυτό και η επιλογή του διδακτικού υλικού από το οποίο θα συγκροτείται ένα αναθεωρημένο Αναλυτικό Πρόγραμμα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε αυτό να ανταποκρίνεται στις βασικές αρχές που καθορίζουν τη φιλοσοφία του και κατ' επέκταση τις επιδιώξεις του. Δεδομένου ότι η καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης αποτελεί βασική αρχή και του Νέου Αναλυτικού Προγράμματος των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο, δημιουργείται ανάγκη για υιοθέτηση διδακτικού υλικού μέσω του οποίου να προωθούνται αυτές οι δεξιότητες. Με άλλα λόγια, είναι σημαντική η μέτρηση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο», αλλά και ο εντοπισμός αδυναμιών για βελτίωσή του.

Σ' αυτό το πλαίσιο, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δύναται να περιγράψουν ενδελεχώς την πορεία που ακολουθείται για ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου μιας οργανωμένης σειράς διδακτικών δραστηριοτήτων, βάσει ποιοτικών αλλά και ποσοτικών δεδομένων. Επιπρόσθετα, διαμέσου της παρούσας έρευνας δύναται να χαρτογραφηθούν γνωστικά εμπόδια που πιθανόν να παρεμβάλλονται στην πορεία ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης, καθώς και παράγοντες οι οποίοι πιθανόν να καθορίζουν αυτή την πορεία. Η δυνητική συνεισφορά της παρούσας έρευνας διευρύνεται και ως προς την ανάδειξη των δυνατοτήτων και των αδυναμιών του προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο», έτσι ώστε να διαφανεί πόσο θεμιτή είναι η ένταξή του στο πλαίσιο του Νέου Αναλυτικού Προγράμματος Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ: Θεωρητικό Πλαίσιο

Περίληψη

Η διερεύνηση αποτελεί θεμελιώδη διεργασία των Φυσικών Επιστημών, για την οποία εκφράστηκαν διάφορες απόψεις για τη φύση, τη συστατική της δομή και τη δυνατότητα καλλιέργειάς της διαμέσου της διδακτικής διαδικασίας. Προγράμματα με διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις προτάθηκαν με σκοπό την ανάπτυξη δεξιοτήτων, διεργασιών και συλλογιστικών στρατηγικών που υπεισέρχονται στη διερευνητική διεργασία και κατ' επέκταση τη διασφάλιση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Το διδακτικό πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» συνδυάζει διαφορετικές μορφές μάθησης και στοχεύει στην προώθηση δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου της διεκπεραίωσης αυθεντικών διερευνήσεων από παιδιά 10-12 ετών. Η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου προγράμματος καταδεικνύεται με μετρήσεις από έγκυρα και αξιόπιστα εργαλεία αξιολόγησης. Γνωστικά εμπόδια που επισημαίνονται ότι αντιμετωπίζουν τα παιδιά κατά τη διεκπεραίωση διερευνήσεων στο πλαίσιο της συμμετοχής τους στο Πανηγύρι Επιστήμης και σε άλλα ερευνητικά προγράμματα χρησιμεύουν, στην αναθεώρησή τους.

Η Διερεύνηση στις Φυσικές Επιστήμες

Η διερεύνηση γενικά σκοπεύει στη διεύρυνση των γνώσεών μας για τον κόσμο (Zimmerman, 2000; 2007). Αποτελεί ένα μηχανισμό πρόσληψης πληροφοριών από τον κόσμο που μας περιβάλλει και μετατροπής των πληροφοριών αυτών σε γνώση (Κωνσταντίνου κ.ά, 2002). Γι' αυτό, με τη διερεύνηση καθίσταται δυνατή η εξήγηση του φυσικού κόσμου και των φαινομένων που τον χαρακτηρίζουν. Ως εκ τούτου, ο ρόλος της διερεύνησης στις Φυσικές Επιστήμες είναι πρωτεύουσας και καθοριστικής σημασίας για την παραγωγή επιστημονικής γνώσης.

Διερεύνηση και επιστημονική γνώση

Διερεύνηση και επιστημονική γνώση χαρακτηρίζονται από μια αμφίδρομη σχέση (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Αφενός, διαμέσου της διερεύνησης αναπτύσσεται και επικυρώνεται η γνώση που αφορά στις Φυσικές Επιστήμες. Μέσω αυτής εντοπίζονται τα στοιχεία που καθορίζουν την εγκυρότητα και την αξιοπιστία της γνώσης - προϋποθέσεις οι οποίες την καθιστούν επιστημονική. Αφετέρου, η επιστημονική γνώση αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την απαρχή μιας διερεύνησης με σκοπό την παραγωγή και επικύρωση νέας γνώσης.

Η στενή σχέση διερεύνησης και επιστημονικής γνώσης και επαγωγικά, ο ρόλος της διερεύνησης στις Φυσικές Επιστήμες, έχουν απασχολήσει πολλούς ερευνητές στον τομέα της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Austin, 1998; Bandy, 1983; Duggan & Gott, 1995; Duschl et al., 2006; Duggan et al., 1996; Gott & Roberts, 2008; Goldsworthy, 1998;

Κωνσταντίνου κ.ά., 2002; 2004; Lorch et al., 2010; Millar, 1998; Murphy, 1988; Tytler et al., 2001; Watson et al., 2001; 1999; Zimmerman, 2000; 2007). Το έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον που εκφράστηκε για το διερευνητικό τρόπο εργασίας (Ault & Nagel, 1997) διαφάνηκε στο διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο πολλών ερευνητικών προγραμμάτων, όπως είναι για παράδειγμα τα σχήματα «Nuffield», το «Warwick Process Science», το «AKSIS», το «APU» και «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» (AAAS, 1967; APU, 1987; Bandy, 1983; Murphy, 1988; Duggan & Gott, 1995; Gott & Roberts, 2008; Κόκκοτα, 2005; Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου κ.ά., 2004). Ωστόσο, το εύρος από νοήματα που έχει αποδοθεί στη διερεύνηση καταδεικνύει ουσιαστικές διαφορές στις μαθησιακές επιδιώξεις (Murphy, 1988). Οι απόψεις που εκφράστηκαν κατά καιρούς για τη φύση και τη συστατική δομή της διερεύνησης ποικίλουν.

Διερεύνηση και πρακτική εργασία

Ο όρος διερεύνηση έχει προκύψει στο πλαίσιο μιας προσπάθειας εισαγωγής της πρακτικής εργασίας στα σχολεία, η οποία άρχισε περίπου στα μέσα της δεκαετίας του 1950, όταν επικράτησε η άποψη «μαθαίνω πειραματιζόμενος» (Duggan & Gott, 1995; Gott & Duggan, 1996; Κόκκοτα, 2005; Roberts & Gott, 2004; Tytler et al., 2001). Προγράμματα που έχουν αναπτυχθεί στηριζόμενα σ' αυτή τη φιλοσοφία, όπως είναι για παράδειγμα τα προγράμματα «Nuffield», το «P.S.S.C.», το «Warwick Process Science», το «Science-a process skill approach» και το «APU», επικεντρώθηκαν στην προώθηση πρακτικής εργασίας μέσα από τη μαθησιακή διαδικασία (Κόκκοτα, 2005; Roberts & Gott, 2004). Οι δραστηριότητες που περιλήφθηκαν σ' αυτά τα προγράμματα ήταν παρόμοιες με τις διαδικασίες που ακολουθούν οι επιστήμονες για να επιλύσουν προβλήματα φυσικών επιστημών στο εργαστήριο. Η διερεύνηση αποτελούσε τη βασική μεθοδολογική προσέγγιση σ' αυτό το είδος εργασίας.

Κάποιοι ερευνητές προσέγγισαν τη διερεύνηση ως μέθοδο για εξερεύνηση εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες, στηριζόμενοι στη φιλοσοφία του Armstrong για ανακάλυψη εννοιών των Φυσικών Επιστημών (Roberts & Gott, 2004). Σ' αυτά τα προγράμματα, όπως είναι για παράδειγμα τα σχήματα Nuffield, οι μαθητές εμπλέκονταν σε πρακτική εργασία, η οποία στόχευε στην ανακάλυψη θεμελιωδών εννοιών. Η προσέγγιση αυτή υιοθετήθηκε από Αναλυτικά Προγράμματα σε διάφορες χώρες (Etkina et al., 2006a; Gott & Roberts, 2008).

Αντίθετα, σε προγράμματα που προτάθηκαν σε μεταγενέστερο στάδιο – όπως είναι για παράδειγμα το «Warwick Process Science» και το «Science-a process skill approach», η διερεύνηση προσεγγίζεται ως ένα σύνολο από πρακτικές δεξιότητες (AAAS, 1967; Millar, 1998; Roberts & Gott, 2004; Screen, 1986; Tytler et al., 2001). Τα προγράμματα αυτά στηρίχθηκαν στη φιλοσοφία ότι η πρακτική εξάσκηση στις διαδικασίες και δεξιότητες που εμπεριέχονται στη διερεύνηση αυξάνει την οικειότητα στην εφαρμογή τους (Gott & Roberts, 2008). Δηλαδή, κατά την πρακτική εργασία οι μαθητές εξασκούνται στην εφαρμογή πρακτικών δεξιοτήτων και κατ' επέκταση της διερευνητικής μεθόδου εργασίας.

Στο ερευνητικό πρόγραμμα APU, η διερεύνηση αναφέρεται ως ένας τύπος πρακτικής εργασίας, ο οποίος χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι μια απάντηση σε ένα ερώτημα δεν μπορεί να θεωρείται δεδομένη (APU, 1987; Duggan & Gott, 1995; Duggan et al., 1996). Παρόλο που τα παιδιά υποθέτουν ποια είναι η απάντηση στο ερώτημα, εντούτοις πρέπει να διεκπεραιώσουν μια διερεύνηση για να αποδεχτούν ή να απορρίψουν την υπόθεση που έθεσαν. Αυτό προϋποθέτει συνδυασμό εννοιών - τις οποίες μπορούν να ανακαλύψουν στο πλαίσιο μιας διερεύνησης, και εξάσκηση σε πρακτικές δεξιότητες, τις οποίες εφαρμόζουν για να διεκπεραιώσουν μια διερεύνηση.

Διερεύνηση και αυτόνομες εργασίες

Στο ερευνητικό πρόγραμμα AKSIS, η πρακτική εργασία εκφράζεται με τη μορφή ανάληψης αυτόνομων εργασιών (Goldsworthy, 1998; Watson et al., 1999; 2001). Σύμφωνα με αυτή την άποψη, τα παιδιά αναλαμβάνουν τη διεκπεραίωση αυτόνομων εργασιών (projects) εφαρμόζοντας διερευνητικές διαδικασίες, όπως είναι για παράδειγμα η διεκπεραίωση εργαστηριακής έρευνας, η μελέτη σχημάτων και μοτίβων και η οικοδόμηση μοντέλων.

Σ' αυτή την προσέγγιση, η διερεύνηση ταυτίζεται με την αυτόνομη εργασία, ομαδική ή ατομική, κατά την οποία τα παιδιά καλούνται να πάρουν αποφάσεις εφαρμόζοντας διερευνητικές διαδικασίες όπως είναι ο σχεδιασμός, η μέτρηση, η παρατήρηση και η ανάλυση. Οι αυτόνομες εργασίες ή αλλιώς, διερευνήσεις, ποικίλουν ανάλογα με το βαθμό καθοδήγησης που δίνεται στα παιδιά για τη διεκπεραίωσή τους. Διακρίνονται έξι διαφορετικά είδη διερευνήσεων: η ταξινόμηση, η παρατήρηση, το δίκαιο πείραμα, ο εντοπισμός μοτίβων, η μελέτη μοντέλων και η ανάπτυξη συστημάτων (Goldsworthy, 1998; Watson et al., 1999).

Από έρευνες που διεξήχθησαν σε σχέση με τις αυτόνομες εργασίες, διαφάνηκε ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούσαν τις διερευνήσεις ως το δυσκολότερο μέρος του Αναλυτικού Προγράμματος από πλευράς οργάνωσης, αφού τα παιδιά λειτουργούσαν αυτόνομα και με ελάχιστη καθοδήγηση (Goldsworthy, 1998). Οι στόχοι που έθεταν οι εκπαιδευτικοί εστίαζαν κυρίως στην καλλιέργεια χρήσης δεξιοτήτων και επιστημονικών διαδικασιών, καθώς και στην ανάπτυξη της κατανόησης της σχέσης εμπειρικών δεδομένων και επιστημονικών θεωριών. Ωστόσο, οι ερευνητές εντόπισαν σημαντικές διαφορές στο τι ανέμεναν οι μαθητές να μάθουν κατά τη διεκπεραίωση των αυτόνομων εργασιών, καθώς το ενδιαφέρον τους επικεντρωνόταν στη γνώση περιεχομένου παρά στις διαδικασίες (Watson et al., 2001). Για τα παιδιά, οι διερευνήσεις αποτελούσαν μια άσκηση ρουτίνας, όπου καλούνταν να ακολουθήσουν μια τυπική διαδικασία για να επιλύσουν ένα πρόβλημα. Επιπρόσθετα, από τις έρευνες αυτές επισημάνθηκε ότι οι διερευνήσεις που διεκπεραιώνονταν στα σχολεία δεν αντιπροσώπευαν τη σχέση μεταξύ της ανάπτυξης επιστημονικών θεωριών και πειραματικών δεδομένων (Watson et al., 2001). Γενικά, το πλήθος των διερευνήσεων ή αλλιώς αυτόνομων εργασιών που χρησιμοποιούνταν κατά τη μαθησιακή διαδικασία δεν αντιπροσώπευαν τη δουλειά που πραγματοποιούν οι επιστήμονες.

Παρόλο που κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης υπάρχει αυτονομία σε σχέση με την πρακτική εργασία που εμπλέκονται τα παιδιά, εντούτοις η ταύτιση των διερευνήσεων με τις αυτόνομες εργασίες - όπως αυτές ορίζονται στο πρόγραμμα AKSIS, είναι ατυχής. Μια αυτόνομη εργασία αφορά σε επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος στις Φυσικές Επιστήμες, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει εμπλοκή σε διάφορες διεργασίες, όπως είναι για παράδειγμα η ταξινόμηση, η μοντελοποίηση και η διερεύνηση. Σ' αυτή την περίπτωση, διερευνήσεις μπορούν να θεωρούνται οι αυτόνομες εργασίες που περιλαμβάνουν τη διερευνητική διεργασία και άρα, αφορούν σε επίλυση συγκεκριμένου τύπου προβλήματος.

Διερεύνηση και επίλυση προβλήματος

Σε δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν σε διάφορα ερευνητικά προγράμματα - όπως είναι για παράδειγμα το APU, η διερεύνηση αναφέρεται ως διαδικασία που περιστρέφεται γύρω από την ύπαρξη ενός πρακτικού προβλήματος, η λύση του οποίου δεν είναι εμφανής (APU, 1987; Duggan & Gott, 1995; Gott & Duggan, 1995; Murphy, 1988). Σ' αυτό το πλαίσιο, η διερεύνηση προσεγγίζεται ως διαδικασία επίλυσης προβλήματος στις Φυσικές Επιστήμες, η οποία συχνά χρησιμοποιείται ως συνώνυμος όρος (Kind, 1999).

Η επίλυση προβλήματος στις Φυσικές Επιστήμες, η οποία έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές, ταυτίζεται με την επιστημονική ανακάλυψη και επαγωγικά, θεωρείται θεμελιώδης για την παραγωγή έγκυρης επιστημονικής γνώσης (Duggan & Gott, 2002; Klahr, 2000; McIntosh, 1995a; McIntosh, 1995b; Roberts & Gott, 2004; Tsai, 1996). Γενικά, είναι αποδεκτό ότι κατά τον επιστημονικό συλλογισμό η ανθρώπινη συμπεριφορά μπορεί να ερμηνευθεί ως διαδικασία επίλυσης προβλήματος (Klahr, 2000; Kuhn et al., 2000). Η διαδικασία αυτή μπορεί να περιλαμβάνει παρατήρηση φαινομένων, σχεδιασμό πειραμάτων, συλλογή δεδομένων και επινόηση θεωριών για επεξήγηση φυσικών φαινομένων ή λήψη μιας απόφασης. Αποτελεί μια πολύπλοκη και μη γραμμική διαδικασία, η οποία θεωρείται δύσκολη, γιατί προϋποθέτει σύνθετη εφαρμογή δεξιοτήτων και συλλογιστικών στρατηγικών (McIntosh, 1995a; 1995b; Tsai, 1996).

Έρευνες έδειξαν ότι άτομα με ειδικές γνώσεις στις φυσικές επιστήμες χρησιμοποιούσαν πιο συστηματικούς τρόπους επίλυσης προβλήματος, αφού μπορούσαν να ενοποιήσουν το γνωσιολογικό τους υπόβαθρο με τις συνθήκες του προβλήματος που προσπαθούσαν να λύσουν (Tsai, 1996). Συνεπώς, ένα οργανωμένο σύνολο από συλλογιστικές στρατηγικές μπορεί να οδηγήσει σε επίλυση προβλήματος και κατ' επέκταση, παραγωγή έγκυρης γνώσης. Το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών, όμως, έχει εστιάσει στην τυποποίηση του επιστημονικού τρόπου επίλυσης προβλήματος. Δηλαδή, στην εύρεση ενός μοντέλου που συστηματοποιεί την όλη διαδικασία εντοπισμού έγκυρης λύσης και είναι συμβατό με όλα τα προβλήματα που αφορούν στις Φυσικές Επιστήμες (Klahr, 2000; Κόκκοτα, 2005; Kuhn et al., 2000; McIntosh, 1995a; Tsai, 1996).

Σε ερευνητικά προγράμματα, όπως είναι για παράδειγμα το P.S.S.C (USA), η επιστημονική μέθοδος επίλυσης προβλήματος τυποποιήθηκε στο σχήμα: Πρόβλημα – Υπόθεση – Πείραμα – Αποτέλεσμα (Κόκκοτα, 2005). Το σχήμα αυτό θεωρείτο ότι ήταν η πορεία που ακολουθούσαν οι επιστήμονες για να λύσουν ένα πρόβλημα στο εργαστήριο.

Μια άλλη παραλλαγή της διαδικασίας επίλυσης προβλήματος (Διάγραμμα Π13.1, Παράρτημα XIII) περιλαμβάνει τέσσερις αλληλεπιδραστικές διαδικασίες: την τοποθέτηση, την προσέγγιση, τη λύση και την επικοινωνία των αποτελεσμάτων (McIntosh, 1995a). Κάθε διαδικασία περιλαμβάνει διακριτές δεξιότητες και συλλογιστικές στρατηγικές. Οι διαδικασίες αυτές μοιράζονται κοινές δεξιότητες και συλλογιστικές στρατηγικές. Η προηγούμενη γνώση είναι απαραίτητο στοιχείο σε όλες τις διαδικασίες που περιλαμβάνονται στο μοντέλο.

Σε ένα άλλο μοντέλο που έχει προταθεί από τους Klahr & Dunbar (SDDS = Scientific Discovery as Dual Search), η διαδικασία επίλυσης προβλήματος στις Φυσικές Επιστήμες διαιρείται σε τρεις κύριες φάσεις: στο σχηματισμό υποθέσεων, τον πειραματισμό και την εξαγωγή συμπερασμάτων (Kuhn et al., 2000). Πρόκειται για μια διερεύνηση: ένα μονοπάτι που συνδέει την αρχική κατάσταση με την κατάσταση στην οποία στοχεύουμε.

Η έρευνα στο χώρο της υπόθεσης καθοδηγείται από προηγούμενη γνώση και πειραματικά αποτελέσματα. Η έρευνα στο χώρο του πειράματος καθορίζεται από την υπόθεση που διατυπώθηκε. Στο στάδιο αυτό, απαιτείται γνώση γενικού περιεχομένου για τα όρια επεξεργασίας πληροφοριών καθώς και γνώση ειδικού περιεχομένου για τα πραγματικά συστατικά της συγκεκριμένης ανακάλυψης του συγκεκριμένου. Από την έρευνα στο χώρο του πειράματος προκύπτουν τεκμήρια, τα οποία είτε ενισχύουν, είτε αποδυναμώνουν την υπόθεση. Στην αξιολόγηση πειραματικών τεκμηρίων εξετάζεται αν και πώς συνάδουν θεωρία και τεκμήρια, καθώς γίνεται έλεγχος της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν καθοδηγούν περαιτέρω έρευνα στο χώρο των υποθέσεων και το χώρο του πειράματος. Η συντονισμένη έρευνα, η οποία κινείται μεταξύ του χώρου των υποθέσεων και του χώρου των πειραμάτων, είναι αυτή που στο μοντέλο των Klahr & Dunbar θεωρείται επιστημονική ανακάλυψη (Klahr, 2000).

Γενικά, η διαδικασία επίλυσης προβλήματος στα μοντέλα που προτάθηκαν θεωρείται πολύπλοκη και κυκλική. Η όλη διαδικασία εμπλέκει χρήση στρατηγικών, αλλά και εννοιών και προσαρμόζεται στις ανάγκες οποιουδήποτε προβλήματος στις Φυσικές Επιστήμες. Η διαδικασία αυτή, όμως, δεν μπορεί να ταυτιστεί με τη διερεύνηση.

Η διερεύνηση, παρόλο που είναι μη γραμμική διαδικασία, η οποία τροποποιείται και βελτιώνεται στην πορεία - όπως και η επίλυση προβλήματος στις Φυσικές Επιστήμες, αφορά σε επίλυση προβλήματος συγκεκριμένου τύπου (Gott & Murphy, 1987). Τα προβλήματα που περιλαμβάνουν τη διερευνητική διεργασία δεν αρκούνται στον εντοπισμό μιας απάντησης (Kind, 1999). Κατά την επίλυση προβλημάτων με διερεύνηση απαιτείται η επεξήγηση της διαδικασίας επίλυσής του, η παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε πίνακες ή γραφικές παραστάσεις, η ερμηνεία των δεδομένων και η διασφάλιση της εγκυρότητας των στοιχείων και της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων. Με άλλα λόγια, κατά την επίλυση προβλημάτων με διερεύνηση δεν ακολουθείται οποιαδήποτε μέθοδος για κατανόηση και επεξήγηση του φυσικού κόσμου (Kind, 1999). Η διερευνητική διαδικασία επικεντρώνεται στον εντοπισμό και έλεγχο της εγκυρότητας των στοιχείων, στα οποία στηρίζεται μια

επεξήγηση. Πρόκειται για πρόβλημα που περιλαμβάνει αποδοχή ή απόρριψη μιας υπόθεσης και προϋποθέτει ενοποίηση εννοιών και διαδικασιών.

Διερεύνηση και κατανόηση

Οι διερευνήσεις είναι γενικά αποδεκτό ότι συμβάλλουν στη δόμηση της κατανόησης φαινομένων των Φυσικών Επιστημών (Austin, 1998). Στο ερευνητικό πρόγραμμα APU, η διερεύνηση θεωρείται ότι αποτελεί μια διεργασία κατά την οποία συνδυάζονται η διαδικαστική και η εννοιολογική κατανόηση ως αδιαχώριστα μέρη της επιστημονικής δραστηριότητας (Διάγραμμα Π13.2, Παράρτημα XIII).

Η εννοιολογική κατανόηση αφορά σε κατανόηση εννοιών που υπεισέρχονται στις Φυσικές Επιστήμες, όπως είναι για παράδειγμα οι έννοιες της δύναμης και του φωτός. Θεωρείται ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη του επιστημονικού τρόπου αντίληψης του κόσμου (Carey, 1985; Driver et al., 1998; Duggan & Gott, 1995). Πρόκειται για την αντίληψη εννοιών, θεωριών και νόμων που διέπουν τις φυσικές επιστήμες και είναι θεμελιώδεις για την επεξήγηση φυσικών φαινομένων.

Η διαδικαστική κατανόηση ορίζεται ως η γνώση για το τι κάνω, δηλαδή η σκέψη πίσω από την πράξη (Gott & Duggan, 1995; 1996; Duggan & Gott, 1995). Αφορά σε λήψη αποφάσεων που σχετίζονται με τον αριθμό, το εύρος και την ερμηνεία των μετρήσεων. Περιλαμβάνει κατανόηση του συνόλου των εννοιών για χειρισμό στοιχείων, δηλαδή των εννοιών διαδικασίας για συλλογή, επικύρωση και ανάλυση στοιχείων που είναι απαραίτητα για λήψη μιας απόφασης (Duggan & Gott, 1995; 2002; Gott & Roberts, 2008; Roberts & Gott, 2004; Zimmerman, 2000; 2005; 2007). Η αποτελεσματική χρήση αυτών των εννοιών διαδικασίας αποσκοπεί σε επίλυση προβλήματος και ως εκ τούτου, η διαδικαστική κατανόηση είναι απαραίτητη για την επίλυση προβλήματος στις Φυσικές Επιστήμες.

Η διαδικαστική κατανόηση έχει δεχτεί κριτική στο ότι συνάδει περισσότερο με τεχνολογία και μηχανική παρά με επιστήμη. Γενικά, οι δεξιότητες διαδικασίας θεωρήθηκαν δύσκολες και αχρείαστες κατά τη διεκπεραίωση πειραματικής εργασίας και τη λήψη αποφάσεων (Gott & Roberts, 2008). Παρ' όλα αυτά, τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας έδειξαν ότι η γνώση που στην πραγματικότητα χρησιμοποιούν οι ενήλικες στην καθημερινή ζωή αφορά περισσότερο σε διαδικασίες παρά σε έννοιες (Aikenhead, 2005; Duggan & Gott, 2002). Η διαδικαστική κατανόηση είναι θεμελιώδες στοιχείο του επιστημονικού αλφαριθμητισμού και

ως εκ τούτου, θα πρέπει να της αποδοθεί η ανάλογη σημασία. Η κατανόηση δεξιοτήτων και συλλογιστικών στρατηγικών είναι σημαντική όσο και η κατανόηση εννοιών, νόμων και θεωριών που διέπουν τα φυσικά φαινόμενα. Άλλωστε, αρκετοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι φυσικές επιστήμες είναι πέρα από την κατανόηση εννοιών, νόμων και θεωριών (Duggan & Gott, 2002; Roberts & Gott, 2004).

Παραδοσιακά, στο μάθημα των φυσικών επιστημών, εννοιολογική και διαδικαστική κατανόηση διδάσκονται μαζί, με τη μέθοδο της ανακάλυψης (Etkina et al., 2006a; Gott & Roberts, 2008). Γενικά, στα Αναλυτικά Προγράμματα των περισσότερων χωρών προωθείται η σταδιακή ανάπτυξη της κατανόησης εννοιών, ενώ η διαδικαστική κατανόηση προωθείται έμμεσα, διαμέσου ψυχοκινητικών στόχων (Duggan & Gott, 1995; Roberts & Gott, 2004). Η προσέγγιση αυτή περιλαμβάνει δραστηριότητες που έχουν πρακτική μορφή, μέσα από τις οποίες πιστεύεται ότι δίνεται η ευκαιρία στα παιδιά να δομήσουν τη δική τους διαδικαστική κατανόηση, αναμένοντας ότι μπορούν να την εφαρμόσουν σε πρακτικότερα θέματα επιστήμης. Δηλαδή, τα παιδιά εντοπίζουν διαδικασίες καθώς μελετούν κάποιες έννοιες.

Στις δραστηριότητες αυτές, ο/η εκπαιδευτικός καθοδηγεί τα παιδιά να διεκπεραιώσουν πειραματική εργασία, με αποτέλεσμα αυτά να μην έχουν ανησυχίες για την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των πειραματικών τους σχεδιασμών (Gott & Roberts, 2008). Μ' αυτό τον τρόπο αμελούνται πολλές διαδικαστικές έννοιες, όπως είναι για παράδειγμα ο εντοπισμός σχεδιαστικών λαθών και η δυνατότητα για επαναληψιμότητα των μετρήσεων. Προφανώς, η έμμεση προώθηση διαδικαστικής κατανόησης είναι αποτελεσματική μόνο για κάποια παιδιά, αφού στην πραγματικότητα οι δεξιότητες και συλλογιστικές στρατηγικές προσεγγίζονται επιφανειακά ή και καθόλου.

Ωστόσο, σε δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης ενεργοποιούνται εξίσου η εννοιολογική και η διαδικαστική κατανόηση (Austin, 1998; Roberts & Gott, 2004). Συγκεκριμένα, σε μια διερεύνηση, επισημαίνονται τα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά ενός φαινομένου μέσω της εννοιολογικής κατανόησης. Δηλαδή, αναγνωρίζονται οι εμπλεκόμενες μεταβλητές στο ερώτημα που τέθηκε κι έτσι διατυπώνεται μια υπόθεση. Για τον έλεγχο της υπόθεσης καταστρώνεται σχέδιο δράσης, βάσει του οποίου εφαρμόζονται κάποιες δεξιότητες για συλλογή και οργάνωση δεδομένων. Στην πορεία αυτή διασφαλίζεται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των δεδομένων. Όλες αυτές οι ιδέες συνθέτονται και βάσει της ερμηνείας των δεδομένων

προκύπτει μια ολοκληρωμένη λύση. Η λύση που αφορά στην αποδοχή ή την απόρριψη της αρχικής υπόθεσης, συγκρίνεται με την υπάρχουσα θεωρία και γίνονται οι ανάλογες τροποποιήσεις (Duggan & Gott, 1995).

Διερεύνηση και επιστημονική σκέψη

Η όλη διαδικασία κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης αντικατοπτρίζει την πορεία που οδηγεί στην επιστημονική ανακάλυψη. Για το χειρισμό θεωρίας και τεκμηρίων στο πλαίσιο μιας διερεύνησης απαιτείται ενεργοποίηση διεργασιών επιστημονικής σκέψης (Kuhn et al., 1988; 2000; Zimmerman, 2000; 2005; 2007). Ως εκ τούτου, η διερεύνηση συνάδει με τον επιστημονικό συλλογισμό, ή αλλιώς, την επιστημονική σκέψη.

Η επιστημονική σκέψη είναι μια εσωτερική νοητική λειτουργία. Η μελέτη και ο έλεγχος των διεργασιών που συναποτελούν τη σκέψη, τη γνωστική λειτουργία κατά την οποία ο νους επεξεργάζεται και μεταφέρει σε νέες καταστάσεις διάφορες νοητικές αναπαραστάσεις αντικειμένων και ιδεών, είναι πολύ δύσκολη υπόθεση (Halpern, 1999). Ωστόσο, ο σκόπιμος και συνειδητός έλεγχος των διαδικασιών σκέψης είναι αυτό που δίνει επιστημονική διάσταση στη σκέψη. Η ενεργοποίηση των νοητικών λειτουργιών που περιλαμβάνονται στην επιστημονική σκέψη οδηγεί στην παραγωγή επιστημονικής γνώσης, δηλαδή στη διατύπωση μιας νέας θεωρίας ή αναθεώρηση μιας παλιάς, βάσει νέων αξιόπιστων και έγκυρων τεκμηρίων.

Οι διεργασίες που υπεισέρχονται στην επιστημονική σκέψη είναι κοινές με άλλα είδη σκέψης όπως είναι η λογική, η επαγωγική και η κριτική σκέψη, με τις οποίες ταυτίστηκε λανθασμένα σε πολλές περιπτώσεις (Kuhn et al., 2000). Η επίλυση επιστημονικού προβλήματος βάσει διεργασιών που εμπεριέχονται στην επιστημονική σκέψη τη διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα είδη σκέψης.

Στην προσπάθεια επίλυσης ενός προβλήματος, ένα άτομο με πλήρως ανεπτυγμένη επιστημονική σκέψη είναι ικανό να διατυπώσει μια άποψη, αφού χειριστεί νέα τεκμήρια που έχει στη διάθεσή του - όπως αυτά προκύπτουν μέσω πειραματισμού, για να διαπραγματευτεί με τις υπάρχουσες θεωρίες (Κόκκοτα, 2005; Kuhn et al., 1988; 2000; Kuhn, 1989). Δηλαδή, η επιστημονική σκέψη αφορά σε κατανόηση εννοιών για χειρισμό υπάρχουσών θεωριών και τεκμηρίων, αλλά και σε επιλογή των κατάλληλων διαδικασιών για γενίκευση και αξιολόγηση των νέων θεωριών που προκύπτουν. Οι μεταγνωστικές δεξιότητες κάποιου, δηλαδή ο αναστοχασμός του για τις γνωστικές του λειτουργίες που

ενεργοποιήθηκαν κατά την αξιολόγηση μιας υπόθεσης με στόχο τη διατύπωση της δικής του άποψης, είναι απαραίτητο στοιχείο στην επιστημονική σκέψη.

Η επιστημονική σκέψη διέπεται τόσο από τη γνώση συγκεκριμένου, όσο και από τη γνώση γενικού περιεχομένου. Αφενός, η πρόσκτηση γνώσης ειδικού περιεχομένου όχι μόνο αλλάζει τη συστατική δομή γνώσης στο περιεχόμενο, αλλά επηρεάζει και τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για γενίκευση και αξιολόγηση νέων υποθέσεων για το περιεχόμενο (Carey, 1985). Αφετέρου, οι στρατηγικές και διαδικασίες που επιλέγονται για χειρισμό θεωριών και τεκμηρίων καθορίζουν την κατανόηση γνώσης ειδικού περιεχομένου (Klahr, 2000).

Η συστατική δομή της επιστημονικής σκέψης, όπως αναπαριστάται στο Διάγραμμα 2.1, χαρακτηρίζεται από την εννοιολογική και τη διαδικαστική κατανόηση και στηρίζεται από την επιστημολογική επάρκεια (Κωνσταντίνου, κ.ά, 2004). Η εννοιολογική κατανόηση, η οποία αφορά στην κατανόηση συγκεκριμένων εννοιών που εμπεριέχονται στον επιστημονικό τρόπο αντίληψης του κόσμου, στηρίζεται στις εμπειρίες κάποιου και την αλληλεπίδρασή του με τα φυσικά φαινόμενα (Carey, 1985; Driver et al., 1998). Από την άλλη, η διαδικαστική κατανόηση, η οποία καθορίζει τον επιστημονικό τρόπο αντίληψης του κόσμου, περιλαμβάνει κατανόηση πρακτικών δεξιοτήτων, συλλογιστικών στρατηγικών και διεργασιών των φυσικών επιστημών, στις οποίες υπεισέρχεται η διερεύνηση. Η επιστημολογική επάρκεια, η οποία αφορά στην κατανόηση της φύσης της επιστήμης, στηρίζει τη συνδυασμένη προώθηση των δομικών συστατικών της επιστημονικής σκέψης και θεωρείται απαραίτητη για την πλήρη ενεργοποίησή της.



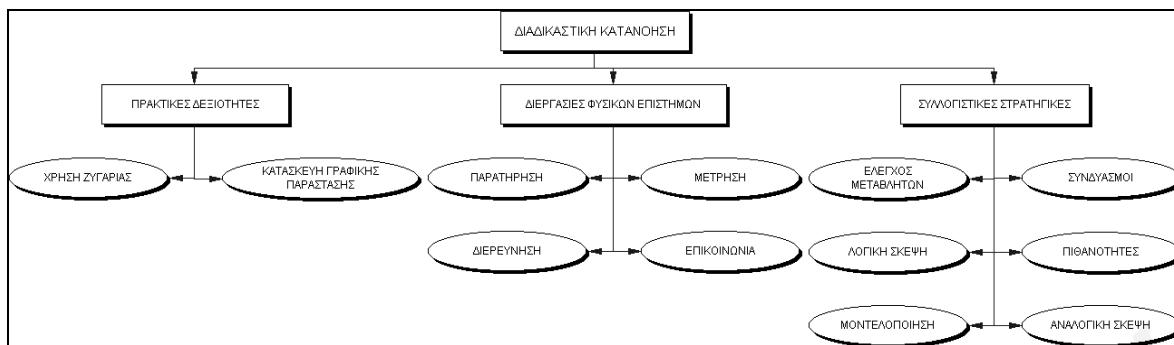
Διάγραμμα 2.1. Η συστατική δομή της επιστημονικής σκέψης (Κυριαζή, 2004, σ.10)

Στο ερευνητικό πρόγραμμα «Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο», η διερεύνηση ορίζεται ως σύνθετη δεξιότητα επιστημονικής σκέψης, όπως είναι ο έλεγχος μεταβλητών και η μοντελοποίηση (Κωνσταντίνου κ.ά., 2002). Στηρίζεται σε απλούστερες δεξιότητες όπως είναι η παρατήρηση, η ταξινόμηση, η μέτρηση, η επικοινωνία, η υποβολή ερωτημάτων, αλλά και η αναγνώριση μεταβλητών, η πρόβλεψη, η υπόθεση, η ερμηνεία δεδομένων, η εξαγωγή συμπερασμάτων και η διατύπωση λειτουργικού ορισμού.

Σύμφωνα με την προσέγγιση που προτείνεται στο πρόγραμμα «Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο», η διερεύνηση αρχίζει με την αναγνώριση μεταβλητών που επηρεάζουν το σχετικό φαινόμενο και την εξειδίκευση του αρχικού ερωτήματος σε ένα αριθμό συγκεκριμένων ερωτημάτων (Κωνσταντίνου κ.ά., 2002). Το καθένα από αυτά τα εξειδικευμένα ερωτήματα συνήθως αφορά στη σχέση δύο μεταβλητών και πάντοτε είναι διατυπωμένο με τέτοιο τρόπο που να μπορεί να απαντηθεί με ένα πείραμα. Η διερεύνηση ολοκληρώνεται όταν τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα διάφορα πειράματα συνδυάζονται για να διατυπωθεί το γενικό συμπέρασμα, το οποίο απαντά στο αρχικό ερώτημα.

Στην περίπτωση που τα παιδιά ακολουθούν μια μόνο πορεία και καταλήγουν σε ένα μόνο αποτέλεσμα, η διερεύνηση θεωρείται κλειστή. Όταν τα παιδιά μπορούν να ακολουθήσουν διάφορες πορείες ή να καταλήξουν σε διαφορετικά αποτελέσματα ή και τα δύο, τότε πρόκειται για ανοικτή διερεύνηση (Κωνσταντίνου κ.ά., 2002).

Στο πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης», το οποίο απασχολεί την παρούσα έρευνα, η διερεύνηση προσεγγίζεται ως διεργασία των Φυσικών Επιστημών (Κωνσταντίνου κ.ά., 2004). Στο Διάγραμμα 2.2, η διερεύνηση μαζί με την παρατήρηση, τη μέτρηση και την επικοινωνία συναποτελούνται στις διεργασίες της διαδικαστικής κατανόησης. Συνδυάζουν χρήση πρακτικών δεξιοτήτων - όπως είναι για παράδειγμα η χρήση της ζυγαριάς και η κατασκευή γραφικών παραστάσεων, και συλλογιστικές στρατηγικές - όπως είναι για παράδειγμα ο έλεγχος μεταβλητών, η λογική σκέψη, η αναλογική σκέψη, η μοντελοποίηση, οι πιθανότητες και η συνδυαστική. Οι πρακτικές δεξιότητες αφορούν σε εκμάθηση μηχανισμών που δεν εμπλέκουν κάποιου είδους σκέψη, καθώς σχετίζονται με τις αισθήσεις. Οι συλλογιστικές στρατηγικές εμπεριέχουν σύνθετες δεξιότητες και νοητικές λειτουργίες και συνδυάζουν ανώτερες λειτουργίες σκέψης.



Διάγραμμα 2.2. Η συστατική δομή της διαδικαστικής κατανόησης (Κυριαζή, 2004, σ.10)

Οι διερευνήσεις που διεκπεραιώνουν τα παιδιά στο πλαίσιο του προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» είναι κλειστές (Κωνσταντίνου κ.ά., 2002). Στο πλαίσιο της διαδικασίας διεκπεραίωσης μιας διερεύνησης, τα παιδιά διατυπώνουν διερευνήσιμα ερωτήματα, τα οποία αφορούν στη σχέση δύο μεταβλητών, της ανεξάρτητης και της εξαρτημένης. Για την απάντηση του ερωτήματος εντοπίζουν παράγοντες που πιθανόν να εμπλέκονται στη σχέση της ανεξάρτητης και της εξαρτημένης μεταβλητής. Κατά το σχεδιασμό του πειράματος χειρίζονται τους παράγοντες με τρόπο που να διασφαλίζουν έγκυρες πειραματικές συνθήκες. Με άλλα λόγια, μεταβάλλουν την ανεξάρτητη μεταβλητή, μετρούν την εξαρτημένη και κρατούν σταθερές τις υπόλοιπες μεταβλητές. Αφού εκτελέσουν το πείραμα, αναπαριστούν τα δεδομένα σε γραφικές παραστάσεις ή πίνακες και ερμηνεύουν τα αποτελέσματά τους για να εξαγάγουν τα συμπεράσματά τους.

Οι πρακτικές δεξιότητες, οι διεργασίες και οι συλλογιστικές στρατηγικές που ενεργοποιούνται κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης εμπεριέχονται στη συστατική δομή της επιστημονικής σκέψης. Η διερεύνηση αποτελεί θεμελιώδη διεργασία των Φυσικών Επιστημών και καθίσταται ως άριστο μέσο για προαγωγή επιστημονικής σκέψης (Κυριαζή κ.ά., 2002a; 2004; Κυριαζή, 2004).

Συστατική δομή διερεύνησης

Η διερεύνηση συναποτελείται από διεργασίες, δεξιότητες και συλλογιστικές στρατηγικές, οι οποίες έχουν απασχολήσει πολλούς ερευνητές είτε ως αυτόνομες, είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους (Chen & Klahr, 1999; Christensen & Christian, 1997; Collings, 1994; Duschl et al., 2006; Etkina et al., 2006a; 2006b; Gott & Roberts, 2003; 2008; Hamrick & Harty, 1983; Jackson & Janes, 1982; Kind, 1999; Κόκκοτα, 2005; Κολιόπουλος, 2005; Kuhn, 2007; Kuhn, et al., 2008; Κυριαζή κ.ά., 2002a; 2004; Κωνσταντίνου, κ.ά., 2002; 2004;

Lorch et al, 2010; Lawson, 1979; NRC, 2012; Papaevripidou & Constantinou, 2001; Padilla, et al., 1986; Reed et al., 2000; Shaw, et al., 2000; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000; Wavering, 1989; Wollman, 1977; Wollman & Lawson, 1977; Zimmerman, 2000; 2005; 2007). Πρόκειται για δομικά συστατικά της επιστημονικής σκέψης, τα οποία στη βιβλιογραφία αναφέρονται ως δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας (Kuhn, 2007), είτε ως επιστημονικές δεξιότητες (Etkina et al., 2006a; Κόκκοτα, 2005) είτε ως επιστημονικές διαδικασίες (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000), είτε ως διαδικαστικές δραστηριότητες (Duschl et al., 2006), είτε ως έννοιες διαδικασίας (Duggan et al., 1996; Duggan & Gott, 1995; Gott & Roberts, 2008).

Στο πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο», η συστατική δομή της διερεύνησης διακρίνεται σε συλλογιστικό και πρακτικό μέρος, όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 2.3.



Διάγραμμα 2.3. Η συστατική δομή της διερεύνησης (Κυριαζή, 2004, σ.23)

Στο συλλογιστικό μέρος της διερεύνησης περιλαμβάνονται η αναγνώριση και ο έλεγχος μεταβλητών. Η αναγνώριση μεταβλητών αποτελεί και διακριτή φάση στη διαδικασία της διερεύνησης, ενώ ο έλεγχος μεταβλητών εμπεριέχεται στη φάση του σχεδιασμού πειραμάτων. Το πρακτικό μέρος της διερεύνησης περιλαμβάνει πρακτικές δεξιότητες όπως είναι η συλλογή, η καταγραφή και οργάνωση δεδομένων και η διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος, οι οποίες στηρίζονται σε συλλογισμούς, καθώς και άλλες νοητικές διεργασίες, όπως είναι ο σχεδιασμός πειράματος και ο εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών.

Ειδικότερα, στο πρόγραμμα έχουν γίνει προσπάθειες αξιολόγησης των πιο κάτω πτυχών από τις οποίες πιστεύεται ότι υπεισέρχεται κάποιος κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης (Κυριαζή, 2004; Κυριαζή κ.ά, 2002a; 2004):

- Αναγνώριση μεταβλητών
- Διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος
- Σχεδιασμός πειράματος – έλεγχος μεταβλητών
- Εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών
- Κατασκευή γραφικών παραστάσεων
- Ερμηνεία δεδομένων

Η επιλογή των πιο πάνω δεξιοτήτων στηρίχτηκε σε άλλες έρευνες (Chen & Klahr, 1999; (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000; Κωνσταντίνου κ.ά, 2002; Gott & Roberts, 2003), αλλά και σε πιλοτικές έρευνες (Κυριαζή κ.ά, 2002a; 2004; Παπαευριπίδου, 2000), οι οποίες διενεργήθηκαν με σκοπό τη δόμηση, αλλά και αξιολόγηση συνολικά όλου του παρεμβατικού προγράμματος (Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Πιο κάτω γίνεται αναφορά σε κάθε δεξιότητα χωριστά.

Δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών

Η αναγνώριση μεταβλητών είναι θεμελιώδες στοιχείο επιστημονικής σκέψης. Εμπεριέχεται στο συλλογιστικό μέρος της διερεύνησης και αποτελεί τη βασικότερη δεξιότητά της, καθώς αποτελεί προϋπόθεση για την ανάπτυξη των υπόλοιπων δεξιοτήτων (Collings, 1994; Κυριαζή, 2004; Lawson, 1979; Gott & Roberts, 2008). Βρίσκεται στα υψηλότερα επίπεδα της πυραμίδας δεξιοτήτων επιστημονικής σκέψης που έχει ορίσει η Αμερικανική Ένωση για προαγωγή Φυσικών Επιστημών (Κόκκοτα, 2005). Οι δεξιότητες της παρατήρησης, της ταξινόμησης, της πρόβλεψης και της διατύπωσης λειτουργικού ορισμού είναι προϋποθέσεις για να μπορέσει κάποιος να αναγνωρίσει τις μεταβλητές που εμπλέκονται σε μια διερεύνηση.

Η δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών αποτελεί νοητική διεργασία, η οποία παίρνει πρακτική μορφή κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης. Αφορά στο συλλογισμό, κατά τον οποίο εντοπίζονται τα χαρακτηριστικά, ή αλλιώς οι παράγοντες ή οι μεταβλητές που διέπουν ένα φαινόμενο ή μια κατάσταση. Με άλλα λόγια, πρόκειται για τη συλλογιστική διεργασία όπου αναγνωρίζονται οι απομονωμένες και ελεγχόμενες καταστάσεις, δηλαδή οι

παράμετροι που υπεισέρχονται στα φαινόμενα, όπως είναι για παράδειγμα η θερμοκρασία, το φως, η υγρασία και η πίεση (Κόκκοτα, 2005).

Κατά την επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών που επιχειρήθηκε για τους σκοπούς του ερευνητικού προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» (Κυριαζή, 2004) εντοπίστηκαν τέσσερις φάσεις μέσα από τις οποίες θεωρείται ότι διέρχεται κάποιος με σκοπό να εντοπίσει τις μεταβλητές που εμπλέκονται σε μια διερεύνηση (Διάγραμμα Π13.3, Παράρτημα XIII). Καταρχάς, κατά την παρατήρηση εντοπίζονται τα χαρακτηριστικά πανομοιότυπων αντικειμένων, δηλαδή αυτά που διέπουν ένα φαινόμενο ή μια κατάσταση. Τα χαρακτηριστικά αυτά διακρίνονται σε ομοιότητες και διαφορές, δηλαδή αυτά που αλλάζουν ή διατηρούνται σταθερά. Στο τέλος, κατανοείται ο ρόλος αυτών των χαρακτηριστικών για διατήρηση έγκυρων συνθηκών πειραματισμού.

Στις διερευνήσεις μπορούν να εμπλακούν κατηγορικές, αριθμητικές και συνεχείς μεταβλητές όπως είναι για παράδειγμα το είδος της επιφάνειας, ο όγκος του δοχείου και το ύψος του φυτού.

Ανάλογα με το ρόλο που διαδραματίζουν σε μια διερεύνηση, οι μεταβλητές διακρίνονται στην ανεξάρτητη, την εξαρτημένη και τις ελεγχόμενες. Η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το χαρακτηριστικό που διαφοροποιείται μεταξύ πανομοιότυπων αντικειμένων, ο παράγοντας που μεταβάλλεται κατά την παρατήρηση ενός φαινομένου και αλλάζει σκόπιμα κατά την εκτέλεση ενός πειράματος. Εξαρτημένη είναι η μεταβλητή που αλλάζει λόγω της αλλαγής της τιμής της ανεξάρτητης μεταβλητής. Από τη σύγκριση των τιμών που παίρνουν οι δύο μεταβλητές επισημαίνεται η σχέση τους και κατά συνέπεια εξάγεται και το συμπέρασμα του πειράματος. Οι ελεγχόμενες μεταβλητές είναι οι ομοιότητες που παρατηρούνται μεταξύ διαφόρων αντικειμένων, οι παράγοντες που διατηρούνται σταθεροί, δηλαδή δεν αλλάζει η τιμή τους κατά τη διεκπεραίωση ενός πειράματος.

Δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

Το ερώτημα εκφράζει την ανθρώπινη περιέργεια για εξερεύνηση μιας καινούριας κατάστασης (Newton, 2001; Tytler et al., 2009). Με την υποβολή ενός ερωτήματος εκφράζονται απορίες, διασαφηνίζονται ιδέες και αναδεικνύονται πιθανές αρχικές ιδέες για φαινόμενα που παρατηρούνται. Ως εκ τούτου, τα ερωτήματα, αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της επιστημονικής διερώτησης (Chin, 2001).

Η διατύπωση ερωτημάτων αποτελεί φυσιολογική αντίδραση κατά την παρατήρηση ενός φαινομένου (Wood-Robinson et al., 1999b). Πρόκειται για γνωστικό συστατικό της σκέψης και της επικοινωνίας. Αποτελεί διαδικαστική δεξιότητα και προωθείται διαμέσου των Αναλυτικών Προγραμμάτων (Roden, 2009; Stafford, 2009).

Η υποβολή ερωτημάτων συχνά αποτελεί το πρώτο στάδιο της επιστημονικής μεθόδου επίλυσης προβλήματος, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει διατύπωση των στόχων του προβλήματος ή και γενίκευση υποθέσεων και προβλέψεων (Duschl, et al., 2006; Roden, 2009). Ένα ερώτημα μπορεί να αποτελέσει αφορμή για διεκπεραίωση μιας διερεύνησης. Γενικά, με την ενθάρρυνση για υποβολή ερωτημάτων και αναζήτηση απαντήσεων, υποβοηθείται η ανάπτυξη θετικής στάσης προς τη διερώτηση (Harlen, 2006; Κωνσταντίνου κ.ά, 2002).

Σε επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας διατύπωσης ερωτημάτων διαφάνηκε ότι στην προσχολική ηλικία αναμένεται τα παιδιά να διατυπώνουν γενικά ερωτήματα που σχετίζονται με ένα φαινόμενο που παρατηρούν. Σε κατοπινό ηλικιακό στάδιο, το εύρος των ερωτημάτων αυξάνεται σε συνάρτηση με την αυτοπεποίθησή τους να υποβάλουν ερωτήματα (Feasey, 1998; Κωνσταντίνου κ.ά, 2002). Καθώς τα ερωτήματα που υποβάλουν είναι πιο συγκεκριμένα, υπάρχει η δυνατότητα αυτά να οδηγούν σε διερεύνηση.

Η απάντηση σ' ένα ερώτημα - ανοικτού ή κλειστού τύπου, όμως, δεν προϋποθέτει πάντα τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης (Hamrick & Harty, 1983). Για να αρχίσει μια διερεύνηση, τα ερωτήματα πρέπει να είναι διατυπωμένα σε διερευνήσιμη μορφή. Δηλαδή, θα πρέπει να περιλαμβάνουν τις δύο εμπλεκόμενες μεταβλητές και να τους αποδίδεται ο κατάλληλος ρόλος (εξαρτημένη/ανεξάρτητη).

Η αναγνώριση των μεταβλητών που εμπλέκονται σε μια διερεύνηση, αλλά και η διάκριση του ρόλου τους στη διερεύνηση αποτελούν βασικά στάδια, τα οποία επισημαίνονται στην επιστημολογική ανάλυσή της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος (Κυριαζή, 2004). Η εκτίμηση της λειτουργικότητας του ερωτήματος που προκύπτει από αναζήτηση πιθανών απαντήσεων στο ερώτημα αποτελεί επίσης βασικό στάδιο κατά τη διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος, καθώς μπορεί να οδηγήσει είτε στον εντοπισμό στρατηγικής διερεύνησης του ερωτήματος, είτε σε αναδιατύπωση του ερωτήματος (Διάγραμμα Π13.4, Παράρτημα XIII).

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία σε μορφές ερωτημάτων (Harlen, 2006). Στο ερευνητικό πρόγραμμα APU ερωτήματα της μορφής «αποφάσισε ποιο...», «βρες την επίδραση...», «βρες ένα τρόπο...», «βρες την αιτία...» θεωρούνται διερευνήσιμα (APU, 1987; Gott & Duggan, 1995). Ωστόσο, στο πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» το ερώτημα θεωρείται διερευνήσιμο όταν έχει τη μορφή: «Ο παράγοντας Α επηρεάζει τον παράγοντα Β;» (Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Στο ερώτημα αυτής της μορφής οι παράγοντες που εμπλέκονται σ' αυτό είναι εύκολα διακριτοί. Ο παράγοντας Α είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή, ενώ ο παράγοντας Β είναι η εξαρτημένη μεταβλητή. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το φως και η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η ανάπτυξη του φυτού, το διερευνήσιμο ερώτημα έχει ως εξής: «Το φως επηρεάζει την ανάπτυξη του φυτού;».

Στην τυπική διδακτική παρέμβαση του προγράμματος διδάσκεται αποκλειστικά η διατύπωση αυτής της μορφής ερωτήματος, καθώς στην άτυπη φάση αναμένεται τα παιδιά να διατυπώσουν τέτοια ερωτήματα με σκοπό να διεκπεραιώσουν τις δικές τους διερευνήσεις (Κωνσταντίνου & Κυριαζή, 2005; Κωνσταντίνου & Παπαευριπίδου, 2005). Η μορφή αυτή, όμως, δεν είναι περιοριστική. Σε μια προσπάθεια αξιολόγησης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος, το βασικό κριτήριο ήταν η συμπερίληψη των σωστών εμπλεκόμενων μεταβλητών και η απόδοση σωστού ρόλου σ' αυτές (Κυριαζή, 2004). Εξάλλου, αυτό αποτελεί βασική προϋπόθεση στο σχεδιασμό έγκυρων πειραματικών διαδικασιών.

Δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

Το πείραμα αποτελεί την ενεργητική παρέμβαση του επιστήμονα στην πορεία των γεγονότων και σκοπεύει να διαπιστώσει την ύπαρξη νέων φαινομένων (Κόκκοτα, 2005). Για τον Αριστοτέλη το πείραμα αποτελεί την αφετηρία της επιστημονικής έρευνας, ενώ για το Γαλιλαίο το πείραμα είναι απαραίτητο για επαλήθευση ή απόρριψη μιας υπόθεσης.

Ο πειραματισμός ή αλλιώς, η εκτέλεση ενός πειράματος σκοπεύει στην παροχή ακριβή και αριθμητικά εκπεφρασμένων στοιχείων, με τα οποία απορρίπτεται ή γίνεται αποδεκτή μια υπόθεση (Duschl, et al., 2006; Klahr & Dunbar, 1988; Κόκκοτα, 2005; Zimmerman, 2000). Ειδικότερα, με την εκτέλεση ενός πειράματος εξετάζεται μια υπόθεση, δοκιμάζεται πόσο ισχύει μια θεωρία, αναζητούνται φαινόμενα που προβλέφθηκαν θεωρητικά και δημιουργούνται νέα υλικά ή αντικείμενα.

Ο σχεδιασμός πειράματος, δηλαδή η οργάνωση μιας πειραματικής διαδικασίας, αποτελεί τη θεμελιώδη δεξιότητα της διερεύνησης, καθώς είναι πρωτεύουσας σημασίας στην επιστημονική σκέψη (Chen & Klahr, 1999; Kuhn, 2007; Kuhn et al., 2008; Lorch et al., 2010; McIntosh, 1995a; NRC, 2012; Reed et al., 2000; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000; Wollman, 1977; Wollman & Lawson, 1977). Ως δεξιότητα, βρίσκεται στα ψηλότερα επίπεδα της πυραμίδας δεξιοτήτων επιστημονικής μεθόδου που έχει ορίσει η Αμερικανική Ένωση για προαγωγή Φυσικών Επιστημών (Κόκκοτα, 2005) και έχει περιληφθεί στα Εθνικά Επίπεδα Εκπαίδευσης (NRC, 1996; 2012).

Η δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος αφορά στην ικανότητα οργάνωσης μιας έγκυρης πειραματικής διαδικασίας με σκοπό τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών. Στηρίζεται στη συλλογιστική στρατηγική ελέγχου μεταβλητών, κατά την οποία γίνεται ο κατάλληλος χειρισμός των εμπλεκόμενων μεταβλητών ώστε το πείραμα να εκτελείται σε έγκυρες πειραματικές συνθήκες (Duschl et al., 2006; Klahr, 2000; Kuhn et al., 2008; Lorch et al., 2010; Wollman, 1977; Wollman & Lawson, 1977; Zimmerman, 2000). Πρόκειται για μια μέθοδο οργάνωσης πειραμάτων με απλούς περιορισμούς στις πειραματικές συνθήκες (Chen & Klahr, 1999; Kuhn et al., 2000; 2008; Zimmerman, 2000; 2005). Σύμφωνα με αυτή τη στρατηγική, ένα πείραμα είναι έγκυρο όταν μεταβάλλεται μόνο μια μεταβλητή (η ανεξάρτητη), μετρείται μια δεύτερη μεταβλητή (η εξαρτημένη) και διατηρούνται σταθερές, δηλαδή ελέγχονται, όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές που σχετίζονται με την κατάσταση που εξετάζεται. Σε αρκετά πειράματα είναι πρακτικά αδύνατο να ελεγχθούν όλες οι μεταβλητές που μπορεί να σχετίζονται με το φαινόμενο που διερευνάται. Είναι όμως σημαντικό να εντοπιστούν όλες εκείνες οι μεταβλητές που θεωρούνται σημαντικές και επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή και ενδεχομένως, τη σχέση της με την ανεξάρτητη μεταβλητή. Τότε οι συνθήκες πειραματισμού θεωρούνται έγκυρες.

Η στρατηγική ελέγχου μεταβλητών επηρεάζει κι άλλες δεξιότητες, όπως είναι η πολλαπλή αιτιότητα, οι συσχετίσεις, η ιστορική αιτιότητα και η διαδικασία λήψης απόφασης (Chen & Klahr, 1999; Παραενγίριδου & Constantinou, 2001). Θεωρείται σημαντική, γιατί μπορεί να εφαρμόζεται σε διάφορα συγκείμενα και κυρίως στην καθημερινή ζωή.

Ωστόσο, η διαδικασία σχεδιασμού πειράματος είναι λειτουργική μόνο σε συγκεκριμένα συγκείμενα, όπου η σχέση ανεξάρτητης και εξαρτημένης μεταβλητής είναι μετρήσιμη και αιτιακή. Δηλαδή, η αυξομείωση στις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής έχει άμεση επίδραση στις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής. Στις περιπτώσεις που η διαδικασία

σχεδιασμού έγκυρου πειράματος εφαρμοστεί σε συγκείμενα που δεν ταιριάζει, υπάρχει η πιθανότητα να ακολουθείται η στρατηγική ελέγχου μεταβλητών χωρίς να υπάρχει πραγματική κατανόησή της, όπως έχει παρατηρηθεί σε έρευνα που διενεργήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος AKSIS (Goldsworthy, 1998; Goldsworthy et al., 1999; Watson et al., 2001). Δηλαδή, οι μαθητές/τριες να εφαρμόζουν μηχανικά τη στρατηγική σχεδιασμού έγκυρου πειράματος, χωρίς να γνωρίζουν το λόγο που πρέπει να χειριστούν με αυτό τον τρόπο τις μεταβλητές που υπεισέρχονται στην πειραματική διαδικασία.

Σε κάποιες περιπτώσεις ο σχεδιασμός πειράματος θεωρείται ενιαία δεξιότητα με την εκτέλεση πειράματος, όπως διαφαίνεται στα επτά επίπεδα που ορίζονται από τους (Etkina et al., 2006a) κατά την επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας:

- (1) αναγνωρίζεται η σχέση ή η επεξήγηση που θα διερευνηθεί
- (2) σχεδιάζεται έγκυρο πείραμα που εξετάζει την πρόβλεψη με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού
- (3) αποφασίζεται τι θα μετρηθεί και αναγνωρίζεται η ανεξάρτητη και εξαρτημένη μεταβλητή
- (4) χρησιμοποιείται ο κατάλληλος εξοπλισμός για τις μετρήσεις
- (5) επιβεβαιώνονται ή όχι οι προβλέψεις βάσει των αποτελεσμάτων του πειράματος
- (6) λαμβάνεται σοβαρή απόφαση για τη σχέση ή την επεξήγηση
- (7) αναγνωρίζονται ελλείψεις στον πειραματικό σχεδιασμό και γίνονται εισηγήσεις βελτίωσής τους.

Σε άλλες περιπτώσεις, η αναγνώριση και ο έλεγχος μεταβλητών αντιμετωπίζονται ως δεξιότητες σκέψης με ενιαία πορεία ανάπτυξης, οι οποίες αφορούν σε σχεδιασμό πειράματος (Κωνσταντίνου κ.ά, 2002; Shaw et al., 2000; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000). Συγκεκριμένα, η Σπυροπούλου-Κατσάνη (2000) ορίζει πέντε επίπεδα κατά την επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας αναγνώρισης και ελέγχου μεταβλητών:

- (1) αναγνωρίζεται η ανάγκη διατήρησης ίδιων συνθηκών για να έχουν ίδια αποτελέσματα
- (2) συζητούνται οι μεταβλητές που πρέπει να παραμείνουν σταθερές για να έχουν το ίδιο αποτέλεσμα
- (3) περιγράφονται οι μεταβλητές όταν είναι εμφανή τα αποτελέσματά τους με το χρόνο
- (4) αναγνωρίζεται η πορεία διερεύνησης των μεταβλητών
- (5) σχεδιάζεται η πορεία διερεύνησης, ελέγχονται οι μεταβλητές και παίρνονται αποφάσεις σχετικά με το ποιες θα μείνουν σταθερές και ποιες θα μεταβάλλονται.

Με ανάλογο τρόπο, η δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος αντιμετωπίζεται ως διακριτή δεξιότητα και διαφοροποιείται από την αναγνώριση και έλεγχο μεταβλητών. Η δεξιότητα αναλύεται επιστημολογικά σε πέντε επίπεδα:

- (1) συζητούνται τα αναγκαία υλικά και οι πηγές προκειμένου να προσεγγιστεί η υπόθεση
- (2) ελέγχονται οι μεταβλητές και οι μετρήσεις που πρέπει να γίνουν
- (3) εντοπίζονται οι αντιστοιχίες πειράματος και πραγματικότητας
- (4) εκτελείται το πείραμα και αναγνωρίζεται η ανάγκη ελέγχου του αποτελέσματος
- (5) τροποποιείται ο σχεδιασμός για την περαιτέρω πορεία όταν προκύψουν νέα στοιχεία (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000).

Στο πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο», ο σχεδιασμός πειράματος αποτελεί την πρακτική μορφή του ελέγχου μεταβλητών και προϋποθέτει αναγνώριση μεταβλητών. Περιλαμβάνει επιδέξιο χειρισμό των μεταβλητών που θεωρούνται ότι εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα στη σχέση που διερευνάται (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Τα στάδια μέσα από τα οποία διέρχεται η όλη διαδικασία σχεδιασμού πειράματος παρουσιάζονται κατά την επιστημολογική ανάλυση που επιχειρήθηκε για σκοπούς αξιολόγησης του προγράμματος (Κυριαζή, 2004).

Έχοντας πλήρη κατανόηση της συλλογιστικής στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών, ο σχεδιασμός πειράματος προϋποθέτει αναγνώριση μεταβλητών που σχετίζονται με το φαινόμενο και διατύπωση ερωτήματος σε διερευνήσιμη μορφή (Collings, 1994). Ο χειρισμός των μεταβλητών που εμπλέκονται στο φαινόμενο αξιολογείται με σκοπό την εκτίμηση της εγκυρότητας και αξιοπιστίας των δεδομένων, αλλά και λειτουργικότητας των πειραματικών δεδομένων. Η αξιολόγηση μπορεί να οδηγήσει είτε σε ανασχεδιασμό του πειράματος, είτε σε συλλογή περαιτέρω πειραματικών δεδομένων και κατ' επέκταση, σε απάντηση του διερευνήσιμου ερωτήματος (Διάγραμμα Π13.5, Παράρτημα XIII).

Δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

Ο σχεδιασμός μιας πειραματικής διαδικασίας είναι πιθανόν να εμπεριέχει σχεδιαστικές ατέλειες, οι οποίες ενδεχομένως επηρεάζουν την εγκυρότητά της. Τα σχεδιαστικά λάθη συνήθως αφορούν στο χειρισμό οποιασδήποτε μεταβλητής εμπλέκεται στην πειραματική διαδικασία. Η αναγνώριση αυτών των σχεδιαστικών λαθών προϋποθέτει κατανόηση της στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών, αλλά και μεταγνωστικές δεξιότητες.

Ο εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών σε μια πειραματική διαδικασία αφορά στην κατανόηση της οργάνωσης ενός πειράματος με τρόπο που να είναι έγκυρο και της σημασίας που έχει αυτό για την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων (Watson et al., 2000). Κατά συνέπεια, ένα άτομο με πλήρως ανεπτυγμένη τη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών θα πρέπει να κατανοεί και να εφαρμόζει τη στρατηγική ελέγχου μεταβλητών, σύμφωνα με την οποία αλλάζει μόνο μια μεταβλητή, διατηρούνται σταθερές όλες οι υπόλοιπες και μετρείται μια άλλη.

Η αξιολόγηση του σχεδιασμού ενός πειράματος στηρίζεται σε μεταγνωστικές λειτουργίες. Δηλαδή, σε βασικές εκτελεστικές λειτουργίες που διέρχονται κατά την ενεργοποίηση της επιστημονικής σκέψης. Η μεταγνώση είναι η αναστοχαστική επίγνωση και ο σκόπιμος έλεγχος της επιλογής και της χρήσης γνωστικών στρατηγικών για τη στήριξη μιας άποψης (Kuhn, 1989; Kuhn et al., 2000). Ως εκ τούτου, ο εντοπισμός των λαθών που έγιναν κατά το σχεδιασμό μιας πειραματικής διαδικασίας επέρχεται μετά από αναστοχασμό της οργάνωσης της όλης διαδικασίας.

Στο πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» ο εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών αποτελεί βασική συλλογιστική στρατηγική κατά την οποία αξιολογείται η εγκυρότητα του πειράματος που σχεδιάστηκε (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Στην επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας που επιχειρήθηκε στο πλαίσιο αυτού του προγράμματος (Κυριαζή, 2004), η αναγνώριση κριτηρίων που καθορίζουν την εγκυρότητα ενός πειράματος αποτελεί την αφετηρία της όλης συλλογιστικής διεργασίας, η οποία οδηγεί σε εντοπισμό ανωμαλιών στα αποτελέσματα και αναζήτηση αιτιών που τα προκάλεσαν. Οι ανωμαλίες αυτές μπορεί να αφορούν είτε σε λάθη στον τρόπο μεταβολής της ανεξάρτητης μεταβλητής, είτε σε λάθη κατά τον έλεγχο κάποιων μεταβλητών ή ακόμα και λάθη στον τρόπο μέτρησης της εξαρτημένης μεταβλητής. Έπειτα από επεξήγηση των επιπτώσεων των λαθών στα πειραματικά δεδομένα, επιχειρείται εναλλακτική ερμηνεία των δεδομένων ή παρερμηνεία δεδομένων. Η όλη συλλογιστική διεργασία καταλήγει σε απόφαση για συλλογή περισσότερων δεδομένων ή σε επανεκτέλεση του πειράματος με αλλαγές στο σχεδιασμό ή σε μερικές μετρήσεις (Διάγραμμα Π13.6, Παράρτημα XIII).

Δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης

Η εκτέλεση πειράματος αποτελεί την πρακτική φάση της διερεύνησης, όπου παιδιά ενεργούν σύμφωνα με το σχεδιασμό του πειράματος, καταγράφουν μετρήσεις και τις

οργανώνουν με τρόπο που να μπορούν να ερμηνευθούν. Στη βιβλιογραφία, η συλλογή και καταγραφή δεδομένων αναφέρεται ως μέτρηση. Πρόκειται για δεξιότητα επιστημονικής μεθόδου, η οποία έχει περιληφθεί στον κατάλογο των διαδικασιών που έχει αναρτήσει η Αμερικανική Ένωση για προαγωγή Φυσικών Επιστημών (Etkina et al., 2006a; Hamrick & Harty, 1983; Κόκκοτα, 2005; Κωνσταντίνου κ.ά., 2002; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000). Εμπεριέχεται στη συστατική δομή της επιστημονικής σκέψης και θεωρείται μια από τις διεργασίες των Φυσικών Επιστημών, οι οποίες χρησιμοποιούνται για δημιουργία σχέσεων και για κατανόηση δεδομένων που λαμβάνονται μέσα από τις αισθήσεις, όπως είναι για παράδειγμα η ταξινόμηση, η συσχέτιση και η αρίθμηση (Phillips & Phillips, 1994; Κυριαζή, 2004). Αφορά στην εύρεση τιμών ενός μεγέθους με τη χρήση του κατάλληλου οργάνου και της ανάλογης μονάδας μέτρησης. Μια σωστή μέτρηση προϋποθέτει κατανόηση μετρήσιμων εννοιών και της μονάδας μέτρησης (συμβατική ή μη συμβατική), καθώς και επιλογή της κατάλληλης κλίμακας μέτρησης και του κατάλληλου οργάνου (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000; Κωνσταντίνου κ.ά., 2004).

Στο πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο», τα παιδιά εμπλέκονται σε διαδικασίες μέτρησης στην άτυπη φάση της παρέμβασης, όπου αναλαμβάνουν τη διεκπεραίωση των δικών τους διερευνήσεων με σκοπό τη συμμετοχή τους στο Πανηγύρι Επιστήμης (Κυριαζή, 2004; Κυριαζή κ.ά., 2002a; Κωνσταντίνου κ.ά., 2004). Τα δεδομένα που συλλέγονται και καταγράφονται κατά την εκτέλεση ενός πειράματος συνήθως εντυπωσιάζουν τα παιδιά, αφού αφορά σε δική τους προσπάθεια με στόχο την απόρριψη ή την αποδοχή της αρχικής υπόθεσης. Αυτό, όμως, δεν είναι αρκετό ώστε να μπορούν να τα ερμηνεύσουν και έπειτα να στηρίξουν το συμπέρασμα που προκύπτει. Η καταγραφή των μετρήσεών τους είναι πολύ σημαντική για τα παιδιά αυτής της ηλικίας για να μην δυσκολεύονται να θυμούνται αυτά που καταγράφουν (Duschl et al., 2006; Shaw et al., 2000). Στην ανάγκη να παρουσιάσουν τα αποτελέσματά τους και να στηρίξουν με επιχειρήματα την άποψή τους, οδηγούνται στην αναζήτηση τρόπων οργάνωσης των δεδομένων τους έτσι ώστε να ερμηνεύονται εύκολα.

Στα Αναλυτικά Προγράμματα η δεξιότητα οργάνωσης δεδομένων αντιμετωπίζεται ως δεξιότητα που καλλιεργείται κατεξοχήν στο μάθημα των Μαθηματικών (Padilla et al., 1986; Gott & Roberts, 2008). Αυτός είναι ο λόγος που δεν έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές που ασχολούνται με τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών.

Ωστόσο, η οργάνωση δεδομένων αποτελεί σημαντικό στάδιο στην πορεία μιας διερεύνησης και θα έπρεπε να διδάσκεται και στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών (Goldsworthy et al., 1999; Gott & Roberts, 2008). Είναι ίσως η πιο δημιουργική φάση κατά την εκτέλεση ενός πειράματος (Christensen & Christian, 1997). Αποτελεί δείκτη επιστημονικού αλφαριθμητισμού, αφού μέσω αυτής της δεξιότητας διαφαίνονται τα επίπεδα κατανόησης της σημασίας συλλογής τεκμηρίων για στήριξη μιας άποψης (Padilla et al., 1986; Etkina et al., 2006b).

Στην επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας οργάνωσης δεδομένων (Κυριαζή, 2004), που επιχειρήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» με σκοπό τη μέτρησή της, διακρίνονται δύο τρόποι οργάνωσης των δεδομένων που συλλέγονται: ο πίνακας και η γραφική παράσταση (Διάγραμμα Π13.7, Παράρτημα XIII).

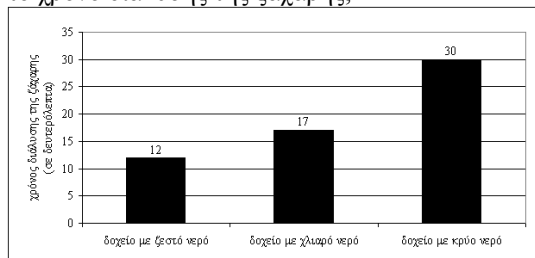
Στον πίνακα τα δεδομένα που συλλέγονται, δηλαδή οι τιμές των εμπλεκόμενων μεταβλητών (ανεξάρτητης και εξαρτημένης) καταγράφονται σε δύο διακριτές στήλες. Αυτό περιλαμβάνει διάκριση της ανεξάρτητης και της εξαρτημένης μεταβλητής, διαφοροποίηση των μεταβλητών σε κατηγορικές και συνεχείς και έπειτα, κατανόηση της σημασίας οργάνωσης των δεδομένων. Ο πίνακας είναι ο μόνος τρόπος οργάνωσης των δεδομένων όταν η ανεξάρτητη και η εξαρτημένη μεταβλητή είναι κατηγορικές.

Οι γραφικές παραστάσεις αποτελούν ένα πιο δόκιμο τρόπο οργάνωσης δεδομένων, οι οποίες επιτρέπουν στον αναγνώστη όχι μόνο να αναγνωρίσει τη σχέση αλλά και τη δύναμη της σχέσης μεταξύ των δύο εμπλεκόμενων μεταβλητών. Στις γραφικές παραστάσεις διαφαίνεται η σχέση διαφόρων μεταβλητών, ίσως και πολύπλοκων (Ainley et al., 2001; Mevarech & Kramarsky, 1997; Padilla et al., 1986; Rogers, 1998; Wavering, 1989). Επιπλέον, στις γραφικές παραστάσεις παρουσιάζονται πολλές πληροφορίες, καταβάλλοντας πολύ μικρό χώρο.

Ο τύπος της γραφικής παράστασης για αναπαράσταση των δεδομένων μιας διερεύνησης καθορίζεται από το είδος των μεταβλητών που εμπλέκονται σ' αυτήν. Στο Διάγραμμα 2.4 παρουσιάζονται δύο τύποι γραφικών παραστάσεων, το ραβδόγραμμα και η γραμμική γραφική παράσταση.

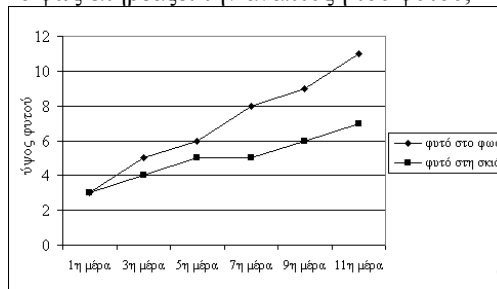
Ερώτημα Α

Η θερμοκρασία του νερού στο κάθε δοχείο επηρεάζει το χρόνο διάλυσης της ζάχαρης;



Ερώτημα Β

Το φως επηρεάζει την ανάπτυξη του φυτού;



Διάγραμμα 2.4. Είδη γραφικής παράστασης

Όταν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι αριθμητική και η ανεξάρτητη είναι κατηγορική, όπως στην περίπτωση του ερωτήματος Α, επιλέγεται το ραβδόγραμμα. Η γραμμική γραφική παράσταση επιλέγεται όταν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής, όπως στην περίπτωση του ερωτήματος Β. Οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής αναπαριστώνται πάντοτε στον κάθετο άξονα.

Η δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης είναι πρακτική δεξιότητα. Η όλη διαδικασία περιλαμβάνει δημιουργία και βαθμονόμηση των αξόνων, καθώς και εύρεση και συνένωση των σημείων στην περίπτωση γραμμικής γραφικής παράστασης (Leinhardt et al., 1990; Padilla et al., 1986). Έπειτα, ακολουθεί η ανάγνωση της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών.

Η καταγραφή των δεδομένων μιας διερεύνησης σε πίνακα ή σε γραφική παράσταση οδηγεί σε συσχέτιση των δεδομένων με το διερευνήσιμο ερώτημα και την υπόθεση και εκτίμηση της επικοινωνίας των πορισμάτων. Δηλαδή, περιλαμβάνει έλεγχο ορθότητας στην οργάνωση των δεδομένων ή στην επιλογή του τρόπου οργάνωσης των δεδομένων. Η διαδικασία καταλήγει σε εξαγωγή συμπεράσματος ή σε διαφοροποίηση είτε του τρόπου οργάνωσης των δεδομένων, είτε της οργάνωσης των δεδομένων.

Δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων

Η καλή και συστηματική καταγραφή μετρήσεων, καθώς και η σωστή επιλογή του τρόπου οργάνωσής τους καθορίζουν την ερμηνεία τους και κατ' επέκταση την εξαγωγή των συμπερασμάτων (Duschl et al., 2006).

Η ερμηνεία δεδομένων αφορά στην κατανόηση της σχέσης των δύο μεταβλητών που εμπλέκονται στο πείραμα και εκφράζεται μέσω της εξαγωγής συμπερασμάτων. Γι' αυτό η ερμηνεία δεδομένων και η διατύπωση συμπεράσματος συχνά αντιμετωπίζονται ως ενιαία

δεξιότητα. Στον κατάλογο των δεξιοτήτων επιστημονικής μεθόδου της Αμερικανικής Ένωσης για προαγωγή Φυσικών Επιστημών περιλήφθηκε μόνο η εξαγωγή συμπερασμάτων (Κόκκοτα, 2005), ενώ στα Εθνικά Επίπεδα Εκπαίδευσης αναφέρονται η διατύπωση επιστημονικών επεξηγήσεων και η επικοινωνία και υποστήριξη επιστημονικού επιχειρήματος (NRC, 1996). Σε άλλες ερευνητικές προσπάθειες γίνεται αναφορά στην ανάλυση και συλλογή δεδομένων, καθώς και την στρατηγική πολλαπλών αναπαραστάσεων (Etkina et al., 2006a).

Η δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων - ή με όποιον άλλο τρόπο κι αν αναφέρεται, αποτελεί δεξιότητα επιστημονικής μεθόδου και είναι πρωτεύουσας σημασίας στην επιστημονική σκέψη (Chen & Klahr, 1999). Πρόκειται για μια από τις βασικές φάσεις επίλυσης προβλήματος στις Φυσικές Επιστήμες (McIntosh, 1995a). Στηρίζεται σε συλλογιστικές διεργασίες, παρόλο που εμπεριέχεται στο πρακτικό μέρος της διερεύνησης.

Κατά την ερμηνεία δεδομένων εντοπίζονται οι μεταβλητές που εμπλέκονται στη διερεύνηση και στη συνέχεια, από τη σύγκριση των τιμών τους ανακαλύπτονται οι σχέσεις μεταξύ τους, οι οποίες αποτελούν τεκμήρια για στήριξη μιας άποψης. Για τη διαδικασία αυτή απαιτούνται τα νοητικά στάδια της ανάλυσης και της σύνθεσης καθώς και της ικανότητας σύνδεσης των δεδομένων με την υπάρχουσα γνώση (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000). Η αντιπαράθεση των νέων δεδομένων με την υπάρχουσα γνώση οδηγεί στο συμπέρασμα, το οποίο διατυπώνεται με τρόπο που να αποτελεί μια απάντηση στο διερευνητικό ερώτημα και να αποδέχεται ή να απορρίπτει την αρχική υπόθεση.

Η ερμηνεία δεδομένων διαφοροποιείται ανάλογα με τον τρόπο οργάνωσής τους. Δηλαδή, η διεργασία κατά την ερμηνεία δεδομένων σε πίνακα είναι διαφορετική από την ερμηνεία δεδομένων σε γραφική παράσταση ή ερμηνεία συνδυασμού δύο διαφορετικών πηγών.

Σύμφωνα με την επιστημολογική ανάλυση που επιχειρήθηκε στο πλαίσιο αξιολόγησης του προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο», η δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων ξεκινά με την αναγνώριση διαφορετικών πηγών ή τύπων παρουσίασης δεδομένων (Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Η διαδικασία προϋποθέτει επίσης διάκριση τεκμηρίων και απόψεων, κατανόηση της ανάγκης για συλλογή δεδομένων, καθώς και συλλογή τεκμηρίων από διαφορετικές πηγές (Διάγραμμα Π13.8, Παράρτημα XIII).

Ο πίνακας και η γραφική παράσταση είναι οι πιο συνηθισμένοι τρόποι παρουσίασης δεδομένων απ' όπου μπορεί κάποιος να συλλέξει τεκμήρια και να στηρίξει την άποψή του. Η ερμηνεία δεδομένων από πίνακα είναι αποδεδειγμένο ότι είναι πιο εύκολη από την ερμηνεία δεδομένων από γραφική παράσταση (Padilla et al., 1986; Preece & Janvier, 1992). Η καταγραφή μετρήσεων σε πίνακα είναι απαραίτητη σε κάθε πειραματική διαδικασία, σε αντίθεση με τη γραφική παράσταση, η οποία μπορεί να αποφευχθεί. Ως εκ τούτου, η κατασκευή πίνακα είναι πιο οικεία στα παιδιά, αφού διέρχονται διαμέσου αυτής της διαδικασίας σε όλες τις διερευνήσεις τους. Κατά συνέπεια, ερμηνεύουν ένα πίνακα με περισσότερη ευκολία.

Κατά την ερμηνεία των δεδομένων ενός πίνακα επιδιώκεται ο εντοπισμός πιθανών μοτίβων που παρουσιάζονται μεταξύ των μετρήσεων και κατ' επέκταση των αιτιακών σχέσεων που προκύπτουν. Αυτό προϋποθέτει αναγνώριση των μεταβλητών που εμπλέκονται στο διερευνησιμο ερώτημα. Έπειτα, συσχετίζονται οι τιμές τους και εξετάζεται μεμονωμένα ή σε συνδυασμό η επίδραση των μεταβλητών στο φαινόμενο που παρατηρείται. Βάσει αυτών των συσχετίσεων, αποκλείονται οι μεταβλητές που δεν μπορούν να επηρεάζουν και εντοπίζεται η μεταβλητή - αιτία. Ο αριθμός και το είδος των μεταβλητών που εμπλέκονται καθορίζουν την πολυπλοκότητα ενός πίνακα και κατ' επέκταση το βαθμό δυσκολίας κατά την ερμηνεία των δεδομένων του.

Η γραφική παράσταση είναι μια πιο αφηρημένη αναπαράσταση της σχέσης των μεταβλητών (Ainley et al., 2001; Mevarech & Kramarsky, 1997; Padilla et al., 1986; Rogers, 1998; Wavering, 1989). Κατά την ερμηνεία δεδομένων από γραφική παράσταση επιδιώκεται αναγνώριση των εμπλεκόμενων μεταβλητών που αναπαριστώνται στους άξονες. Έπειτα, επιδιώκεται ανάγνωση της γραφικής παράστασης, η οποία περιλαμβάνει κατανόηση του είδους και της δύναμης της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών.

Το ραβδόγραμμα είναι ο πιο δημοφιλής τύπος γραφικής παράστασης. Αφορά σε κατηγορικές και αριθμητικές μεταβλητές που είναι πιο κατανοητές στις μικρότερες τάξεις του δημοτικού σχολείου. Στα σχολικά εγχειρίδια των μαθηματικών εμφανίζεται πιο συχνά παρά οι γραμμικές γραφικές παραστάσεις.

Η γραμμική γραφική παράσταση εμπλέκει συνεχείς μεταβλητές οι οποίες είναι πιο δυσνόητες. Κατά συνέπεια, η ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση είναι πιο δύσκολη σε σύγκριση με την ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα. Η όλη

διαδικασία της ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση εμπεριέχει τις πιο κάτω υποδεξιότητες (Padilla et al., 1986):

- Εντοπισμός της τιμής της ανεξάρτητης και εξαρτημένης μεταβλητής σε κάθε σημείο χωριστά
- Παρεμβολή και παρέκταση τιμών
- Εντοπισμός της σχέσης μεταξύ των δύο μεταβλητών
- Αντιπαραβολή και συσχέτιση των αποτελεσμάτων με αυτά άλλων γραμμικών γραφικών παραστάσεων ή άλλων πηγών.

Σε περιπτώσεις όπου τα δεδομένα παρουσιάζονται μέσα από κείμενο απαιτείται εντοπισμός των τεκμηρίων και κατανόηση της πηγής προέλευσής τους.

Σε πολλές διερευνήσεις το συμπέρασμα εξάγεται από ερμηνεία δεδομένων που προκύπτει από συνδυασμό διαφορετικών πηγών. Συνήθως συνδυάζεται ο πίνακας με τη γραφική παράσταση ή με πληροφοριακό κείμενο. Η δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από δύο πηγές θεωρείται πιο πολύπλοκη από την ερμηνεία δεδομένων μόνο από πίνακα ή γραφική παράσταση, αφού πέρα από τη δυσκολία ερμηνείας δεδομένων υπάρχει και η πιθανότητα να παραβλεφθούν σημαντικά δεδομένα ή να εστιάσουν μόνο σε μια πηγή πληροφοριών.

Γενικά, η ερμηνεία δεδομένων και η εξαγωγή συμπεράσματος έχουν άμεση σχέση με την εννοιολογική κατανόηση και ειδικότερα με τις αρχικές ιδέες. Τα παιδιά έχουν την τάση να παραβλέπουν τα δεδομένα που έχουν στη διάθεσή τους και να τοποθετούν τις προϋπάρχουσες ιδέες τους στη θέση των συμπερασμάτων τους. Αυτό εκφράζεται ως αδυναμία συσχέτισης δεδομένων που αντλούνται από πίνακες, γραφικές παραστάσεις ή συνδυασμό δύο πηγών με το φαινόμενο που συμβαίνει στην πραγματικότητα (Duschl et al., 2006; Goldsworthy et al., 1999; Gott & Duggan, 1995; Wood-Robinson et al., 1999a).

Η δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων αποτελεί σημαντικό μέρος, αλλά όχι το καταληκτικό σημείο μιας διερεύνησης. Με αυτή τη δεξιότητα δίνονται απαντήσεις στο διερευνητικό ερώτημα, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε άλλες διερευνήσεις.

Γενικά οι δεξιότητες διερεύνησης που αναφέρονται στο πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» ή αλλιώς, τα δομικά συστατικά της επιστημονικής σκέψης που υποδεικνύονται μέσα από τη βιβλιογραφία με διαφορετικό όνομα, θεωρούνται διακριτές μεταξύ τους (Chen & Klahr, 1999; Christensen & Christian, 1997; Collings, 1994; Duschl et al., 2006; Etkina et al.,

2006a; 2006b; Gott & Duggan, 1995; Gott & Roberts, 2003; 2008; Hamrick & Harty, 1983; Jackson & Janes, 1982; Kind, 1999; Κόκκοτα, 2005; Kuhn, 2007; Κυριαζή, 2004; Κυριαζή κ.ά., 2002a; 2004; Lawson, 1979; Padilla et al., 1986; Papaenripidou & Constantinou, 2001; Reed et al., 2000; Shaw et al., 2000; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000; Zimmerman, 2000; 2005; 2007; Wavering, 1989). Κάθε δεξιότητα θεωρείται αυτόνομη και άρα, μπορεί να καλλιεργηθεί από μόνη της, χωρίς ωστόσο να εξασφαλίζεται η επιτυχία όλης της διερεύνησης με την καλλιέργεια μιας από τις δεξιότητες.

Ωστόσο, η ύπαρξη των συγκεκριμένων δεξιοτήτων διερεύνησης δεν έχει επιβεβαιωθεί ερευνητικά. Η επιλογή των δεξιοτήτων που αξιολογήθηκαν στο πρόγραμμα στηρίχτηκε σε υπάρχουσα βιβλιογραφία και εμπειρικές εφαρμογές του όλου παρεμβατικού προγράμματος σε αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης (Κυριαζή, 2004). Δεδομένου, όμως, ότι πρόκειται για τις πτυχές της διαδικασίας μέσα από την οποία διέρχονται τα παιδιά κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης, η ανεξαρτησία τους φαίνεται ότι ισχύει μόνο σε θεωρητικό επίπεδο. Οι δεξιότητες διερεύνησης εμπλέκουν διαδικασίες σκέψης, οι οποίες ενώ εξωτερικά φαίνονται διαφορετικές, στην πραγματικότητα πηγάζουν από την ίδια υποστηρικτική δομή νοητικών ενεργειών (Inhelder & Piaget, 1958; 1964). Ως εκ τούτου, είναι πιθανόν να υπάρχει άμεση σχέση και αλληλεξάρτηση μεταξύ αυτών των δεξιοτήτων διερεύνησης στην πορεία ανάπτυξής τους (Lawson, 1979).

Ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης αποτελεί θεμελιώδη στόχο στα Αναλυτικά Προγράμματα Φυσικών Επιστημών αρκετών χωρών (Kuhn, 2007; Millar, 1998; NRC, 1996). Η εμπλοκή των μαθητών/τριών σε δραστηριότητες που περιλαμβάνουν κρίσεις τεκμηρίων με σκοπό τη διασφάλιση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας της γνώσης θεωρείται σημαντική, αφού εμπεριέχεται κατά την επίλυση προβλημάτων καθημερινής φύσεως. Ως εκ τούτου, με την καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου της μαθησιακής διαδικασίας προωθείται η ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης και κατ' επέκταση, διασφαλίζεται ο επιστημονικός εναλφαβητισμός των μαθητών/τριών (AAAS, 1989; Etkina et al., 2006b; Kuhn, 2007; Tytler et al., 2001).

Επιστημονικός αλφαβητισμός ως προϊόν ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης

Στις μέρες μας, η επιστήμη και η τεχνολογία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου. Η ζήτηση ατόμων που κατέχουν βασικές γνώσεις

επιστήμης, τόσο συγκεκριμένου όσο και γενικού περιεχομένου αυξάνεται συνεχώς (Gott & Duggan, 1996; Gott & Roberts, 2008). Σ' αυτό το πλαίσιο, καθίσταται αναγκαία η εναρμόνιση των μαθησιακών επιδιώξεων με τις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας. Γι' αυτό, η διασφάλιση της δημόσιας κατανόησης της επιστήμης αποτελεί πλέον τον πρωταρχικό στόχο στην εκπαιδευτική πολιτική κάθε δημοκρατικής χώρας (DeBoer, 2000; Duggan & Gott, 2002; Fensham, 1999; Hofstein et al., 1997; Lee, 1997; Parker & Gerber, 2002).

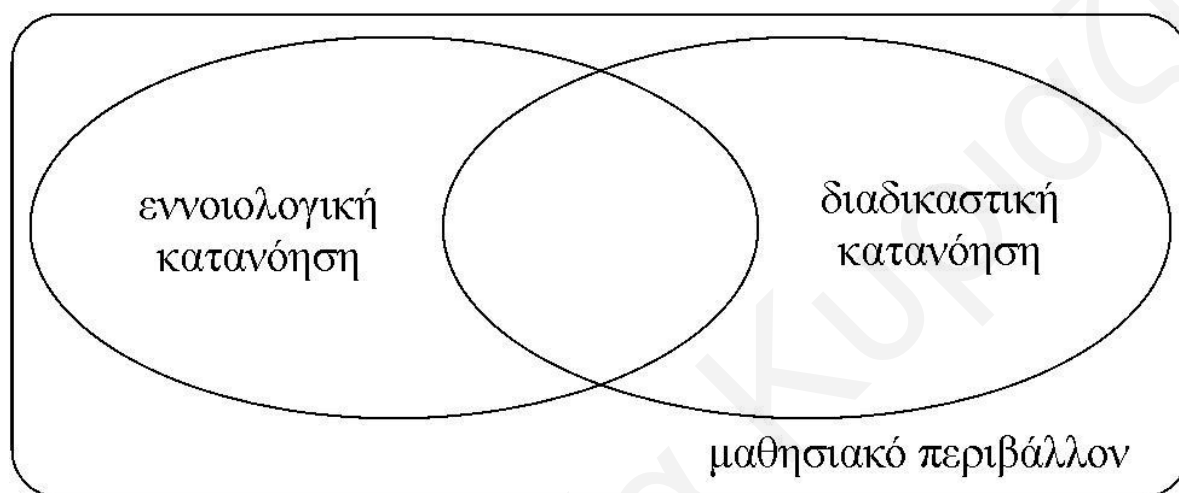
Ως όρος, ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός εισήχθηκε για να περιγραφεί η επιθυμητή σχέση της επιστήμης που διδάσκεται με το δημόσιο (DeBoer, 2000). Καθιερώθηκε ως έννοια που εμπεριέχει όλες εκείνες τις γνώσεις που ένας ενήλικας εφαρμόζει στην καθημερινή του ζωή.

Οι στοιχειώδεις γνώσεις που καθιστούν ένα άτομο επιστημονικά εναλφάβητο σχετίζονται τόσο με γνώση βασικών ιδεών της επιστήμης, δηλαδή την εννοιολογική γνώση, όσο και με γνώση ικανοτήτων που σχετίζονται με συλλογή, εγκυρότητα, παρουσίαση και ερμηνεία στοιχείων, δηλαδή τη διαδικαστική γνώση (Gott & Duggan, 1996; Fensham, 1999; Reed et al., 2000; Rennie & Williams, 2002; Roberts & Gott, 2004; 2008). Ένα άτομο θεωρείται επιστημονικά εναλφάβητο όταν χρησιμοποιεί στοιχεία με στόχο την αξιοπιστία της γνώσης κατά την επίλυση πολλών προβλημάτων καθημερινής φύσης, τα οποία αλληλεπιδρούν με την επιστήμη εμπλέκοντας κρίσεις τεκμηρίων (Tytler et al., 2001; Roberts & Gott, 2004). Ο συνδυασμός γνώσης συστατικών εννοιών και αρχών που διέπουν την ποιότητα των επιστημονικών τεκμηρίων, ενδυναμώνουν ένα άτομο κατά την αντιμετώπιση προβλημάτων κοινού ενδιαφέροντος και το καθιστούν ικανό να καταλήγει σε υπεύθυνες και επαρκώς τεκμηριωμένες αποφάσεις σε ζητήματα που το αφορούν τόσο σε προσωπικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο (Hofstein et al., 1997; Κωνσταντίνου κ.ά., 2002).

Εφόσον οι γνώσεις που αφορούν στην εννοιολογική και τη διαδικαστική κατανόηση καθορίζουν την επιστημονική σκέψη, ένα άτομο επιστημονικά σκεπτόμενο είναι και επιστημονικά εναλφάβητο όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα Π13.9.

Για να επιτευχθεί η επιστημονική εγγραμματοσύνη μέσα από το μάθημα των Φυσικών Επιστημών θα πρέπει το περιεχόμενο του μαθήματος να σχετίζεται με προβλήματα της καθημερινής ζωής και τις εμπειρίες των παιδιών (Lee, 1997; Parker & Gerber, 2002) και να αναπτυχθεί θετική σχέση μεταξύ των παιδιών και της επιστήμης (Rennie & Williams,

2002). Επιπλέον, θα πρέπει να δημιουργηθούν τα κατάλληλα κίνητρα έτσι ώστε τα παιδιά να ενημερώνονται και να ενδιαφέρονται και συνάμα να αναπτύξουν κατανόηση για την επιστήμη και τη σχέση της με την κοινωνία (DeBoer, 2000). Ωστόσο, η ουσιαστική προαγωγή της δημόσιας κατανόησης της επιστήμης επέρχεται μέσα από τη διδακτική πράξη όταν αυτή πραγματώνεται σ' ένα μαθησιακό περιβάλλον όπου αναπτύσσονται παράλληλα εννοιολογική και διαδικαστική κατανόηση, όπως παριστάνεται στο Διάγραμμα 2.5.



Διάγραμμα 2.5. Μαθησιακό περιβάλλον για προαγωγή επιστημονικού αλφαριθμητισμού

Όταν στο πλαίσιο του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών δίνεται έμφαση στην προαγωγή δεξιοτήτων διερεύνησης, η οποία συνδυάζει ανάπτυξη εννοιολογικής και διαδικαστικής κατανόησης, τότε διασφαλίζεται η πραγματική κατανόηση και συνάμα καλλιεργείται η δεξιότητα εφαρμογής της επιστημονικής γνώσης σε διάφορα συγκείμενα. Κατά συνέπεια, ο ρόλος του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών ανάγεται σε μια ευρύτερη προσπάθεια για επιστημονικό αλφαριθμητισμό όλων των πολιτών σε μια δημοκρατική χώρα.

Ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός αποτελεί προϊόν ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης και γενικότερα της επιστημονικής σκέψης. Το γεγονός αυτό ενδυναμώνει την άποψη που θέλει την καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης να αποτελεί πρωταρχικό σκοπό του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών.

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης μέσα από τη μαθησιακή διαδικασία

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης και γενικότερα της επιστημονικής σκέψης, αποτελεί ένα ζήτημα που έχει συζητηθεί από ερευνητές τόσο στον τομέα της διδακτικής των

Φυσικών Επιστημών όσο και της Γνωστικής Ψυχολογίας (Etkina et al., 2006b; Kuhn et al., 1995; Zimmerman, 2000; 2005; 2007). Συγκεκριμένα, εκφράστηκαν διάφορες απόψεις σχετικά με τη δυνατότητα καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου της μαθησιακής διαδικασίας, αλλά και την ηλικία των παιδιών που αυτό είναι εφικτό να επιτευχθεί (Klahr, 2000; Kuhn, 2007; Kuhn et al., 1995).

Σύμφωνα με μια άποψη, οι δεξιότητες διερεύνησης αποτελούν μανιφέστο μόνο για λίγα και χαρισματικά άτομα. Με άλλα λόγια, μόνο άτομα που έχουν υψηλές πνευματικές ικανότητες και ιδιαίτερα προσόντα μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες για επιδέξιο χειρισμό στοιχείων με στόχο τη διατύπωση μιας θεωρίας. Κατά συνέπεια, μια ενδεχόμενη προσπάθεια για προώθηση τέτοιων δεξιοτήτων διαμέσου της μαθησιακής διαδικασίας θα ήταν άσκοπη, αφού η πλειοψηφία των παιδιών δεν θα μπορούσε να ανταποκριθεί σ' αυτές τις απαιτήσεις.

Η εμπλοκή σε διεργασίες επιστημονικής σκέψης και ειδικότερα, η διεκπεραίωση διερευνήσεων δεν είναι απλή διαδικασία. Πολλοί ενήλικες διαφάνηκε ότι αντιμετωπίζουν δυσκολίες κατά το χειρισμό και την αξιολόγηση στοιχείων για να στηρίξουν την άποψή τους (Kuhn et al., 1988; 1995; 2000; 2004; 2008; Zimmerman, 2005). Οι υποθετικές θεωρίες που δομούνται για επεξήγηση διαφόρων φαινομένων είναι πολύ σταθερές και λειτουργούν ανασταλτικά στη διαδικασία αναθεώρησής τους. Γι' αυτό, κατά μία άποψη, η επιστημονική ανακάλυψη απαιτεί συγκεκριμένες δεξιότητες που μόνο μερικοί κατέχουν.

Ωστόσο, η επιστημονική ανακάλυψη δεν είναι μυστηριώδης και δημιουργική δραστηριότητα για τους λίγους (Klahr, 2000; Kuhn, 1989; Kuhn et al., 2000). Η ενεργοποίηση διεργασιών επιστημονικής σκέψης δεν περιορίζεται μόνο στα δρώμενα ενός εργαστηρίου. Αντίθετα, η διαδικασία επίλυσης προβλήματος στις Φυσικές Επιστήμες και ειδικότερα, οι διεργασίες που αυτό εμπλέκει, αποτελούν μέρος της καθημερινότητας (Zimmerman, 2005). Πολλά προβλήματα που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή εμπεριέχουν αξιολόγηση στοιχείων για διατύπωση μιας άποψης. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης δεν αποτελεί προνόμιο για τους λίγους, αλλά αναγκαιότητα για όλους.

Σύμφωνα με μια διαμετρικά αντίθετη άποψη, η οποία έγινε αποδεκτή από μεγάλο εύρος ερευνητών (Kuhn, 1989), η ικανότητα για χειρισμό τεκμηρίων με σκοπό τη διατύπωση ή αναθεώρηση μιας θεωρίας είναι έμφυτο χαρακτηριστικό της ανθρώπινης φύσης (Wollman & Lawson, 1977; Wood-Robinson et al., 1999b). Το παιδί εξερευνά τον κόσμο αυθόρμητα,

θέτει ερωτήματα και ελέγχει υποθέσεις. Θεωρείται αρχάριος επιστήμονας που υιοθετεί μια δική του προσέγγιση χειρισμού του φυσικού κόσμου, η οποία δεν διαφέρει από αυτήν που χρησιμοποιεί ένας ενήλικας.

Είναι γεγονός ότι τα παιδιά εισέρχονται στη διδακτική διαδικασία με ήδη υπάρχουσες γνωστικές δομές που αφορούν όχι μόνο σε έννοιες (Driver, et al., 1993; 1998; Wood, 1994), αλλά και σε στρατηγικές (Zimmerman, 2000; 2005). Με άλλα λόγια, οι διεργασίες επιστημονικής σκέψης ενεργοποιούνται διαισθητικά πριν το παιδί εμπλακεί σε διαδικασίες μάθησης.

Η ιδέα του παιδιού ως διαισθητικού επιστήμονα, όμως, έχει επικριθεί από πολλούς ερευνητές (Amsel & Brock, 1996; Duschl et al., 2006; Klahr, 2000; Kuhn, 1989; Kuhn et al., 1995; 2000; 2004; Kuhn & Pease, 2006; Schauble et al., 1991).

Καταρχάς, η άποψη «το παιδί ως επιστήμονας» βρίσκεται στη βάση της ερμηνείας για τον τρόπο που συντελούνται οι εννοιολογικές αλλαγές (Kuhn et al., 2000). Σύμφωνα με αυτή την ερμηνεία, τα παιδιά - όπως και οι επιστήμονες διαμέσου της ιστορίας της επιστήμης, πλησιάζουν σταδιακά σε πιο ορθές επιστημονικές θεωρίες στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν τον κόσμο. Δηλαδή, όσο οι εμπειρίες αυξάνονται, τόσο τα παιδιά αναθεωρούν τις δικές τους θεωρίες. Τα παιδιά, όμως, φαίνεται να αδυνατούν να αναθεωρούν τις θεωρίες τους με επιστημονικό τρόπο, αφού δεν έχουν πλήρη γνώση του φυσικού κόσμου και της πειραματικής μεθοδολογίας (Kuhn et al., 1995; 2004).

Έπειτα, τα αποτελέσματα ερευνών καταδεικνύουν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις σε δεξιότητες που αφορούν σε σχεδιασμό πειράματος μεταξύ ενηλίκων και παιδιών (Etkina et al., 2006a). Τα παιδιά και οι ενήλικες χρησιμοποιούν διαφορετικούς γνωστικούς μηχανισμούς κατά την επίλυση προβλήματος, καθώς αντιλαμβάνονται τον κόσμο με πολύ διαφορετικό τρόπο. Παρόλο που πολλές φορές και ο ενήλικας αντιμετωπίζει δυσκολίες κατά την αξιολόγηση στοιχείων που στηρίζουν μια άποψη, εντούτοις, σε αντίθεση με το παιδί, κατανοεί και διακρίνει τη διαφορά στο ρόλο της θεωρίας και των στοιχείων (Amsel & Brock, 1996; Schauble et al., 1991; Klahr, 2000; Kuhn, 1989; Kuhn et al., 1988; 1995; 2000; 2004; Kuhn & Pease, 2006; Duschl et al., 2006). Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης σχετίζεται με την ηλικία και προφανώς τις εμπειρίες που προσκτούνται τόσο στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής όσο και το σχολείο.

Η καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης, κατά μια άποψη, όμως, δεν είναι δυνατόν να διενεργηθεί σε παιδιά δημοτικού σχολείου. Η επιστημονική σκέψη προϋποθέτει πολύπλοκες λειτουργίες σκέψης, οι οποίες ενεργοποιούνται μόνο μετά από συγκεκριμένη ηλικία. Τα παιδιά μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες διερεύνησης όταν βρίσκονται στο στάδιο της τυπικής σκέψης, στο οποίο μεταβαίνουν κατά την εφηβεία. Τα παιδιά που φοιτούν ακόμη στο δημοτικό σχολείο βρίσκονται στο στάδιο των συγκεκριμένων λειτουργιών και δεν μπορούν ανταποκριθούν σε τέτοιου είδους νοητικές διεργασίες.

Η άποψη αυτή στηρίζεται στη θεωρία των σταδίων του Piaget (Inhelder & Piaget, 1958; 1964). Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, η ανάπτυξη της δεξιότητας διεκπεραίωσης έγκυρων πειραματικών σχεδιασμών δεν είναι αυθόρμητη διεργασία που κατασκευάζεται άμεσα από το νου (Κόκκοτα, 2005). Η όλη διαδικασία εμπεριέχει ενεργοποίηση διεργασιών - όπως είναι για παράδειγμα η ικανότητα για απομόνωση μεταβλητών για εντοπισμό και επεξήγηση σχέσεων μεταξύ αιτιών και αποτελεσμάτων, οι οποίες προϋποθέτουν τη δεξιότητα για ενσωμάτωση δύο μορφών αντιστρεψιμότητας σε ένα σύστημα (Inhelder & Piaget, 1958; Inhelder & Piaget, 1964). Απαιτεί, ακόμη, μαθηματική και λογική δόμηση, καθώς και διαχωρισμό παραγόντων κατά τη διεκπεραίωση πειραμάτων.

Η συναίσθηση ότι οι υποθέσεις είναι αναγκαίες εφόσον προκύπτουν από ένα λογικό επιχείρημα ακόμη κι αν δεν μπορούν ποτέ να επαληθευτούν εμπειρικά, χαρακτηρίζει μόνο άτομα που βρίσκονται στο στάδιο της τυπικής σκέψης. Η σκέψη στο στάδιο των συγκεκριμένων λειτουργιών, στο οποίο βρίσκονται παιδιά δημοτικού σχολείου, χαρακτηρίζεται από μια σταθερότητα στη σύλληψη των θεμελιωδών διαστάσεων και ιδιοτήτων της πραγματικότητας. Πρόκειται για σκέψη με δύο βασικούς περιορισμούς. Αφενός, στηρίζεται σε παρατηρήσιμες ιδιότητες της πραγματικότητας και κατά συνέπεια, κάθε νέα έννοια πρέπει να επαναδομείται. Δηλαδή, δύσκολα αναδομούνται ήδη υπάρχουσες θεωρίες αφού αυτές στηρίζονται σε παρατηρήσεις και προσωπικά βιώματα. Αφετέρου, δεν είναι δυνατόν να κατανοηθούν πολλές όψεις της πραγματικότητας (Inhelder & Piaget, 1958; 1964). Οι δύο αυτοί περιορισμοί δρουν ανασταλτικά, με αποτέλεσμα να πιστεύεται ότι τα παιδιά δεν μπορούν να σχεδιάσουν πειράματα με συστηματικό έλεγχο μεταβλητών πριν από την εφηβεία ακόμη κι όταν είναι ιδιαίτερα ευφυή.

Η άποψη αυτή ενισχύθηκε από αποτελέσματα ερευνών, οι οποίες έδειξαν ότι πριν από την εφηβεία τα παιδιά δεν μπορούσαν να χειριστούν στοιχεία για να στηρίξουν την άποψή

τους με επάρκεια (Kuhn, 1989; Kuhn et al., 1988). Ειδικότερα, οι έρευνες έδειξαν ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να διαχωρίσουν τη «θεωρία» από τα «στοιχεία», καθώς έχουν περιορισμένη μεταγνωστική κατανόηση για τις αντιλήψεις «υπόθεση» και «πείραμα». Επίσης διαφάνηκαν δυσκολίες κατά τον έλεγχο μιας υπόθεσης σε νέες καταστάσεις (Linn et al., 1977; Wollman & Lawson, 1977). Οι δυσκολίες που έχουν χαρτογραφηθεί, οι οποίες έχει διαφανεί ότι αντιμετωπίζονται και από ενήλικες (Wollman & Lawson, 1977), υποδεικνύουν ότι η ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης δύσκολα προωθείται από το δημοτικό σχολείο, διαμέσου της μαθησιακής διαδικασίας.

Ωστόσο, οι νοητικές δομές που αφορούν σε δημιουργία σχέσεων και κατανόηση δεδομένων που λαμβάνονται μέσα από τις αισθήσεις δεν αναπτύσσονται με ιεραρχικό τρόπο όμοιο για όλα τα παιδιά όπως εισηγείται ο Piaget και οι συνεργάτες του, αλλά με διαφορετικό ρυθμό ανάπτυξης (Phillips & Phillips, 1994). Ο ρυθμός ανάπτυξης αυτών των νοητικών δομών εξαρτάται από το κοινωνικό περιβάλλον, την ωρίμανση, τις εμπειρίες και τη θέληση για μάθηση. Άλλωστε, διάφορες έρευνες που έχουν διεκπεραιωθεί έδειξαν ότι τα παιδιά είναι ικανά να χειριστούν στοιχεία για να στηρίξουν την άποψή τους από πολύ μικρή ηλικία. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών καταδεικνύουν ότι ορισμένα συστατικά αυτής της ικανότητας είναι ορατά στα παιδιά πριν από την εφηβεία.

Συγκεκριμένα, μέσα από τις έρευνες διαφάνηκε ότι παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας μπορούν να διαφοροποιήσουν τις υποθετικές αντιλήψεις τους από τα στοιχεία (Ruffman et al., 1993; Sodian et al., 1991). Παρόλο που εντοπίστηκαν δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά στην προσπάθειά τους να χειριστούν στοιχεία για να ελέγξουν μια υπόθεση, η οποία μπορεί να αντέκρουε αρχικές τους αντιλήψεις, εντούτοις υπάρχουν έρευνες που καταδεικνύουν ότι είναι εφικτό να αναπτυχθούν οι δεξιότητες αυτές από το δημοτικό (Adey & Shayer, 1994; Chen & Klahr, 1999; Goossens, 1992; Linn et al., 1977). Οι πειραματικοί σχεδιασμοί των παιδιών αυτής της ηλικίας αφορούν σε απλά ζητήματα και σχετίζονται με τις εμπειρίες τους. Υπάρχει, όμως, η δυνατότητα να τις βελτιώσουν διαμέσου ειδικά σχεδιασμένων μαθησιακών περιβαλλόντων (Klahr, 2000; Metz, 1993; 1995; Metz, 2004; So, 2003).

Με την κατάλληλη διδακτική παρέμβαση και αφού το παιδί βρίσκεται στο στάδιο των συγκεκριμένων λειτουργιών, όπου μπορούν να ενεργοποιηθούν μεταγνωστικές λειτουργίες για έλεγχο και αξιολόγηση της δικής τους στρατηγικής κατά τη δόμηση μιας θεωρίας, τότε η σκέψη του παιδιού μπορεί να οδηγήσει σε παραγωγή επιστημονικής γνώσης ακόμη και

σε συγκείμενα με εξειδικευμένο περιεχόμενο. Κατά συνέπεια, είναι αναγκαία η ανάπτυξη διδακτικών παρεμβάσεων, οι οποίες να δίνουν έμφαση στην εμπλοκή παιδιών δημοτικού σχολείου σε διαδικασίες διερεύνησης (Chen & Klahr, 1999; Gott & Duggan, 1996; Tsai, 1996). Στο πλαίσιο αυτό, έχουν αναπτυχθεί διάφορα ερευνητικά προγράμματα που εστιάζουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικής σκέψης, συμπεριλαμβανομένων και των δεξιοτήτων διερεύνησης.

Ερευνητικά προγράμματα για ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης

Οι ερευνητικές προσπάθειες για ανάπτυξη μαθησιακών περιβαλλόντων, τα οποία στοχεύουν σε προαγωγή δεξιοτήτων επιστημονικής σκέψης, είναι πολυάριθμες. Γενικά, οι διδακτικές προσεγγίσεις που αναπτύχθηκαν κατά καιρούς εμπλέκουν δραστηριότητες όπου ο μαθητής συμμετέχει ενεργά στη διαδικασία μάθησης (Heckman et al., 1994; Jakupcak et al., 1996).

Οι απόψεις του Piaget όσον αφορά στην προώθηση δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου της διδακτικής διαδικασίας διαφάνηκε ότι έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τους ερευνητές, αλλά και τους κατασκευαστές Αναλυτικών Προγραμμάτων σε πολλές χώρες. Καταρχάς, είναι πλέον αποδεκτό ότι ο σχηματισμός νοητικών δομών που αφορούν σε έννοιες και διαδικασίες φυσικών επιστημών αναπτύσσονται μέσα από αλληλεπίδραση με αντικείμενα και άλλους ανθρώπους (Inhelder & Piaget, 1958; 1964). Έπειτα, η προσέγγιση που περιλαμβάνει απλή υπόδειξη της γνώσης ή και γραπτές εργασίες αποδείχτηκε αναποτελεσματική. Τα παιδιά μπορούν να αποδίδουν νοητικά και να αναπαριστούν συμβολικά τη γνώση όταν εμπλακούν στη διαδικασία μάθησης. Ειδικότερα, ο συνδυασμός διάλεξης και πρακτικής εργασίας έχει αποδειχτεί αποτελεσματικός ως τρόπος προσέγγισης των συλλογιστικών στρατηγικών αναγνώρισης και ελέγχου μεταβλητών στην έρευνα των Lorch et al. (2010). Γενικά, όμως, έχει γίνει αποδεκτό ότι η μαθητοκεντρική προσέγγιση, η διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων στο μάθημα, αλλά και η χρήση πρωτότυπων υλικών κρατά αμείωτο το ενδιαφέρον των μαθητών και κατ' επέκταση, αυξάνει την αποτελεσματικότητά του (Chen & Klahr, 1999; Heckman et al., 1994; Lorch et al. 2010; Phillips & Phillips, 1994; Tsai, 1996; Foulds & Gott, 1988).

Η προώθηση διαδικαστικής γνώσης αποδείχτηκε ότι μπορεί να επέλθει διαμέσου διδακτικών παρεμβάσεων με διαφορετικό διδακτικό στυλ. Όλες, όμως, περιλαμβάνουν δραστηριότητες με τις οποίες δίνεται η ευκαιρία στα παιδιά να αλληλεπιδράσουν και να ενεργοποιήσουν τις γνωστικές τους δομές. Δηλαδή, δραστηριότητες που αφορούν σε

επεξήγηση, συζήτηση, επίλυση προβλήματος στο εργαστήριο ή στο πεδίο, έργα με ανάλυση δεδομένων, καθώς και χειρόγραφα προβλήματα (Roberts & Gott, 2004).

Ωστόσο, οι διδακτικές προσεγγίσεις που αναπτύχθηκαν, διαφοροποιούνται σε ένα ζήτημα: την άμεση ή έμμεση προώθηση δεξιοτήτων, διεργασιών και συλλογιστικών στρατηγικών που συναποτελούνται στη διαδικαστική κατανόηση. Στην άμεση προώθηση της διαδικαστικής κατανόησης διδάσκονται απευθείας οι δεξιότητες, οι διεργασίες και οι συλλογιστικές στρατηγικές και χρησιμοποιούνται παραδείγματα που είναι εφαρμόσιμες. Αντίθετα, η έμμεση προώθηση περιλαμβάνει συστηματικές ερωτήσεις μέσα από τις δραστηριότητες που εμπλέκονται τα παιδιά, καθώς και πρακτικές δραστηριότητες πειραματισμού μέσα από τις οποίες δίνονται ευκαιρίες στα παιδιά να εφαρμόσουν τη στρατηγική (Chen & Klahr, 1999).

Σύμφωνα με μια άποψη, η προώθηση διαδικαστικής κατανόησης επέρχεται παράλληλα με την εννοιολογική κατανόηση. Δηλαδή, οι δεξιότητες διερεύνησης προωθούνται έμμεσα μέσα από τη διαδικασία κατανόησης θεμελιωδών εννοιών των φυσικών επιστημών. Στην προσπάθειά τους τα παιδιά να κατανοήσουν διάφορες έννοιες των φυσικών επιστημών, ενεργοποιούν γνωστικές δομές και παράλληλα αναπτύσσουν δεξιότητες, διεργασίες και συλλογιστικές στρατηγικές που υπεισέρχονται στην επιστημονική σκέψη.

Η καθοδηγούμενη ανακάλυψη εννοιών είναι η προσέγγιση που υιοθετήθηκε από αρκετά Αναλυτικά Προγράμματα ως αποτέλεσμα της διάχυσης των αποτελεσμάτων του προγράμματος *Nuffield* (Etkina et al., 2006a; Gott & Duggan, 1995; Gott & Roberts, 2008). Η προσέγγιση στηρίζεται στη φιλοσοφία της έμμεσης προώθησης της διαδικαστικής κατανόησης διαμέσου της ανάπτυξης κατανόησης εννοιών των Φυσικών Επιστημών.

Μια άλλη άποψη, η οποία επίσης επηρέασε κατασκευαστές Αναλυτικών Προγραμμάτων, υποστηρίζει ότι τα παιδιά ανακαλύπτουν το διαδικαστικό στοιχείο μέσω πρακτικής εξάσκησης (Gott & Roberts, 2008). Στη φιλοσοφία αυτή στηρίχτηκε το ερευνητικό πρόγραμμα *Science: a Process Approach* (AAAS, 1967; Gott & Duggan, 1995; Gott & Roberts, 2008), καθώς και η έρευνα *The temperature of water in cups* (McIntosh, 1995b). Στα προγράμματα αυτά οι δεξιότητες διερεύνησης θεωρούνται ότι προωθούνται έμμεσα, διαμέσου της μίμησης της εργασίας ενός επιστήμονα στο εργαστήριο. Δηλαδή, πιστεύεται ότι η εξάσκηση σε συνθήκες εργαστηρίου για επίλυση προβλήματος διασφαλίζει την εξοικείωση με δεξιότητες που εμπεριέχονται στη διερευνητική διεργασία.

Σε εμπλοκή των μαθητών σε διαδικασίες στηρίχθηκαν και τα ερευνητικά προγράμματα *Warwick Process Science*, *The Assessment of Practical Science* και το *Graded Assessment in Science Project*, με τη διαφορά ότι κάθε δεξιότητα προωθείτο χωριστά (Gott & Roberts, 2008; Millar, 1998; Roberts & Gott, 2004; Screen, 1986; Tytler et al., 2001). Η διδασκαλία των δεξιοτήτων γινόταν έμμεσα και σταδιακά μέχρι που ο μαθητής να μπορέσει να σχηματίσει μια ολοκληρωμένη εικόνα της διαδικασίας της επιστημονικής ανακάλυψης.

Κάτι ανάλογο υιοθετήθηκε και στο *Developmental Activities Project*, το οποίο εφαρμόστηκε σε παιδιά δημοτικού με σκοπό την ανάπτυξη λογικής σκέψης (Phillips & Phillips, 1994). Το μαθησιακό περιβάλλον που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος στηριζόταν στην αλληλεπίδραση μαθητή - δασκάλου, στην ελεύθερη επιλογή δραστηριοτήτων, καθώς και την αυτοαξιολόγηση. Η ελεύθερη επιλογή δραστηριοτήτων αποδείχτηκε επίσης αποτελεσματική σε παλαιότερη έρευνα (Linn et al., 1977). Το μαθησιακό περιβάλλον που αναπτύχθηκε για τους σκοπούς αυτής της έρευνας έδινε την ευκαιρία σε παιδιά 10-12 ετών να επιλέξουν ελεύθερα θέμα για διεκπεραίωση διερευνήσεων, βελτιώνοντας έτσι τις δεξιότητες που εμπλέκονται στην όλη διαδικασία.

Σε ένα άλλο πρόγραμμα με έμμεση προώθηση διαδικαστικής κατανόησης, τα παιδιά αναλάμβαναν τη διεκπεραίωση διερευνήσεων που σχετιζόνταν με την καθημερινότητα στο πλαίσιο ενός παιγνιδιού ρόλων (Jackson & Janes, 1982). Οι διερευνήσεις που αναλάμβαναν τα παιδιά σχετιζόνταν με προβλήματα «πελατών», στους οποίους με το τέλος της διαδικασίας θα έπρεπε να παρουσιάσουν τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας πίνακες και γραφικές παραστάσεις. Η όλη διαδικασία παρουσίασης της πορείας διεκπεραίωσης και των αποτελεσμάτων μιας διερεύνησης στην ολομέλεια της τάξης ήταν ένα από τα βασικά στοιχεία μιας άλλης προσέγγισης που αναπτύχθηκε (Kulas Lingenfelter, 1995). Σ' αυτό το πρόγραμμα, παιδιά δημοτικού διεκπεραίωναν διερευνήσεις σε συνεργασία με τους γονείς τους, οι οποίοι με αυτό τον τρόπο αξιοποιούνταν στη διαδικασία μάθησης.

Παρόμοια ήταν και η προσέγγιση με την ανάληψη διεκπεραίωσης αυτόνομων εργασιών που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο μιας έρευνας (Teachworth, 1987), αλλά και του ερευνητικού προγράμματος *AKSIS* (Goldsworthy et al., 1999; Watson et al., 2000). Οι αυτόνομες εργασίες περιλάμβαναν τον επιστημονικό τρόπο εργασίας με τον οποίο εξοικειώνονταν τα παιδιά. Δηλαδή, αναλαμβάνοντας μια αυτόνομη εργασία επίλυαν προβλήματα που αφορούσαν στις Φυσικές Επιστήμες εφαρμόζοντας δεξιότητες και διεργασίες που υπεισέρχονται στη διαδικαστική κατανόηση. Μ' αυτό τον τρόπο τα παιδιά κατανοούσαν

το μηχανισμό πραγμάτωσης μιας εργασίας και έπαιρναν ανατροφοδότηση για το επίπεδο της εργασίας τους από τους δασκάλους τους.

Αρκετές έρευνες που αφορούν σε μεγαλύτερους μαθητές υπέδειξαν αποτελεσματικές μεθόδους προώθησης διαδικασιών. Για παράδειγμα, το πρόγραμμα *ISLE labs* αφορούσε στη βελτίωση της δεξιότητας σχεδιασμού πειραμάτων από φοιτητές οι οποίοι εργάζονταν σε συνθήκες πραγματικού εργαστηρίου (Etkina et al., 2006b). Σε μαθητές Λυκείου αναφερόταν και ένα άλλο ερευνητικό πρόγραμμα, το οποίο στηριζόταν στη φιλοσοφία της διερώτησης (Jakurcak et al., 1996). Το πρόγραμμα περιλάμβανε δραστηριότητες όπου οι μαθητές ανέλυναν τον τρόπο που μάθαιναν και χρησιμοποιούσαν ανώτερες λειτουργίες σκέψης για να διδάξουν άλλους.

Σύμφωνα με μια διαμετρικά αντίθετη άποψη, η πραγματική κατανόηση δεξιοτήτων, διαδικασιών και συλλογιστικών στρατηγικών της διερευνητικής διεργασίας επέρχεται μέσα από την άμεση προώθησή τους. Ερευνητές που ενστερνίζονται αυτή την άποψη αμφισβητούν την ενεργοποίηση δεξιοτήτων χειρισμού πειραματικών στοιχείων χωρίς να τις διδάχουν ως αυτοσκοπός (Chen & Klahr, 1999; Duggan et al., 1996; Gott & Duggan, 1996; Gott & Roberts, 2008; Kuhn, et al., 1988; 2004; 2000; Kuhn & Dean, 2005; Papaenripidou & Constantinou, 2001; Preece & Janvier, 1992). Βασισμένοι σε ερευνητικά αποτελέσματα, θεωρούν ότι πρέπει να γίνεται διδασκαλία των δεξιοτήτων για χάρη των δεξιοτήτων. Η διαδικαστική κατανόηση δεν μπορεί να προωθείται έμμεσα, χωρίς τα παιδιά να κατανοήσουν τις απαιτούμενες διαδικαστικές έννοιες, δηλαδή, τις δεξιότητες χειρισμού και αξιολόγησης στοιχείων για διατύπωση μιας θεωρίας. Η μέθοδος της ανακάλυψης αποδείχτηκε αποτελεσματική στην ανάπτυξη εννοιολογικής γνώσης. Αντίθετα, για την ανάπτυξη διαδικαστικής γνώσης είναι απαραίτητη η απευθείας προώθηση δεξιοτήτων, διεργασιών και συλλογιστικών στρατηγικών.

Στην άμεση προώθηση της διαδικαστικής κατανόησης στηρίζεται η φιλοσοφία του προγράμματος *Assessment of Performance Unit* (APU, 1987; Duggan & Gott, 1995; Duggan et al., 1996; Foulds & Gott, 1988; Gott & Duggan, 1995; Murphy, 1988; Tytler et al., 2001). Το πρόγραμμα, το οποίο υιοθετήθηκε από τα Αναλυτικά Προγράμματα της Αγγλίας, έχει επηρεάσει κατοπινές έρευνες που καταδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της άμεσης προσέγγισης των δεξιοτήτων, διεργασιών και συλλογιστικών στρατηγικών που υπεισέρχονται στη διαδικαστική κατανόηση (Chen & Klahr, 1999; Gott et al., n.d.1; Gott & Roberts, 2003; 2008). Συγκεκριμένα, στις έρευνες αυτές διαφάνηκε ότι η απευθείας

διδασκαλία των δεξιοτήτων σε συνδυασμό με εκτεταμένες ερωτήσεις, με τις οποίες υποβοηθείται η μεταφορά της γνώσης σε νέα συγκείμενα συμβάλλει στην κατανόηση εννοιών χειρισμού στοιχείων. Γενικά, η προσέγγιση αυτή αποδεικνύεται ιδιαίτερα αποτελεσματική στις περιπτώσεις που η στρατηγική ήταν δυσνόητη για τα παιδιά, καθώς τα παιδιά έδειξαν πολύ καλές ικανότητες κατά τη μεταφορά της στρατηγικής σε νέα συγκείμενα (Chen & Klahr, 1999).

Σε αρκετές περιπτώσεις ο ηλεκτρονικός υπολογιστής αποδείχτηκε αποτελεσματικό εργαλείο για προώθηση δεξιοτήτων χειρισμού στοιχείων (Reed et al., 2000). Μέσα από ειδικά σχεδιασμένες διδακτικές παρεμβάσεις διαφάνηκε ότι προωθούνται άμεσα δεξιότητες επιστημονικής σκέψης και ειδικότερα, οι δεξιότητες διερεύνησης (Fisher, 1997; Papaenripidou & Constantinou, 2001).

Στην ιδέα της ανεξάρτητης προώθησης διαδικαστικής και εννοιολογικής κατανόησης στηρίζεται και το διδακτικό υλικό που έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του προγράμματος CASE, το οποίο περιλάμβανε δραστηριότητες τύπου εξάσκησης σκέψης (Collings, 1994; Gott & Roberts, 2008). Οι διδακτικές παρεμβάσεις που αναπτύχθηκαν βάσει αυτής της ιδέας, όπως και άλλες προτεινόμενες διδακτικές παρεμβάσεις που προωθούσαν άμεσα τη διαδικαστική κατανόηση (Chen & Klahr, 1999; Kuhn, et al., 1988; 2000), επικρίθηκαν για το γεγονός ότι το περιεχόμενό τους δεν σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες (Gott & Roberts, 2008). Στις περιπτώσεις αυτές η διαδικαστική κατανόηση προσεγγίστηκε ως συστατικό εντελώς αποκομμένο από την εννοιολογική κατανόηση και δόθηκε έμφαση στη ψυχολογική διάσταση της ανάπτυξης της κατανόησης στις Φυσικές Επιστήμες. Οι έρευνες που διενεργήθηκαν για αξιολόγηση τέτοιων προσεγγίσεων έδειξαν ότι η αποτελεσματικότητά τους επηρεάζεται από τη διάρκεια της άμεσης διδασκαλίας των δεξιοτήτων κι όχι η πρακτική εξάσκηση σ' αυτές (Klahr & Dunbar, 1988).

Ωστόσο, η διαδικαστική κατανόηση που προάγεται διαμέσου μιας τέτοιας προσέγγισης μπορεί να συνδυαστεί με δραστηριότητες μέσα από τις οποίες δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να συνδέσουν τη διαδικαστική γνώση με έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Τέτοιες δραστηριότητες, όπως είναι η χρήση κειμένων, οι εξερευνητικές πρακτικές, καθώς και η πλήρης και καθοδηγούμενη διερεύνηση περιλήφθηκαν στο ερευνητικό πρόγραμμα APU (Gott & Duggan, 1995; Gott & Roberts, 2008).

Στο ερευνητικό πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» περιλαμβάνονται δραστηριότητες με τις

οποίες οι δεξιότητες διερεύνησης προωθούνται άμεσα, αλλά και έμμεσα. Η διδακτική παρέμβαση αξιοποιεί δραστηριότητες τυπικής, μη τυπικής και άτυπης μορφής, επιτυγχάνοντας έτσι την εμπλοκή παιδιών δημοτικού σε διεργασίες διεκπεραίωσης αυθεντικών διερευνήσεων (Κυριαζή, 2004; Κυριαζή κ.ά, 2002a; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004).

Μη τυπικές και άτυπες μορφές εκπαίδευσης

Η δυνατότητα αξιοποίησης εναλλακτικών διαδικασιών μάθησης πέραν της τυπικής, καθώς και τα μαθησιακά αποτελέσματα που προκύπτουν από ένα τέτοιο εγχείρημα αποτελεί αρκετά παλιό θέμα προβληματισμού για τους ερευνητές στον τομέα της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Ault & Nagel, 1997; Dynan & Fraser, 1985; Hofstein et al., 1997; Κολιόπουλος, 2005).

Είναι γενικά αποδεκτό ότι η διαδικασία των Φυσικών Επιστημών σχετίζεται άμεσα με την καθημερινότητα και τα προβλήματα που προκύπτουν. Τα παιδιά καθίστανται επιστημονικά εναλφάβητα όταν μπορούν να εφαρμόσουν δεξιότητες επιστημονικής σκέψης για να χειριστούν προβλήματα που προκύπτουν στην καθημερινή ζωή. Ως εκ τούτου, οι διδακτικές διαδικασίες στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών θα πρέπει να αφορούν σε προβλήματα που συνάδουν με τα ενδιαφέροντα των παιδιών (Κολιόπουλος, 2005; Κυριαζή κ.ά, 2003). Δηλαδή, να σχετίζονται άμεσα με τον κόσμο της καθημερινότητας.

Η αξιοποίηση προβληματισμών από την καθημερινή ζωή στη διδασκαλία αποτελεί έναν τρόπο σύνδεσης της μαθησιακής διαδικασίας με τις εμπειρίες που βιώνουν καθημερινά τα παιδιά. Οι διδακτικές διαδικασίες μπορούν να περιστρέφονται γύρω από ένα τέτοιο προβληματισμό και παράλληλα να προωθούνται οι επιδιώξεις των Φυσικών Επιστημών. Ένας άλλος τρόπος σύνδεσης με την καθημερινότητα είναι η εισαγωγή πειραματικών δραστηριοτήτων, οι οποίες να έχουν υλική βάση αντικείμενα από την καθημερινή ζωή, αντί εξειδικευμένες συσκευές από το εργαστήριο (Κουμαράς, 2002). Για παράδειγμα, αντί τα παιδιά να παρατηρούν τον τρόπο λειτουργίας ενός αποστακτήρα, να παρατηρούν τις αλλαγές στην κατάσταση του νερού που βράζει σε μια κατσαρόλα με πόμα. Ωστόσο, είναι δύσκολο να επέλθει η πραγματική σύνδεση της μαθησιακής διαδικασίας με την καθημερινότητα όταν οι διαδικασίες μάθησης περιορίζονται στα δρώμενα μιας σχολικής τάξης (Hofstein et al., 1997; Κυριαζή, 2004; Κυριαζή, κ.ά, 2002a).

Η διαδικασία των Φυσικών Επιστημών δεν μπορεί να περιορίζεται στο πλαίσιο τυπικών διεργασιών μάθησης (Hofstein et al., 1997). Καταρχάς, το μαθησιακό έργο που πραγματώνεται στο στενό πλαίσιο μιας σχολικής τάξης επηρεάζεται από τα ερεθίσματα και τις προκλήσεις που δέχεται ο μαθητής έξω από το περιβάλλον του σχολείου. Τα κίνητρα που προέρχονται από πηγές μάθησης - όπως είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και η τηλεόραση, είναι πιο έντονα σε σχέση με τα κίνητρα που μπορεί να προσφέρει ένας δάσκαλος στο πλαίσιο μιας τυπικής διδασκαλίας, με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται ο ρόλος του σχολείου (Dynan & Fraser, 1985; Κυριαζή κ.ά., 2003). Έπειτα, η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες μπορεί να επέλθει και μέσα από διαφορετικά μαθησιακά περιβάλλοντα, όπως είναι τα μουσεία Φυσικών Επιστημών και τα πάρκα φυσικής ιστορίας (Allen, 1997; Ault & Nagel, 1997; Dynan & Fraser, 1985; Falk, 1997; Fensham, 1999; Heering & Muller, 2002; Hofstein et al., 1997; Koetsch, et al., 1994; Κολιόπουλος, 2005; Marek, et al., 2002; Rennie & Williams, 2002; Rix & McSorley, 1999; Sandifer, 1997).

Η άτυπη μορφή μάθησης συνήθως συνδέεται με την εκπαίδευση ενηλίκων επαγγελματιών στο πλαίσιο των εμπειριών τους στην εργασία (Eraut, 2004). Σε άτυπες διαδικασίες μάθησης, όμως, εμπλέκονται αναπόφευκτα όλοι, αφού αποτελεί μέρος της καθημερινής ζωής. Η άτυπη διαδικασία μάθησης περιλαμβάνει δραστηριότητες εκτός σχολικής τάξης, οι οποίες δεν αναπτύσσονται ειδικά για σχολική χρήση ή για να είναι μέρος των στόχων του σχολείου. Πρόκειται για μη οργανωμένο και μη συστηματικό πεδίο εκπαίδευσης, το οποίο σχετίζεται με τις καθημερινές εμπειρίες. Περιλαμβάνει το μηχανισμό εκλαΐκευσης μέσω του οποίου προωθείται η ευαισθητοποίηση σε θέματα φυσικού και τεχνολογικού περιβάλλοντος και αναπτύσσεται ενδιαφέρον για επιστημονικά θέματα (Κολιόπουλος, 2005). Η επίσκεψη σε μουσεία Φυσικών Επιστημών ή σε πάρκα φυσικής ιστορίας και βοτανόκηπους, η παρακολούθηση ενός ντοκιμαντέρ και η συμμετοχή σε πανηγύρι της Επιστήμης αποτελούν μερικά παραδείγματα δραστηριοτήτων άτυπης μορφής εκπαίδευσης.

Η σχέση της άτυπης με την τυπική μορφή εκπαίδευσης δεν είναι ξεκάθαρη και ως εκ τούτου, ο ρόλος της στην προώθηση μαθησιακών στόχων των Φυσικών Επιστημών υπήρξε το αντικείμενο προς συζήτηση ανάμεσα σε σχεδιαστές μαθησιακών περιβαλλόντων (Allen, 1997; Ault & Nagel, 1997; Dynan & Fraser, 1985; Hofstein et al., 1997; Marek et al., 2002; Meisner et al., 2007; Rix & McSorley, 1999). Επιπρόσθετα, έχουν εκφραστεί ενδοιασμοί όσον αφορά στην εκλαΐκευση της επιστημονικής γνώσης που γίνεται στο πλαίσιο της άτυπης εκπαίδευσης. Οι έννοιες που αφορούν σε Φυσικές

Επιστήμες απλουστεύονται έτσι ώστε να είναι κατανοητές από μη ειδικευμένο κοινό και ίσως, παραποιούνται (Heimlich, 1993; Hofstein, et al., 1997; Κολιόπουλος, 2005).

Παρ' όλα αυτά, η αξιοποίηση εναλλακτικών μορφών μάθησης - πέραν της τυπικής, επιβάλλεται στο πλαίσιο αναζήτησης κινήτρων για αύξηση του ενδιαφέροντος για μάθηση, αλλά και ως προϋπόθεση για διασφάλιση της δημόσιας κατανόησης της επιστήμης (Ault & Nagel, 1997; Gerber et al., 2001; Hofstein et al., 1997; Maarschalk, 1988; Rennie & Williams, 2002; Rix & McSorley, 1999). Με την εισαγωγή άτυπων μορφών διδασκαλίας και μάθησης είναι δυνατή η εμπλοκή εναλλακτικών φορέων όπως είναι τα μουσεία, τα πάρκα αλλά και οι γονείς (Hamrick & Harty, 1983; Κυριαζή κ.ά, 2003; Maarschalk, 1988). Έπειτα, τέτοιες δραστηριότητες συνήθως είναι πολύ κοντά στα ενδιαφέροντα και τις εμπειρίες των παιδιών, γεγονός το οποίο αυξάνει το ενδιαφέρον τους για μάθηση.

Οι δραστηριότητες άτυπης μορφής μάθησης μπορούν να ενισχύσουν την τυπική διαδικασία μάθησης όταν δομηθούν με τρόπο που να μπορούν να αξιοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς (Heering & Muller, 2002; Heimlich, 1993; Hofstein et al., 1997; Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004; Maarschalk, 1988). Η συμβολή της μη τυπικής μορφής μάθησης, η οποία είναι οργανωμένη αλλά πραγματοποιείται έξω από τα πλαίσια της σχολικής τάξης είναι σημαντική όσον αφορά στη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης (Κυριαζή κ.ά, 2002a). Επομένως, ο συνδυασμός τυπικών, άτυπων και μη τυπικών διεργασιών σ' ένα δομημένο μαθησιακό περιβάλλον όπου προωθείται εννοιολογική και διαδικαστική κατανόηση, μπορεί να οδηγήσει σε συστηματική καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης.

Το Πανηγύρι της Επιστήμης

Το Πανηγύρι της Επιστήμης είναι μια σχολική δραστηριότητα άτυπης μορφής, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως από σχολικές μονάδες σε παγκόσμια κλίμακα, κυρίως λόγω της δημιουργίας θετικών στάσεων των μαθητών απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες. Η συμμετοχή σε ένα πανηγύρι επιστήμης περιλαμβάνει τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης που αφορά σε ένα θέμα σχετικό με Φυσικές Επιστήμες και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της σε κοινό (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004; Pyle, 1996; Shaw et al., 2000; Teachworth, 1987; VanDeman & Parfitt, 1985; Ward, 1994). Σε αρκετές περιπτώσεις διεξήχθησαν και διαγωνισμοί με στόχο τη δημιουργία κινήτρων για συμμετοχή σε πανηγύρι επιστήμης (Burtch, 1983; Carlisle & Deeter, 1989; Fort, 1985; Hamrick & Harty,

1983; Laguex & Amols, 1986; Levin & Levin, 1991; Pyle, 1996; Romjue & Clementson, 1992).

Ένα πανηγύρι επιστήμης μπορεί να φέρει τα παιδιά σε επαφή με επιστήμονες που απασχολούνται ενεργά στη βιομηχανία ή σε πανεπιστημιακούς οργανισμούς με αποτέλεσμα να αποκτούν χρήσιμες γνώσεις για να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας (Carlisle & Deeter, 1989; Czerniak & Lumpe, 1996; Gowen & Marek, 1993; Grote, 1995; Hansen, 1983; Levin & Levin, 1991; McNay, 1985; Pyle, 1996). Με την ομαδική εργασία, με την οποία εμπλέκονται τα παιδιά στο πλαίσιο ενός πανηγυριού επιστήμης, προωθείται η ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων (Burtch, 1983; Fort, 1985; Lamb & Brown, 1984; Parker & Gerber, 2002; Rice, 1983; Rivard, 1989), και καλλιεργούνται διαδικασίες δημιουργικής και κριτικής σκέψης για επίλυση προβλήματος (Blume, 1985; Fort, 1985; Rivard, 1989). Επιπρόσθετα, το πανηγύρι επιστήμης θεωρείται ένας δημιουργικός τρόπος εμπλοκής των γονέων στη μαθησιακή διαδικασία (Gardner, 1996; Κολιόπουλος κ.α, 2005; Κυριαζή κ.ά, 2003).

Το πανηγύρι επιστήμης που συνήθως διοργανώνεται από τις περισσότερες σχολικές μονάδες δεν σχετίζεται με τις διδακτικές μεθόδους που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί ακολουθώντας το Αναλυτικό Πρόγραμμα (Carlisle & Deeter, 1989). Επιπλέον, το σχετικά μικρό ερευνητικό ενδιαφέρον που εκδηλώθηκε για το πανηγύρι επιστήμης έχει εστιάσει κυρίως στην επίτευξη ψυχοσυναισθηματικών στόχων, παρά στη δυνατότητά του για προώθηση γνωσιολογικών και διαδικαστικών στόχων (Carlisle & Deeter, 1989; Pyle, 1996). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία επικριτικής στάσης απέναντι σ' αυτό. Η χαλαρή σύνδεση του με το Αναλυτικό Πρόγραμμα και η σύνδεση του με σχολικές και ψυχαγωγικές εκδηλώσεις παρά με το διδακτικό – μαθησιακό πρόγραμμα είναι οι λόγοι για τους οποίους οι εκπαιδευτικοί ίσως αμφισβητούν τις μαθησιακές του επιδιώξεις (Bunderson & Anderson, 1996; Burtch, 1983; Carlisle & Deeter, 1989; Fort, 1985; Grote, 1995; Laguex & Amols, 1986; Romjue & Clementson, 1992).

Ωστόσο, το πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης στο Δημοτικό Σχολείο», το οποίο εισήχθη στα Αναλυτικά Προγράμματα της Δημοτικής Εκπαίδευσης στην Κύπρο είχε θετική ανταπόκριση από κάποιους εκπαιδευτικούς (Kyriazi, 2005; Kyriazi-Kefala & Kyriazi-Hadjimarkou, 2005). Ο συνδυασμός διαφορετικών μορφών μάθησης, η όλη οργάνωση της διδακτικής παρέμβασης στην οποία στηρίζεται το πρόγραμμα, καθώς και η θετική ανταπόκριση των παιδιών που

συμμετέχουν, αποτελούν ενδεχομένως τους βασικούς λόγους που το πρόγραμμα έχει υιοθετηθεί επιτυχώς στις δραστηριότητες κάποιων εκπαιδευτικών δημοτικής εκπαίδευσης.

Συγκεκριμένα, στο πρόγραμμα αξιοποιείται παιδαγωγικά το πανηγύρι επιστήμης, με τρόπο που να προωθείται η καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου ενός συνδυασμού διδακτικών προσεγγίσεων τυπικής, μη τυπικής και άτυπης μορφής. Στο πλαίσιο των τυπικών διεργασιών τα παιδιά διέρχονται μέσα από ομαδικές δραστηριότητες που περιλαμβάνει το βιβλίο μαθητή (Κωνσταντίνου & Παπαευριπίδου, 2005; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Πρόκειται για δραστηριότητες, οι οποίες στοχεύουν στην ανάπτυξη διερευνητικών δεξιοτήτων και στη συστηματοποίηση της διεργασίας της διερεύνησης.

Η δεύτερη φάση του παρεμβατικού προγράμματος περιλαμβάνει άτυπες διεργασίες μάθησης. Τα παιδιά αναλαμβάνουν τη διεκπεραίωση αυθεντικών διερευνήσεων σε σχέση με απλά ζητήματα από την καθημερινή ζωή, με στόχο τη συμμετοχή στη σχολική εκδήλωση που ονομάζεται πανηγύρι επιστήμης. Η όλη διερεύνηση οργανώνεται βάσει του βιβλιαρίου διερευνήσεων (Κωνσταντίνου & Κυριαζή, 2005; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Σ' αυτή τη φάση εμπλέκονται ενεργά και οι γονείς. Τα παιδιά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, με την/τον εκπαιδευτικό και τους γονείς, σε άτυπες συνθήκες μάθησης.

Το πρόγραμμα ολοκληρώνεται με την εκδήλωση του πανηγυριού επιστήμης, το οποίο αποτελεί το επιστέγασμα της όλης προσπάθειας των παιδιών. Στο πλαίσιο αυτής της εκδήλωσης τα παιδιά παρουσιάζουν τη μέθοδο που ακολούθησαν και τα αποτελέσματα της διερεύνησής τους στο κοινό που επισκέπτεται το πανηγύρι (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Επιπρόσθετα, εμπλέκουν το κοινό σε μια αλληλεπιδραστική δραστηριότητα, την οποία σχεδίασαν τα ίδια με στόχο να διδάξουν κάποιες πτυχές των αποτελεσμάτων της διερεύνησής τους. Κατά τη διάρκεια του πανηγυριού διεξάγονται τυχαίες «επιστημονικές» συζητήσεις. Όλες οι διεργασίες σ' αυτή τη φάση είναι μη τυπικής μορφής.

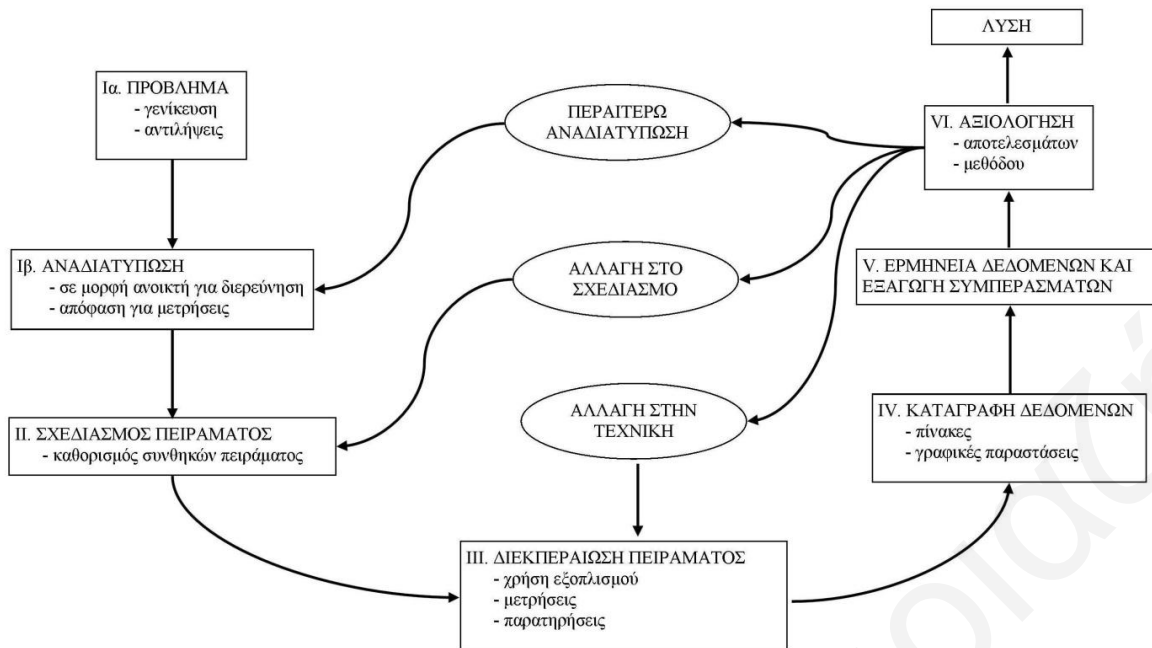
Η συμμετοχή σ' ένα πανηγύρι επιστήμης με αυτές τις προδιαγραφές, έχει παιδαγωγική σημασία. Έρευνες που είχαν προηγηθεί της ένταξης του προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης στο Δημοτικό Σχολείο» στα Αναλυτικά Προγράμματα Φυσικών Επιστημών δημοτικής εκπαίδευσης ανέδειξαν την όλη διδακτική παρέμβαση ως άριστο μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης (Κυριαζή, 2004; Κυριαζή κ.ά, 2002a). Ο διδακτικός μετασχηματισμός της διεργασίας της διερεύνησης, δηλαδή η μεταφορά της διεργασίας στη διδασκαλία με τρόπο που αυτή να

γίνει αναπόσπαστο μέρος της μάθησης αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχία ενός προγράμματος.

Διδακτικός μετασχηματισμός διερεύνησης

Κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης ενεργοποιούνται οι πτυχές της διερεύνησης ή αλλιώς οι δεξιότητες, οι διεργασίες και οι συλλογιστικές στρατηγικές που εμπεριέχονται σ' αυτήν. Ως εκ τούτου, η διερεύνηση μετασχηματίζεται σε μια διαδικασία η οποία διακρίνεται σε διάφορα στάδια που περιλαμβάνουν δεξιότητες, διεργασίες και συλλογιστικές στρατηγικές, είτε μεμονωμένα, είτε συνολικά. Ερευνητικά προγράμματα που έχουν ως στόχο την προώθηση δεξιοτήτων διερεύνησης ανέπτυξαν μοντέλα διδακτικού μετασχηματισμού της διερεύνησης. Στη συνέχεια, περιγράφονται και συγκρίνονται τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης στο Δημοτικό Σχολείο» με το αντίστοιχο του προγράμματος APU, του οποίου οι μαθησιακές επιδιώξεις διαφάνηκε ότι είναι παρόμοιες.

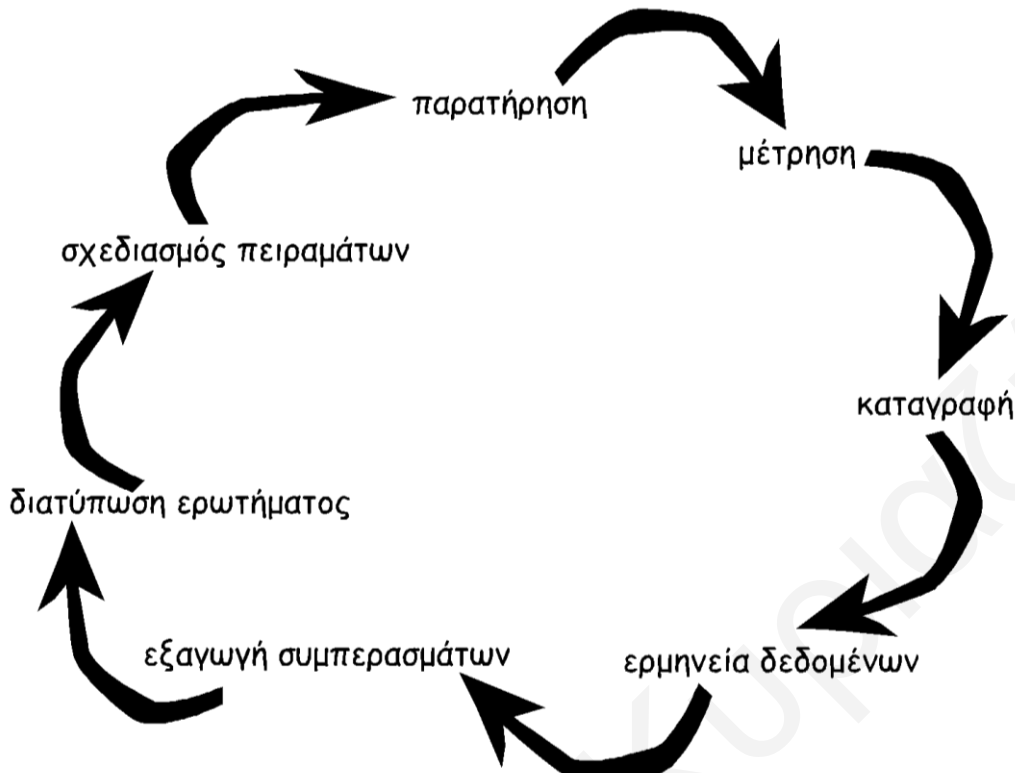
Το μοντέλο διαδικασίας διεκπεραίωσης μιας διερεύνησης που προτείνεται στο ερευνητικό πρόγραμμα APU (Διάγραμμα 2.6) διακρίνεται σε έξι βασικά στάδια αρχίζοντας από ένα δοσμένο πρόβλημα, το οποίο γενικεύεται και εκφράζονται οι αντιλήψεις γι' αυτό. Στη συνέχεια, το πρόβλημα αναδιατυπώνεται σε διερευνήσιμη μορφή και αποφασίζεται τι θα μετρηθεί. Βάσει αυτού, σχεδιάζεται και διεκπεραιώνεται η πειραματική διαδικασία και χρησιμοποιείται ο απαραίτητος εξοπλισμός για καταγραφή μετρήσεων ή παρατηρήσεων. Τα δεδομένα οργανώνονται σε πίνακες ή σε γραφικές παραστάσεις. Έπειτα, ερμηνεύονται τα δεδομένα και εξάγονται τα συμπεράσματα. Πριν δοθεί λύση στο πρόβλημα, αξιολογούνται τόσο τα αποτελέσματα όσο και όλη η διαδικασία. Η αξιολόγηση αυτή μπορεί να παραπέμψει σε επαναδιατύπωση του προβλήματος, αλλαγές στο σχεδιασμό του πειράματος ή και σε αλλαγές στην τεχνική διεκπεραίωσης της πειραματικής διαδικασίας. Το στάδιο της αξιολόγησης δρα καταλυτικά στη γραμμικότητα της διαδικασίας, αφού μέσω αυτής γίνεται μετάβαση σε προηγούμενα στάδια.



Διάγραμμα 2.6. Μοντέλο διερεύνησης στο ερευνητικό πρόγραμμα APU (1987)
(Kind, 1999, σ. 181)

Στο ερευνητικό πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης στο Δημοτικό Σχολείο», το μοντέλο της διαδικασίας διερεύνησης διακρίνεται σε επτά στάδια (Διάγραμμα 2.7). Η όλη διαδικασία αποτελεί ένα συνεχή κύκλο με διερχόμενα στάδια, τα οποία αντιστοιχούν στις βασικές δεξιότητες που εμπεριέχονται στη διερεύνηση.

Η διερεύνηση σκοπεύει στην εύρεση επιστημονικής απάντησης σε ερωτήματα με διερευνήσιμη μορφή. Γι' αυτό ξεκινά με τη διατύπωση ενός ερωτήματος. Βάσει του διερευνήσιμου ερωτήματος αναγνωρίζονται οι μεταβλητές που εμπλέκονται σ' αυτό και κατά το σχεδιασμό του πειράματος ορίζονται η ανεξάρτητη, η εξαρτημένη και οι ελεγχόμενες, με τρόπο που οι συνθήκες να είναι έγκυρες. Κατά την εκτέλεση του πειράματος γίνεται παρατήρηση, μέτρηση και αφού καταγράφονται τα δεδομένα, ερμηνεύονται και εξάγονται τα συμπεράσματα. Από την εξαγωγή συμπερασμάτων είναι πιθανόν να προκύψουν άλλα ερωτήματα προς διερεύνηση και η διαδικασία να επαναληφθεί.



Διάγραμμα 2.7. Μοντέλο διερεύνησης (Κυριαζή κ.ά., 2002b)

Το μοντέλο αυτό, έχει περιορισμούς. Καταρχάς, από αυτό παραλείπεται η δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών, η οποία αξιολογείται σε έρευνες που έγιναν στο πλαίσιο του συγκεκριμένου προγράμματος (Κυριαζή, 2004). Έπειτα, η πορεία διερεύνησης φαίνεται να είναι γραμμική.

Όμως, οι δεξιότητες, διεργασίες και συλλογιστικές στρατηγικές που αναφέρονται σ' αυτό το μοντέλο εμπεριέχονται και σε ένα διάγραμμα διερεύνησης στο οποίο μετασχηματίζεται η διαδικασία διερεύνησης, η οποία παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 2.8. Το διάγραμμα αυτό, αφορά στη διερεύνηση ενός μεμονωμένου ερωτήματος και η πορεία φαίνεται εκ πρώτης όψεως να είναι γραμμική. Ωστόσο, η χρονική συνέχεια που αποδίδεται σ' αυτή την πορεία διερεύνησης δεν είναι περιοριστική. Κατά το σχεδιασμό και τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης μπορεί κάποιος να επανέλθει σε κάποιο στάδιο και να το αναθεωρήσει. Με το διάγραμμα αυτό εξοικειώνονται τα παιδιά που συμμετέχουν στο πρόγραμμα εφαρμόζοντάς το για τη διεκπεραίωση των διερευνήσεών τους (Κωνσταντίνου & Κυριαζή, 2005).

ΕΡΩΤΗΜΑ: Ο παράγοντας Α επηρεάζει τον παράγοντα Β;		
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ		
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ (ΑΛΛΑΖΩ)	ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ (ΚΡΑΤΩ ΣΤΑΘΕΡΟΥΣ)	ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ (ΜΕΤΡΩ)
ΜΕ ΠΟΙΟ ΤΡΟΠΟ ΘΑ ΚΑΝΩ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ:		
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ:		
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ (απάντηση στο ερώτημα και σύγκριση με την υπόθεση)		

Διάγραμμα 2.8. Διάγραμμα διερεύνησης (Κωνσταντίνου & Κυριαζή, 2005)

Η χρήση του διαγράμματος και του μοντέλου διερεύνησης στο πρόγραμμα φαίνεται ότι βοηθά στη συστηματοποίηση της διαδικασίας που ακολουθείται από τα παιδιά κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης. Με την επανειλημμένη χρήση τους στις τυπικές, άτυπες και μη τυπικές διαδικασίες μάθησης, η όλη διαδικασία καθίσταται περισσότερο κατανοητή στα παιδιά. Επιπρόσθετα, αποδέχονται ότι η πορεία διεκπεραίωσης μιας διερεύνησης είναι γενικεύσιμη και εφαρμόσιμη σε διάφορα συγκείμενα.

Συγκρίνοντας τα δύο μοντέλα διδακτικού μετασχηματισμού της διερεύνησης που αναπτύχθηκαν στο πρόγραμμα APU και στο πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης στο Δημοτικό Σχολείο» εντοπίζονται διαφορές στα στάδια στα οποία διέρχεται κάποιος κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στο ερευνητικό πρόγραμμα της APU η διερεύνηση περιστρέφεται γύρω από ένα πρόβλημα ενώ στο πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης στο Δημοτικό Σχολείο» η διερεύνηση περιστρέφεται γύρω από ένα ερώτημα. Παρ' όλα αυτά, οι πτυχές που εμπεριέχονται στη διερευνητική διεργασία στα δύο μοντέλα είναι οι ίδιες, καθώς τονίζεται η μη γραμμική σειρά με την οποία διέρχονται. Επιπρόσθετα, τα δύο μοντέλα αντανακλούν τη φιλοσοφία και το σκεπτικό στο οποίο στηρίζεται η αξιολόγηση κάθε προγράμματος.

Μέτρηση δεξιοτήτων διερεύνησης

Με τη μέτρηση δεξιοτήτων διερεύνησης ή γενικότερα, δεξιοτήτων επιστημονικής σκέψης, μπορεί να διαπιστώσει κάποιος το βαθμό που αυτές αναπτύσσονται. Κατά την αξιολόγηση ενός παρεμβατικού προγράμματος, το οποίο στοχεύει στην καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης, η αξιολόγηση εστιάζει στη μέτρηση των δεξιοτήτων που αυτό προωθεί.

Η αξιολόγηση στις Φυσικές Επιστήμες

Η αξιολόγηση αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του εκπαιδευτικού έργου και έχει αντίκτυπο στη διδασκαλία, αφού λειτουργεί ως μέσο για ανατροφοδότηση (Boone & Scantlebury, 2006; Gott & Roberts, 2008; Roberts & Gott, 2004). Η χορήγηση εργαλείων αξιολόγησης στις Φυσικές Επιστήμες αξιοποιείται συνήθως για σκοπούς μέτρησης της επίδοσης των παιδιών, αλλά και για εντοπισμό των αδυναμιών που αντιμετωπίζουν τα παιδιά με σκοπό τη στήριξή τους. Αξιοποιείται, επίσης, για κατάταξη του επιπέδου μιας σχολικής μονάδας και αξιολόγηση εκπαιδευτικών, ερευνητικών προγραμμάτων ή ακόμη και Αναλυτικών Προγραμμάτων (Boone & Scantlebury, 2006). Πολλές εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις, αλλά και τροποποιήσεις και βελτιώσεις σε παιδαγωγικές προσεγγίσεις που αναπτύχθηκαν, στηρίχτηκαν σε αποτελέσματα αξιολογήσεων. Ως εκ τούτου, η επιλογή εργαλείου αξιολόγησης πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά, ώστε αυτό να ανταποκρίνεται στο σκοπό για τον οποίο χορηγείται.

Στην περίπτωση προγραμμάτων που εστιάζουν σε ανάπτυξη δεξιοτήτων και στρατηγικών, η αξιολόγηση πρέπει να αφορά σε μέτρηση της επίδοσης των παιδιών σ' αυτές τις ικανότητες. Για την αξιολογήσή τους θα πρέπει καταρχάς να λαμβάνεται υπόψη ότι η διαδικασία και η γνωστική συμπεριφορά αξιολογούνται ως προϊόν. Έπειτα, πρέπει να εκτιμούνται οι απαιτήσεις για τη χρήση δύσκολων δεξιοτήτων και συλλογιστικών στρατηγικών που εμπλέκει μια αξιολόγηση, καθώς πρέπει να αφορά σε συνθήκες καθημερινής ζωής. Δηλαδή, το περιεχόμενό της να είναι κοντά στις εμπειρίες των παιδιών. Λαμβάνοντας υπόψη τις πτυχές αυτές, δεν είναι παράξενο που η αξιολόγηση στις Φυσικές Επιστήμες αποτελεί ενδιαφέρον τομέα για πολλούς ερευνητές (Kind, 1999).

Εργαλεία μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

Ερευνητικά προγράμματα που ασχολήθηκαν με την καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης, αλλά και γενικότερα με δεξιότητες επιστημονικής σκέψης, ανέπτυξαν τους δικούς τους μηχανισμούς μέτρησης ή αξιοποίησαν υπάρχοντα εργαλεία μέτρησης. Γενικά οι ερευνητές

επιλέγουν γραπτή ή προφορική αξιολόγηση με συνεντεύξεις, ή ακόμη και συνδυασμό των δύο μορφών. Τα γραπτά έργα αξιολόγησης μπορεί να είναι ερωτήσεις κλειστού ή ανοικτού τύπου, εννοιολογικοί χάρτες, φάκελοι επιτευγμάτων ή και άλλα γραπτά τεκμήρια από φύλλα εργασίας (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996). Οποιοσδήποτε τρόπος μέτρησης της επίδοσης σε δεξιότητες μπορεί να είναι ο κατάλληλος εφόσον διασφαλίζεται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του.

Κατά την αξιολόγηση συνήθως προτιμούνται εργαλεία, τα οποία έχουν καθιερωθεί σε διεθνές επίπεδο, όπως είναι για παράδειγμα εργαλεία από εξετάσεις GCSE ή την έρευνα TIMSS. Αφενός, τα εργαλεία αυτά έχουν καθιερωθεί διεθνώς και η ενδεχόμενη αξιοποίησή τους θεωρείται ασφαλής επιλογή για τον εκπαιδευτικό. Αφετέρου, έχει αμφισβητηθεί η εγκυρότητα και αξιοπιστία των εργαλείων αυτών από διάφορους ερευνητές.

Τα εργαλεία αξιολόγησης που αναπτύχθηκαν για τους σκοπούς των διεθνών εξετάσεων GCSE έχουν δεχτεί αρνητική κριτική (Gott & Roberts, 2008; Roberts & Gott, 2004). Καταρχάς, τα θέματα των έργων αξιολόγησης κρίθηκαν ανιαρά και φαίνεται ότι δεν σχετίζονται με τα ενδιαφέροντα των μαθητών/τριών. Εκφράστηκαν, ακόμη, ενδοιασμοί κατά πόσο με τις εξετάσεις αυτές αξιολογούνται οι δεξιότητες που καθιστούν ένα άτομο επιστημονικά εναλλάξιμο (Roberts & Gott, 2004). Τα έργα αξιολόγησης που περιλαμβάνονται στα δοκίμια των εξετάσεων GCSE, τα οποία είναι γραπτά, εστιάζουν μονόπλευρα σε αξιολόγηση εννοιολογικής κατανόησης παρά σε διαδικαστική. Στα έργα με πρακτική εργασία, τα οποία περιέχουν αποσπάσματα από διαδικασία διερεύνησης, δίνονται συγκεκριμένες οδηγίες και είναι καθοδηγούμενα. Γενικά, το σύστημα αξιολόγησης των δεξιοτήτων είναι μαζικό, γεγονός το οποίο προκαλεί ατίθασα προβλήματα στη μέτρησή τους (Gott & Roberts, 2008).

Επιπρόσθετα, τέθηκε θέμα αξιοπιστίας των δοκιμίων. Δεν περιλαμβάνονται έργα ανοικτού τύπου με διαφορετικό συγκείμενο, με τα οποία να επιβεβαιώνεται ότι η επίδοση μετρείται αξιόπιστα. Δηλαδή, να ελέγχεται κατά πόσο τα παιδιά απαντούν με τον ίδιο τρόπο σε πανομοιότυπα έργα.

Τα εθνικά και διεθνή εργαλεία αξιολόγησης που αναπτύχθηκαν για μαθητές/τριες δημοτικής εκπαίδευσης, όπως είναι τα NAEP, TIMSS, TIMSS-R και UK tests, περιλαμβάνουν γραπτά έργα αξιολόγησης με τα οποία αξιολογούνται στόχοι που αφορούν στην καλλιέργεια δεξιοτήτων που εμπεριέχονται στον επιστημονικό αλφαριθμητισμό (Etkina

et al., 2006a). Κάποια από τα έργα αξιολόγησης που περιλαμβάνονταν σ' αυτά τα δοκίμια και έχουν κριθεί ως αξιόλογα, αξιοποιήθηκαν και σε άλλες έρευνες (Κυριαζή, 2004; Papaenfridou & Constantinou, 2001). Παρόλο που σ' αυτά τα έργα διακρίνεται η σημαντικότητα της επίτευξης των βασικών μαθησιακών επιδιώξεων στις Φυσικές Επιστήμες, εντούτοις είναι αθροιστικά από τη φύση τους και δεν συμβάλουν στη διαδικασία μάθησης (Etkina et al., 2006b).

Η ανάπτυξη των εργαλείων αξιολόγησης NAEP, TIMSS, TIMSS R και UK tests στηρίχτηκε στα εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί τη δεκαετία του 1950 από τον Kruglak και τους συνεργάτες του (Etkina et al., 2006a). Τα έργα αξιολόγησης του Kruglak και των συνεργατών του ήταν γραπτά και είχαν σκοπό τη μέτρηση επίδοσης στην εισαγωγή στη φυσική σε φοιτητές (Kruglak, 1951; 1952; 1954). Περιλάμβαναν τη χρήση εργαστηριακού εξοπλισμού για μέτρηση διαφορετικών πτυχών του πειραματισμού, όπως είναι ο έλεγχος μεταβλητών, η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για απάντηση σε διερευνητικό ερώτημα και ανάλυση και ερμηνεία πειραματικών δεδομένων.

Η αναγνώριση και αξιολόγηση συγκεκριμένων πτυχών της δεξιότητας, διεργασίας ή συλλογιστικής στρατηγικής που μετρείται σ' ένα εργαλείο αξιολόγησης αποτελεί κοινή προσέγγιση στα εργαλεία αξιολόγησης που αναπτύχθηκαν για σκοπούς ερευνών που διεκπεραιώθηκαν τα μετέπειτα χρόνια (Kind, 1999). Για παράδειγμα, στο διαγνωστικό δοκίμιο TOGS, μετρούσαν τις υποδεξιότητες που υπεισέρχονται των δεξιοτήτων κατασκευής γραφικής παράστασης και ερμηνείας δεδομένων που αναπαριστώνται σ' αυτήν (Padilla et al., 1986). Με παρόμοιο τρόπο στα έργα αξιολόγησης που αναπτύχθηκαν για τους σκοπούς των ερευνών των Etkina et al. (2006a), αξιολογήθηκαν στόχοι όπως αυτοί ορίζονται από το NRC, NSF και ABET και οι οποίοι αφορούν σε πτυχές δεξιοτήτων, διεργασιών και συλλογιστικών στρατηγικών.

Για τις ανάγκες ερευνητικών προγραμμάτων που είχαν δώσει έμφαση στην εισαγωγή πρακτικής εργασίας (π.χ. το πρόγραμμα Science - a process skill), αναπτύχθηκαν σχήματα αξιολόγησης, όπως είναι το APS και το GASP (Roberts & Gott, 2004). Με τα εργαλεία αυτά μετρούσαν τη διαδικασία σε πρακτικές δεξιότητες. Η αξιοπιστία του τρόπου αξιολόγησης, όμως, ήταν ένα σοβαρό πρόβλημα που αντιμετώπισαν αυτά τα εργαλεία, αφού οι επιδόσεις των μαθητών διαφάνηκε ότι επηρεάζονται από το θέμα της διερεύνησης, τις συνθήκες καθώς και τη διαδικαστική πολυπλοκότητά της (Gott & Roberts, 2008; Roberts & Gott, 2004). Δηλαδή, τον τύπο και τη δομή των μεταβλητών, το βαθμό αλληλεπίδρασης με τα υλικά και το πόσο ανοικτή είναι μια διερεύνηση.

Στις έρευνες της Kuhn και των συνεργατών της αναπτύχθηκαν εργαλεία αξιολόγησης, τα οποία στόχευαν στη μέτρηση της κατανόησης των δεξιοτήτων όπως είναι η διατύπωση και έλεγχος υποθέσεων, η απόδοση αιτιακών σχέσεων και εντοπισμού μεταβλητών (Kuhn et al., 1988). Οι δυσκολίες που αντιμετώπισαν τα παιδιά σε σχέση με τα έργα αξιολόγησης πιστεύεται ότι οφείλονταν στο γεγονός ότι το περιεχόμενό τους είχε άμεση σχέση με τις εμπειρίες των παιδιών (Sodian et al., 1991). Τα παιδιά χρησιμοποιούσαν στρατηγικές που είχαν άμεση σχέση με τις δικές τους εμπειρίες, αρχικές ιδέες, υποθέσεις και θεωρίες (Schauble, 1996).

Ωστόσο, στην περίπτωση μέτρησης δεξιοτήτων σχεδιασμού πειραμάτων σε παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι απαραίτητο τα έργα να συνδέονται με τις εμπειρίες των παιδιών και να είναι προσιτά σ' αυτά. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι ερευνητές περιορίστηκαν σε συνεντεύξεις που περιείχαν και διήγηση ιστοριών που να είναι κατανοητές στα παιδιά (Ruffman et al., 1993; Sodian et al., 1991).

Σε μια άλλη προσέγγιση, η στρατηγική σχεδιασμού πειραμάτων και ελέγχου μεταβλητών παρακολουθήθηκε στην πορεία ανάπτυξής της (Chen & Klahr, 1999). Η προσέγγιση περιλάμβανε επαναλαμβανόμενες αξιολογήσεις της στρατηγικής, η οποία είχε παρατηρηθεί εκτεταμένα από την αρχική της χρήση μέχρι και τη διαφοροποίησή της στην πορεία της διδασκαλίας και την απόκτηση εμπειρίας από μέρους των παιδιών. Με αυτό τον τρόπο αξιολόγησης είχαν συλλέξει ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα, καθώς και λεπτομερειακές αναλύσεις της εφαρμογής της στρατηγικής. Στο μεταπειραματικό δοκίμιο περιέλαβαν έργα διαφορετικού περιεχομένου στα οποία εφαρμόζεται η στρατηγική ελέγχου μεταβλητών, όπως είναι για παράδειγμα η βλάστηση, η ταχύτητα, το μοντέλο αεροπλάνου και η μαγειρική. Το περιεχόμενο των έργων συνδεόταν τόσο με την καθημερινή ζωή όσο και με θέματα που άπτονται των Φυσικών Επιστημών. Εκτός από το περιεχόμενο, τα έργα διέφεραν και ως προς το βαθμό δυσκολίας.

Η μέτρηση της επίδοσης στις διερευνήσεις ήταν ένα θέμα που απασχόλησε τους ερευνητές για πολλά χρόνια στο πλαίσιο της συμπερίληψης του APU στο επίσημο Αναλυτικό Πρόγραμμα της Αγγλίας (Duggan et al., 1996; Gott et al., n.d.1; Gott & Roberts, 2008; Roberts & Gott, 2004). Στο πρόγραμμα αυτό χρησιμοποιήθηκαν, ανάλογα με το είδος της δραστηριότητας, τόσο η γραπτή όσο και η προφορική μέθοδος αξιολόγησης (Duggan et al., 1996). Για παράδειγμα, για τις δραστηριότητες που περιλάμβαναν ερμηνεία δεδομένων από πίνακες και γραφικές παραστάσεις και σχεδιασμό μέρους ή και ολοκληρωμένων

διερευνήσεων γινόταν γραπτή αξιολόγηση. Στις δραστηριότητες όπως είναι η χρήση οργάνων μέτρησης, οδηγιών και φυσικών μεθόδων, η παρατήρηση, καθώς και η εκτέλεση και διεκπεραίωση ολοκληρωμένων διερευνήσεων η αξιολόγηση ήταν πρακτική.

Σε μια προσπάθεια έγκυρης και αξιόπιστης μέτρησης των δεξιοτήτων διερεύνησης στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος APU, κατασκευάστηκε ένα εργαλείο μέτρησης που περιλάμβανε 100 έργα αξιολόγησης (Gott et al., n.d.1; Roberts & Gott, 2004). Τα γραπτά έργα αξιολόγησης που περιλάμβανε δεν ήταν καθόλου καθοδηγούμενα, καθώς οι οδηγίες για τη διεκπεραίωσή τους ήταν ελάχιστες. Με τα έργα αυτά αξιολογήθηκε μια σειρά από δεξιότητες, διεργασίες και συλλογιστικές στρατηγικές. Εστίαζαν στη μέτρηση των ικανοτήτων των μαθητών να γενικεύουν και να χειρίζονται αξιόπιστα τα εμπειρικά δεδομένα, παρά να επεξηγούν βασισμένοι σε έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Ειδικότερα, τα έργα αξιολόγησης διακρίνονταν σε τρεις κατηγορίες (Gott & Roberts, 2008):

- (α) έργα εντελώς ανεξάρτητα από εννοιολογική κατανόηση (π.χ. το υλικό του ελικοπτέρου επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να πέσει;)
- (β) έργα λίγο ανεξάρτητα από εννοιολογική κατανόηση (π.χ. Πώς οι διαφορετικές επιφάνειες επηρεάζουν το πόσο εύκολα γλιστρά ένα παπούτσι;)
- (γ) έργα στα οποία είναι απαραίτητη η εννοιολογική κατανόηση (π.χ. Πώς η δύναμη που ασκείται σε μια κρούση ενός αυτοκινήτου επηρεάζεται από το σχεδιασμό ή το μέγεθος των θρυμμάτων;)

Τα αποτελέσματα από τη χορήγηση του εργαλείου συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα άλλων τρόπων αξιολόγησης, με τα οποία ο δείκτης συσχέτισης ήταν στατιστικά σημαντικός.

Σε μια προσπάθεια αξιολόγησης του προγράμματος «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» χρησιμοποιήθηκαν γραπτά έργα αξιολόγησης (Κυριαζή, 2004). Τα έργα ήταν ανοικτού τύπου. Κάποια από αυτά ήταν παρμένα από άλλες έρευνες και ειδικά προσαρμοσμένα για τις ανάγκες της έρευνας αυτής. Τα περισσότερα, όμως, κατασκευάστηκαν για τις ανάγκες του προγράμματος βάσει της εμπειρίας των ερευνητών. Τα θέματα των έργων αφορούσαν στην καθημερινή ζωή και σχετίζονταν με τις εμπειρίες των παιδιών. Δεν σχετίζονταν με θέματα που είχαν διδακτεί ως παραδείγματα στο πλαίσιο της όλης διδακτικής παρέμβασης ή είχαν προσεγγίσει ως θέματα διερευνήσεων πανηγυριού επιστήμης στη 2^η ή 3^η φάση του προγράμματος. Κάθε

έργο είχε χορηγηθεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές της όλης παρέμβασης έτσι ώστε να υπάρχουν συγκριτικά αποτελέσματα.

Για τους σκοπούς της αξιολόγησης του προγράμματος αναπτύχθηκαν ποιοτικές κλίμακες αξιολόγησης κάθε δεξιότητας – πτυχής. Η ποσοτική σύγκριση της διακύμανσης των ποσοστών των επιπέδων που ορίστηκαν για κάθε δεξιότητα έδειξε βελτίωση στις ικανότητες των παιδιών κατά τη διάρκεια του προγράμματος. Οι αρχικές ιδέες και θεωρίες των παιδιών διαφάνηκε ότι επηρέαζαν τη διεκπεραίωση των διερευνήσεων ιδιαίτερα σε προπειραματικό στάδιο. Διάφορες δυσκολίες που εντοπίστηκαν διαφάνηκε ότι δυσχεραίνουν την προσπάθεια των παιδιών κατά την εμπλοκή τους σε διαδικασίες διερεύνησης. Ωστόσο, τα έργα δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστα, αφού χορηγήθηκαν σε σχετικά μικρό δείγμα παιδιών που είχε εμπλακεί στο όλο παρεμβατικό πρόγραμμα. Επιπλέον, δεν έγινε καμιά προσπάθεια ελέγχου της εγκυρότητάς τους.

Αξιοπιστία και εγκυρότητα εργαλείων μέτρησης

Η χρήση αξιόπιστων και έγκυρων εργαλείων μέτρησης για τη συλλογή δεδομένων είναι πολύ σημαντική κατά τη διεξαγωγή μιας έρευνας. Ως εκ τούτου, η διασφάλιση της εγκυρότητας και αξιοπιστίας ενός εργαλείου μέτρησης αποτελεί βασικό μέρος της ανάπτυξης του, όπως παρουσιάζεται στο μοντέλο διαδικασίας ανάπτυξης εργαλείων μέτρησης που προτείνεται από τους Pampaka et al (2011; 2012a; 2012b; 2013) (Διάγραμμα Π13.10, Παράρτημα XIII). Το μοντέλο αποτελείται από τρεις φάσεις. Στην πρώτη φάση κατασκευάζονται τα έργα αξιολόγησης. Αποφασίζεται η μορφή, το περιεχόμενο και ο αριθμός των έργων που θα χορηγηθούν. Έπειτα, σε δεύτερη φάση τυγχάνουν επεξεργασίας τα δεδομένα που προκύπτουν από τη χορήγηση του εργαλείου μέτρησης. Αξιοποιείται το στατιστικό μοντέλο Rasch για δημιουργία μετρήσεων (measures) και υπολογισμό συντελεστών και δεικτών, οι οποίοι ελέγχονται κατά τη διασφάλιση της εγκυρότητας και αξιοπιστίας του εργαλείου. Σε τρίτη φάση γίνεται επεξεργασία των δεδομένων ή / και των μετρήσεων που προκύπτουν από το στατιστικό μοντέλο Rasch με διάφορες στατιστικές τεχνικές, ανάλογα με τους σκοπούς της έρευνας.

Η όλη διαδικασία, αν και δεν φαίνεται στο διάγραμμα, δεν είναι γραμμική αφού συνήθως ένας ερευνητής πιθανόν να διέλθει από την πρώτη στη δεύτερη φάση του μοντέλου και αντίστροφα, πολλές φορές. Τα στοιχεία που συλλέγονται στη δεύτερη φάση, μέσω των οποίων τεκμηριώνονται η διασφάλιση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας του εργαλείου, περιγράφονται στη συνέχεια.

- **Η αξιοπιστία ενός εργαλείου μέτρησης**

Η αξιοπιστία ενός εργαλείου μέτρησης θεωρείται ο βαθμός στον οποίο τα έργα αξιολόγησης που περιλαμβάνονται σ' αυτό μετρούν κάποια δεξιότητα με συνεπή τρόπο (Αλεξόπουλος, 1998; Cohen et al., 2008; Ρούσσοι & Τσαούσης, 2006; Walsh & Betz, 2001). Η συνέπεια ενός εργαλείου μέτρησης ορίζεται μέσα από την επαναληπτικότητα και την αναπαραγωγισιμότητα ενός αποτελέσματος. Δηλαδή, αφορά στο κατά πόσο μια δοκιμασία αναδεικνύει το πραγματικό μέγεθος του χαρακτηριστικού που μετρείται. Για παράδειγμα, μια ζυγαριά θεωρείται αξιόπιστη όταν επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σ' αυτήν υποδεικνύουν σταθερή μέτρηση στο βάρος. Η αξιοπιστία αναφέρεται στα αποτελέσματα μιας μέτρησης και όχι στο εργαλείο καθαυτό. Γι' αυτό επηρεάζεται από τα υποκείμενα της έρευνας και το πρωτόκολλο της μέτρησης.

Η αξιοπιστία ενός οργάνου μέτρησης διακρίνεται από τρεις βασικές έννοιες (Cohen et al., 2008; Hair et al., 1995; Ρούσσοι & Τσαούσης, 2006):

- (α) τη *σταθερότητα*, η οποία καθορίζεται από τα αποτελέσματα διαδοχικών μετρήσεων με τα ίδια όργανα μέτρησης στο ίδιο δείγμα ή σε δείγμα με παρόμοια χαρακτηριστικά
- (β) την *ισοδυναμία*, η οποία καθορίζεται από το βαθμό συμφωνίας μεταξύ ερευνητών ή και τη συσχέτιση μεταξύ των χρήσεων ισοδύναμων μορφών ενός οργάνου συλλογής δεδομένων ή παρόμοιας δοκιμασίας, και
- (γ) την *εσωτερική συνέπεια*, η οποία καθορίζεται από το βαθμό συσχέτισης κάθε ερώτησης του εργαλείου με τη συνολική κλίμακα μέτρησης.

Στη βιβλιογραφία (Αλεξόπουλος, 1998; Cohen et al., 2008; Ρούσσοι & Τσαούσης, 2006; Walsh & Betz, 2001) αναφέρονται διάφορα είδη αξιοπιστίας και τεχνικές διασφάλισής τους, τα βασικότερα από τα οποία περιγράφονται πιο κάτω:

1. Η αξιοπιστία επαναληπτικών μετρήσεων (*test-retest*) μετρείται με χορήγηση του εργαλείου στο ίδιο δείγμα δύο φορές, στις ίδιες συνθήκες
2. Η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας (*internal*) μετρείται με στατιστικούς δείκτες, όπως είναι για παράδειγμα το Cronbach's alpha. Η αξιοπιστία αυτή θεωρείται επαρκής όταν ο δείκτης είναι >0.7 (Spector, 1992)
3. Η αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών (*inter-rater*) μετρείται με τη σύγκριση των μετρήσεων των αποτελεσμάτων της ίδιας δοκιμασίας από δύο ανεξάρτητους παρατηρητές. Η συσχέτιση των μετρήσεών τους υποδεικνύει το βαθμό αυτού του είδους αξιοπιστίας

4. Η αξιοπιστία των ημίκλαστων (*split – half*) μετρείται με την εφαρμογή της ίδιας κλίμακας μια φορά και τη χωριστή βαθμολογία των άρτιων και περιττών ερωτήσεων
5. Η αξιοπιστία εναλλακτικών τύπων (*alternative or parallel forms*) μετρείται με την εφαρμογή δύο παράλληλων τύπων της ίδιας κλίμακας στα ίδια άτομα, πρώτα τον ένα και αργότερα τον άλλο και τη συσχέτιση των βαθμολογιών μεταξύ τους.

Πολλοί παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν τη διασφάλιση αξιοπιστίας αρνητικά, με αποτέλεσμα τη μείωσή της (Cohen et al., 2008; Ρούσσος & Τσαούσης, 2006). Για παράδειγμα, τα λάθη κατά τη συμπλήρωση των έργων αξιολόγησης, οι τυχαίες απαντήσεις και οι διακυμάνσεις στη διάθεση των συμμετεχόντων να απαντήσουν σ' αυτό, αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό αξιοπιστίας ενός εργαλείου μέτρησης. Επίσης, ο βαθμός αξιοπιστίας ενός εργαλείου μπορεί να επηρεάζεται και από το μικρό αριθμό των έργων αξιολόγησης και τις μη ξεκάθαρες οδηγίες για συμπλήρωσή τους.

Η διασφάλιση όλων των ειδών αξιοπιστίας κατά την ανάπτυξη ενός εργαλείου μέτρησης είναι αδύνατη λόγω πρακτικών προβλημάτων (Ρούσσος & Τσαούσης, 2006). Για παράδειγμα, η διασφάλιση της αξιοπιστίας επαναληπτικών μετρήσεων είναι αδύνατη όταν ο χρόνος διεξαγωγής μιας έρευνας είναι περιορισμένος. Έπειτα, κατά την επανάληψη της χορήγησης ενός έργου αξιολόγησης υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να δίνονται απαντήσεις βάσει του τι θυμούνται από την προηγούμενη φορά που έχει χορηγηθεί ή βάσει της διάθεσης με την οποία απαντάται ένα έργο για δεύτερη φορά.

Ένα εργαλείο μέτρησης μπορεί να είναι αξιόπιστο, αλλά όχι έγκυρο. Αντίθετα, όταν μια μέτρηση είναι έγκυρη είναι και αξιόπιστη. Ως εκ τούτου, η διασφάλιση της εγκυρότητας είναι ακόμη πιο σημαντική κατά την ανάπτυξη ενός εργαλείου μέτρησης.

- **Η εγκυρότητα ενός εργαλείου μέτρησης**

Η *εγκυρότητα* ενός εργαλείου μέτρησης αφορά στο βαθμό που το εργαλείο όντως μετράει αυτό για το οποίο φτιάχτηκε να μετρά. Ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο τα έργα που περιλαμβάνονται σ' αυτό μετρούν πραγματικά τις δεξιότητες για τις οποίες κατασκευάστηκαν να μετρούν (Αλεξόπουλος, 1998; Walsh & Betz, 2001).

Στη βιβλιογραφία γίνεται αναφορά σε διάφορα είδη εγκυρότητας (Αλεξόπουλος, 1998; Cohen et al., 2008; Messick, 1995; Ρούσσος & Τσαούσης, 2006; Walsh & Betz, 2001; Wolfe & Smith, 2007), τα βασικότερα από τα οποία περιγράφονται πιο κάτω:

1. *Εγκυρότητα περιεχομένου (content validity)*. Ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο οι απαντήσεις σε ένα έργο αντανακλούν όλες τις πιθανές απαντήσεις που μπορούν να δοθούν σε σχέση με τη δεξιότητα που μετρείται. Η εγκυρότητα αυτή διασφαλίζεται με βιβλιογραφική ανασκόπηση, εμπλοκή ατόμων με σχετική τεχνογνωσία για τη δεξιότητα που αξιολογείται και πιλοτική έρευνα σε δείγμα με παρόμοιο πληθυσμό με αυτόν που μας ενδιαφέρει. Η εγκυρότητα περιεχομένου υπολογίζεται μέσω της στατιστικής ανάλυσης Rasch (Person – item map and the item difficulty hierarchy).
2. *Εγκυρότητα όψεως (face validity)*. Ορίζεται ως ο βαθμός που ένα έργο γίνεται αποδεκτό ότι μετρά τη δεξιότητα που υποτίθεται ότι μετρά από τα άτομα στα οποία προορίζεται να χορηγηθεί. Διασφαλίζεται διαμέσου των απόψεων εμπειρών εκπαιδευτικών για δυσκολίες απάντησης των έργων που περιλαμβάνονται στο εργαλείο και το βαθμό που οι μαθητές/τριες του δείγματος είναι εξοικειωμένοι με αυτές τις διαδικασίες.
3. *Εσωτερική εγκυρότητα (internal validity)*. Ορίζεται ως ο βαθμός που οι συσχετίσεις που προκύπτουν από τις μετρήσεις αφορούν σε αιτιώδεις σχέσεις ή είναι αποτέλεσμα επίδρασης άλλων παραγόντων. Η εγκυρότητα αυτή διασφαλίζεται με την τυχαία επιλογή του δείγματος της έρευνας, τους πανομοιότυπους χειρισμούς κάθε δείγματος και τη χρήση ομάδας ελέγχου.
4. *Εξωτερική εγκυρότητα (external validity)*. Ορίζεται ως ο βαθμός που τα αποτελέσματα ενός εργαλείου μπορούν να γενικευθούν σε διαφορετικούς πληθυσμούς ή δείγματα του πληθυσμού που μας ενδιαφέρει και διαφορετικές συνθήκες. Διασφαλίζεται με την επιλογή αντιπροσωπευτικού δείγματος για συλλογή δεδομένων με το εργαλείο μέτρησης.
5. *Εγκυρότητα κριτηρίου (criterion validity)*. Ορίζεται ως ο βαθμός που οι τιμές ενός έργου σχετίζονται με τις τιμές κάποιου άλλου έργου το οποίο θεωρείται κοινά αποδεκτό κριτήριο ή αντικειμενικό αποτέλεσμα. Η εγκυρότητα κριτηρίου διασφαλίζεται με την επιλογή των κατάλληλων εργαλείων-κριτηρίων, την επιλογή αντιπροσωπευτικού δείγματος για συλλογή δεδομένων, τη συλλογή δεδομένων με το εργαλείο-κριτήριο στην κατάλληλη χρονική στιγμή και τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ βαθμολογιών στο εργαλείο και το εργαλείο-κριτήριο.
6. *Εγκυρότητα εννοιολογικής κατασκευής (construct validity)*. Ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο ένα έργο μετρά τη δεξιότητα για την οποία κατασκευάστηκε να μετρά. Με τον υπολογισμό της εγκυρότητας εννοιολογικής κατασκευής απαντάται το ερώτημα κατά πόσο το εργαλείο μετρά την έννοια του ενδιαφέροντός μας και κατά πόσο το εργαλείο

είναι συναφές με παρόμοια εργαλεία ή παραλλαγές του ίδιου εργαλείου. Αυτό το είδος εγκυρότητας θεωρείται το πιο σημαντικό και ενσωματώνει διαφορετικές μορφές εγκυρότητας, οι οποίες προσεγγίζονται ως πτυχές: content, substantive, structural, generalizability, external, consequential, interpretability (Messick, 1995; Wolfe & Smith, 2007).

Στη βιβλιογραφία προτείνονται διάφοροι τρόποι για διασφάλιση των πτυχών της εγκυρότητας εννοιολογικής κατασκευής, οι οποίοι συνοψίζονται στον Πίνακα 2.1 (Wolfe & Smith, 2007).

Πίνακας 2.1.

Διασφάλιση πτυχών εγκυρότητας εννοιολογικής κατασκευής σε ένα εργαλείο μέτρησης

Πτυχή	Διενέργειες
<u>περιεχομένου (content)</u> αφορά στο βαθμό που σχετίζεται και είναι αντιπροσωπευτικό το περιεχόμενο στο οποίο στηρίζονται τα έργα που περιλαμβάνονται σε ένα εργαλείο και η τεχνική ποιότητά τους	<ul style="list-style-type: none"> ▪ κριτική του περιεχομένου από ειδικούς με τεχνογνωσία που σχετίζεται με το θέμα ή δεξιότητα που μετρείται από ένα έργο. Η κριτική πρέπει να σχετίζεται με την προσέγγιση των έργων, την ευαισθησία τους και το πόσο δίκαια είναι ▪ έλεγχος της τεχνικής ποιότητας των έργων βάσει των απαντήσεων που δίνονται. Υπολογισμός του στατιστικού δείκτη μοντέλου Rasch: Item-measure correlation (κατά πόσο οι μετρήσεις συγκεκριμένου έργου συνάδουν με το μέσο όρο των μετρήσεων των υπολοίπων έργων. Ο δείκτης πρέπει να είναι > 0)
<u>substantive</u> αφορά στο βαθμό που σχετίζεται η λογική του περιεχομένου των έργων με τη γνωστική επεξεργασία που δικαιολογεί επαρκώς τις παρατηρούμενες συγκλίσεις μεταξύ των απαντήσεων που δίνονται στα έργα αξιολόγησης. Έχει σχέση με το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο έχει στηρικτεί η διαδικασία ανάπτυξης του εργαλείου	<ul style="list-style-type: none"> ▪ μοντελοποίηση της γνωστικής διαδικασίας που ακολουθείται για διεκπεραίωση ενός έργου ανοικτού τύπου, το οποίο περιλαμβάνει επεξήγηση συλλογισμού. Συλλέγονται δεδομένα μέσα από πιλοτικές έρευνες με αντιπροσωπευτικά δείγματα, καταγράφονται τα γνωστικά μοντέλα και συγκρίνονται με αυτά που αναμένονταν να ακολουθηθούν. Σε περίπτωση διαφοράς, τα έργα τροποποιούνται με τρόπο που να παρέχεται ένα πιο ρεαλιστικό συγκείμενο κατά τη διεκπεραίωσή τους. ▪ παρατήρηση των τρόπων συμπεριφοράς (response behaviors) που έχουν οι συμμετέχοντες στην έρευνα καθώς διεκπεραιώνουν ένα έργο, η οποία δεν λαμβάνεται υπόψη στη διαδικασία αξιολόγησης
<u>δομή (structural)</u> αφορά στο βαθμό που η δομή της βαθμονόμησης των έργων αξιολόγησης ταιριάζει με τη δομή του εργαλείου	<ul style="list-style-type: none"> ▪ προσδιορισμός της σχέσης μεταξύ των έργων και ομάδας έργων και του βαθμού που το μοντέλο βαθμονόμησης συνάδει με τη δομή βάσει της οποίας κατασκευάστηκε το εργαλείο. ▪ έλεγχος αν η κλίμακα είναι μονοδιάστατη ή υπάρχει πολυμεταβλητότητα σ' αυτήν. Αυτό γίνεται με τον έλεγχο item fit statistics (μοντέλο Rasch)
<u>γενικευσιμότητα (generalizability)</u> αφορά στο βαθμό που οι μετρήσεις διατηρούν το νόημά τους διαμέσου διαφορετικών δειγμάτων και μπορούν να αποτελέσουν στοιχεία για γενίκευση	<ul style="list-style-type: none"> ▪ έλεγχος (differential item functioning analyses) αν δύο ομάδες που συνάδουν στις μετρήσεις έχουν διαφορετικές πιθανότητες να ανταποκριθούν με τον ίδιο τρόπο σε ένα έργο αξιολόγησης. Αν οι δύο ομάδες διαφέρουν στις πιθανότητες τότε είναι πιθανόν το περιεχόμενο του έργου να είναι πιο οικείο σε μια από τις δύο ομάδες (item bias) ▪ έλεγχος συνέπειας των μετρήσεων (reliability analyses) με τη χορήγηση του εργαλείου σε διάφορα άτομα, σε διαφορετικό χρόνο κτλ. Αυτό μπορεί να γίνει με υπολογισμό στατιστικών δεικτών όπως: multiple form reliability, internal consistency, stability, inter-rater
<u>εξωτερική (external)</u> αφορά στο βαθμό που οι μετρήσεις σχετίζονται με	<ul style="list-style-type: none"> ▪ υπολογισμός αναμενόμενων διαφορών στις μετρήσεις μεταξύ ομάδων που συναποτελούν το δείγμα και μεταξύ των μετρήσεων της ίδιας ομάδας σε διαφορετικό χρόνο.

<p>εξωτερικές μετρήσεις του ίδιου, παρόμοιων και άλλων εργαλείων</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Το εργαλείο θα πρέπει να είναι ικανό (responsiveness) να εντοπίζει αλλαγές στις μετρήσεις ατόμων που εμπλέκονται σε ένα παρεμβατικό πρόγραμμα, το οποίο υποτίθεται ότι προωθεί αυτές τις αλλαγές. Αν το εργαλείο δεν είναι ικανό να εντοπίζει αυτές τις αλλαγές, τότε είναι άωφελη οποιαδήποτε προσπάθεια για αξιοποίησή του. Με τα person-item maps μπορεί κάποιος να διαπιστώσει κατά πόσο το εργαλείο είναι κατάλληλο για εντοπισμό πιθανών διαφορών στις μετρήσεις κατά τη διάρκεια ενός παρεμβατικού προγράμματος. Ως εκ τούτου, σε προπειραματικό στάδιο είναι θεμιτό να κριθεί πολύ δύσκολο το εργαλείο. Δηλαδή, η πλειοψηφία των παιδιών να μην μπορούν να απαντήσουν στην πλειοψηφία των έργων που εμπεριέχονται στο εργαλείο
<p><u>συνεπαγωγική (consequential)</u> αφορά στην αξία των επιπτώσεων της ερμηνείας των μετρήσεων από ένα εργαλείο</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ εντοπισμός επιπέδων επίδοσης με οριακές τιμές (cut scores) ▪ καθορισμός επιπέδων επίδοσης από μεγάλο δείγμα βαθμολογητών που έχουν ειδικά προσόντα και τα επίπεδα συνάδουν με αυτά που καθορίζουν άλλοι βαθμολογητές ▪ διασφάλιση της ποιότητας των επιπέδων επίδοσης. Περιορισμός των παραγόντων στους οποίους οφείλεται η διαφοροποίηση μεταξύ των βαθμολογητών όπως είναι η κατανόηση, οι διαφορετικές εμπειρίες τους και αντιλήψεις των δυσκολιών που έχουν τα έργα. Αυτό πετυχαίνεται με αναθεώρηση των επιπέδων βάσει ανατροφοδότησης, μελέτη των επιπέδων βάσει των αντιλήψεων των βαθμολογητών κτλ ▪ εκτίμηση του βαθμού που η κατηγοριοποίηση των απαντήσεων στα επίπεδα επίδοσης συνάδει με αυτή που μπορεί να προκύψει είτε από επαναχορήγηση του ίδιου έργου είτε με χορήγηση άλλου έργου αξιολόγησης. Αυτό υπολογίζεται με στατιστικούς δείκτες όπως π.χ. (percentage agreement or kappa)
<p><u>ερμηνευσιμότητα (interpretability)</u> αφορά στο βαθμό που το νόημα των μετρήσεων είναι κατανοητό σ' αυτούς που θέλουν να ερμηνεύσουν τις μετρήσεις</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ πρόβλεψη της πιθανότητας σωστής απάντησης ενός έργου από ένα άτομο μέσα από τη μελέτη της κλίμακας logit scale στο μοντέλο Rasch, η οποία αναπαριστά την αλληλεπίδραση ατόμων-έργων ▪ εκτίμηση της καταλληλότητας των έργων για το δείγμα στο οποίο προορίζεται το εργαλείο με τη χρήση των person-item maps. Συγκεκριμένα, μπορεί να διαπιστωθεί πόσο κατάλληλο είναι το εργαλείο ανάλογα με το φύλο, ηλικία κτλ ▪ αξιοποίηση των Metric logits για πληροφορίες για τις επιδόσεις ενός ατόμου ή τις αναμενόμενες επιδόσεις του σε ένα έργο.

Γνωστικά εμπόδια κατά την ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης

Στα αποτελέσματα αρκετών ερευνητικών προγραμμάτων που ασχολήθηκαν με ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης ή γενικότερα, δεξιοτήτων επιστημονικής σκέψης, περιλαμβάνονται και γνωστικά εμπόδια που αντιμετωπίζονται κατά τη διεκπεραίωση διερευνήσεων (Gott & Duggan, 1995; Kuhn et al., 1988; 1995; Κυριαζή, 2004; Murphy, 1988; Sodian et al., 1991). Πρόκειται για δυσκολίες που δυσχεραίνουν τις προσπάθειες των παιδιών να διεκπεραιώσουν διερευνήσεις, οι οποίες επισημαίνονται μέσα από συνεντεύξεις ή γραπτά των παιδιών. Συνήθως μια δυσκολία εκμαιεύεται διαμέσου της εξήγησης συλλογισμού.

Τα γνωστικά εμπόδια που υπεισέρχονται στη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων κατά μια άποψη αποτελούν στοιχεία φυσικής ανάπτυξης συγκεκριμένων συστατικών της διεργασίας της διερεύνησης (Adey & Shayer, 1994; Chen & Klahr, 1999; Goossens, 1992;

Linn et al., 1977). Δηλαδή, ως διαισθητικοί επιστήμονες τα παιδιά αναπτύσσουν μια δική τους προσέγγιση, η οποία έχει αρκετές ομοιότητες με την επιστημονική. Οι αδυναμίες της προσέγγισής τους οφείλονται σε γνωστικά εμπόδια που αντιμετωπίζουν τα παιδιά λόγω των υπάρχουσων γνωστικών δομών όσον αφορά στις έννοιες αλλά και τις διεργασίες που εμπλέκει η όλη διαδικασία (Wollman & Lawson, 1977; Wood-Robinson et al., 1999b). Κατά μια άλλη, διαμετρικά αντίθετη άποψη, οι αδυναμίες που επισημαίνονται κατά τη διεκπεραίωση διερευνήσεων τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά που έχουν τύχει διδασκαλίας, καταδεικνύουν αδυναμία στην ανάπτυξη τέτοιων δεξιοτήτων (Kuhn et al., 1988; 1995; 2000; Zimmerman, 2005).

Οι απόψεις των ερευνητών συγκλίνουν στο ότι αυτές οι δυσκολίες δυσχεραίνουν την προσπάθεια των παιδιών για διεκπεραίωση διερευνήσεων και ενδεχομένως, επηρεάζουν την ανάπτυξη των δεξιοτήτων διερεύνησης. Οι δυσκολίες αυτές μπορεί να είναι εννοιολογικής, συλλογιστικής, επιστημολογικής και πρακτικής φύσεως (Κυριαζή, 2004).

Οι εννοιολογικές δυσκολίες αφορούν στην κατανόηση μιας έννοιας ή ενός μοντέλου. Για παράδειγμα, σε μια διερεύνηση που αναφέρεται στους παράγοντες που επηρεάζουν την υδροστατική πίεση, θα πρέπει να είναι κατανοητή η έννοια του βάθους και να διαφοροποιείται από την έννοια του βάρους (ή και της μάζας).

Οι συλλογιστικές δυσκολίες παρουσιάζονται σε συλλογισμούς, όπως είναι για παράδειγμα ο έλεγχος μεταβλητών. Για παράδειγμα, στη διερεύνηση για την επίδραση του φωτός στην ανάπτυξη του φυτού, πρέπει να εντοπιστούν τρόποι να κρατηθούν σταθερές μεταβλητές όπως είναι το νερό ή το χώμα.

Οι επιστημολογικές δυσκολίες αφορούν στον τρόπο που αντιλαμβάνονται τα παιδιά τη γνώση και την επιστήμη ως μηχανισμό ανάπτυξης αξιόπιστης γνώσης. Για παράδειγμα, συχνά τα παιδιά δυσκολεύονται να διαφοροποιήσουν μεταξύ ερμηνειών και παρατηρήσεων και δεν εκτιμούν τη σημασία της επιδίωξης συναίνεσης για τις παρατηρήσεις.

Οι πρακτικές δυσκολίες παρουσιάζονται συνήθως κατά την εκτέλεση ενός πειράματος, όπου τα παιδιά επιλέγουν όργανα μέτρησης ή και κατά τη χρήση εξοπλισμού. Για παράδειγμα, τα παιδιά χρησιμοποιούν πιο εύκολα ένα χάρακα παρά ένα θερμόμετρο.

Ο εντοπισμός τέτοιων δυσκολιών είναι ιδιαίτερα χρήσιμος κατά την αξιολόγηση διδακτικών προσεγγίσεων. Η αποτελεσματικότητα μιας διδακτικής παρέμβασης, η οποία αποσκοπεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης, μετρείται από τη δυνατότητα να μειώνονται οι δυσκολίες που εντοπίζονται σε συνάρτηση με την ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης. Δηλαδή, ο αριθμός των δυσκολιών να είναι αντιστρόφως ανάλογος με την επίδοση σε δεξιότητες διερεύνησης. Με τις δυσκολίες καταδεικνύονται οι αδυναμίες και τα όρια μιας διδακτικής παρέμβασης, βάσει των οποίων μπορεί να αναθεωρηθεί και να βελτιωθεί.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται παραδείγματα δυσκολιών που επισημαίνονται στη βιβλιογραφία. Η διάκρισή τους σε εννοιολογικές, συλλογιστικές, επιστημολογικές και πρακτικές δεν είναι πάντοτε ξεκάθαρη. Γι' αυτό περιγράφονται ανάλογα με τη φάση της διερευνητικής διεργασίας στην οποία υπεισέρχονται.

- ***Δυσκολίες κατά τη ανάληψη μιας διερεύνησης***

Διάφορες έρευνες έχουν επισημάνει ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να εξετάσουν μια υπόθεση με συστηματικό τρόπο (Kuhn et al., 1988; 1995; Κυριαζή, 2004; Sodian et al., 1991; Zimmerman, 2000). Δηλαδή, δυσκολεύονται να οργανώσουν και να εκτελέσουν πειραματικούς σχεδιασμούς εφαρμόζοντας στρατηγικές έλεγχου μεταβλητών. Γι' αυτό, τα παιδιά αποφεύγουν την εμπλοκή σε τέτοιες διαδικασίες με δύο τρόπους. Γενικά, έχει διαφανεί ότι τα παιδιά αποφεύγουν θέματα που περιλαμβάνουν δυσνόητες και αφηρημένες έννοιες (π.χ. ηλεκτρισμός) ή πολύπλοκες συμπεριφορές μεταβλητών (π.χ. βύθιση/πλεύση) και τείνουν να προτιμούν θέματα με τα οποία έχουν κάποια εμπειρία. Για παράδειγμα, πολλά κορίτσια που συμμετείχαν στο πρόγραμμα APU παρατηρήθηκε ότι απόφευγαν διερευνήσεις που σχετίζονταν με έννοιες του ηλεκτρισμού, οι οποίες είναι αφηρημένες (Murphy, 1988). Όταν όμως, έχουν να χειριστούν οικεία προς αυτά θέματα, τα οποία συνήθως σχετίζονται με την καθημερινή ζωή, τότε τείνουν να μην αναζητούν επιστημονική λύση και να προβαίνουν σε διατύπωση συμπερασμάτων βάσει των προσωπικών τους εμπειριών τους (Murphy, 1988).

- ***Δυσκολίες κατά την αναγνώριση μεταβλητών***

Κατά την αναγνώριση μεταβλητών που εμπλέκονται σε μια διερεύνηση, τα παιδιά ανατρέχουν στις προσωπικές γνώσεις και εμπειρίες για το θέμα. Όταν το φαινόμενο που εξετάζεται αφορά σε θέμα που δεν είναι τόσο οικείο γι' αυτά, δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν μεταβλητές που πιθανόν να σχετίζονται και ως εκ τούτου, περιορίζονται

στις άμεσα εμπλεκόμενες (ανεξάρτητη και εξαρτημένη) (Duggan et al., 1996). Αντίθετα, όταν πρόκειται για θέμα καθημερινής φύσεως, διαφάνηκε ότι αναγνωρίζουν με περισσότερη ευκολία μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο. Συχνά, όμως, τείνουν να παραβλέπουν μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο είτε γιατί η πιθανή σχέση με το φαινόμενο αντιτίθεται στις αρχικές τους ιδέες (Kuhn et al., 1988; Kuhn, 1989), είτε γιατί δεν αναφέρονται άμεσα στον αρχικό προβληματισμό για διερεύνηση (Κυριαζή, 2004).

Επιπρόσθετα, κατά την αναγνώριση μεταβλητών, τα παιδιά έδειξαν να δυσκολεύονται κατά τον ορισμό των μεταβλητών (Κυριαζή, 2004). Συνηθίζουν να ταυτίζουν μεταβλητές, των οποίων η μεταβολή είναι ανάλογη. Για παράδειγμα, ταυτίζουν το μέγεθος ενός αντικειμένου με τον όγκο του ή το φως με τη θερμοκρασία. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι τα παιδιά χρησιμοποιούν παρεμφερείς, αλλά με διαφορετικό νόημα, διάφορες έννοιες αναφερόμενοι σε κάποιες άλλες. Για παράδειγμα, αντί για βάρος αναφέρονται σε βαρύτητα. Επίσης, κάποιες φορές αναφέρονται περιφραστικά σε μια μεταβλητή χρησιμοποιώντας τιμές που μπορεί να πάρει. Για παράδειγμα, αντί για μέγεθος, χρησιμοποιούν εκφράσεις όπως είναι το μεγάλο, μικρό, μεσαίο κτλ.

- ***Δυσκολίες κατά τη διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος***

Τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν το ρόλο του διερευνήσιμου ερωτήματος ως το έναυσμα για τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης και τείνουν να κάνουν υποθέσεις ή προβλέψεις για το αποτέλεσμα του πειράματος βάσει των αρχικών τους αντιλήψεων χωρίς να προβαίνουν πρώτα σε διατύπωση ερωτήματος (Κυριαζή, 2004). Για παράδειγμα, αντί να ρωτούν «το είδος του υγρού επηρεάζει το χρόνο πήξης του;», προβλέπουν ότι το υγρό Α θα παγώσει πιο γρήγορα.

Μια άλλη δυσκολία που εντοπίστηκε αφορά στη διατύπωση ερωτημάτων που περιλαμβάνουν μια ανεξάρτητη και μια εξαρτημένη μεταβλητή (Κυριαζή, 2004). Συγκεκριμένα, τα παιδιά τείνουν να διατυπώνουν ερωτήματα με δύο ανεξάρτητες ή δύο εξαρτημένες μεταβλητές. Για παράδειγμα, στο ερώτημα «η άμμος και το νερό επηρεάζουν την ανάπτυξη του φυτού;» περιλαμβάνονται δύο ανεξάρτητες μεταβλητές, «η άμμος» και «το νερό». Σε κάποιες περιπτώσεις αναφέρουν μόνο την ανεξάρτητη μεταβλητή, όπως είναι για παράδειγμα το ερώτημα: «το μήκος του καλωδίου επηρεάζει;».

- ***Δυσκολίες κατά το σχεδιασμό πειράματος και τον έλεγχο μεταβλητών***

Ο ρόλος και η σημασία του σχεδιασμού μιας έγκυρης πειραματικής διαδικασίας εφαρμόζοντας στρατηγικές ελέγχου μεταβλητών συχνά δεν είναι κατανοητός, με αποτέλεσμα τα παιδιά να τείνουν να διατυπώνουν συμπεράσματα βάσει των εμπειριών τους (Κυριαζή, 2004). Για παράδειγμα, αντί να οργανώνουν πείραμα για να διερευνήσουν κατά πόσο ο χώρος επηρεάζει την ανάπτυξη ενός φυτού, εισηγούνται συγκεκριμένο χώρο που θεωρούν ως κατάλληλο.

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά κατά το σχεδιασμό μιας έγκυρης πειραματικής διαδικασίας σχετίζονται κυρίως με το σωστό χειρισμό των εμπλεκόμενων μεταβλητών (Kuhn et al., 1988; 1995; Kuhn, 1989).

Καταρχάς, τα παιδιά τείνουν να μην ελέγχουν όλες τις μεταβλητές που πιθανόν να σχετίζονται με το φαινόμενο που εξετάζουν. Βασισμένα στις εμπειρίες τους, δεν θεωρούν απαραίτητο να κρατήσουν σταθερές κάποιες μεταβλητές γιατί δεν τις αναγνωρίζουν ως εμπλεκόμενες. Παρόλο που σε αρκετές περιπτώσεις ο έλεγχος των μεταβλητών γίνεται ασυνείδητα, εντούτοις έχει διαφανεί ότι τα παιδιά ελέγχουν μόνο μεταβλητές που κατανοούν την επίδρασή τους (Murphy, 1988). Για παράδειγμα, σε πειράματα διατήρησης της θερμοκρασίας τα παιδιά πιστεύουν ότι η θερμότητα διαφεύγει στο περιβάλλον με τη μορφή ατμού μόνο από την επιφάνεια. Γι' αυτό, δεν θεωρούν απαραίτητο να αποτρέψουν τη διαφυγή θερμότητας προς το περιβάλλον με άλλο τρόπο. Υπάρχουν όμως, περιπτώσεις που τα παιδιά αδυνατούν να επινοήσουν τρόπους για να κρατήσουν σταθερές κάποιες μεταβλητές (Κυριαζή, 2004). Για παράδειγμα, στη διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν την πτήση αυτοσχέδιων μοντέλων αεροπλάνων δυσκολεύονται να εντοπίσουν τρόπο να κρατήσουν σταθερή τη δύναμη ώθησης.

Επίσης, τα παιδιά τείνουν να θέλουν να ελέγξουν όλες τις εμπλεκόμενες μεταβλητές, συμπεριλαμβανομένου και της ανεξάρτητης (Kuhn et al., 1988; 1995). Θεωρούν ότι με αυτό τον τρόπο αυξάνουν την εγκυρότητα του πειραματικού τους σχεδιασμού, χωρίς να κατανοούν ότι είναι απαραίτητο να μεταβληθεί η ανεξάρτητη μεταβλητή για να εξετάσουν την επίδρασή της στην εξαρτημένη.

Με άλλα λόγια, δεν μπορούν να κατανοήσουν το λόγο μεταβολής μιας μεταβλητής (Κυριαζή, 2004). Για παράδειγμα, αντί να επιλέξουν μια δεύτερη πειραματική διάταξη για να οργανώσουν πείραμα σε συνδυασμό με μια δοσμένη, επιλέγουν την πειραματική διάταξη, η οποία κατά τη γνώμη τους θα βελτιώσει το φαινόμενο στο οποίο αναφέρονται. Για παράδειγμα για να διερευνήσουν αν το φως επηρεάζει την ανάπτυξη ενός φυτού,

εισηγούνται τρόπους που βοηθούν στην ανάπτυξή του αντί να εισηγηθούν πειραματικές διατάξεις για διερεύνηση του φαινομένου.

Στην περίπτωση του χειρισμού της ανεξάρτητης μεταβλητής, εντοπίστηκαν δυσκολίες που αφορούσαν και σε τρόπους μεταβολής της. Αρκετά παιδιά δυσκολεύονται να βρουν τρόπους να αλλάξουν μια μεταβλητή (Κυριαζή, 2004). Για παράδειγμα, για να διερευνήσουν αν το μέγεθος των τροχών επηρεάζει την κύλιση, δυσκολεύονται να σκεφτούν την επανεκτέλεση του πειράματος με διαφορετικούς τροχούς. Παρατηρήθηκε, ακόμη, ότι τα παιδιά μεταβάλουν μεταβλητές που είναι ανάλογες με τις μεταβλητές που θέλουν να μεταβάλουν. Για παράδειγμα, αντί να μεταβάλουν τη μεταβλητή «θερμοκρασία» μεταβάλουν τη μεταβλητή «φως».

Στο πρόγραμμα APU τα παιδιά έδειξαν να μην κατανοούν ότι μια μεταβλητή μπορεί να αλλάξει, δηλαδή να πάρει διάφορες τιμές και να μετρηθεί (Duggan et al., 1996; Murphy, 1988). Τα παιδιά τείνουν να χειρίζονται την ανεξάρτητη μεταβλητή ως διχοτομική με μόνο δύο πιθανές τιμές και αποτυγχάνουν να υπολογίσουν την πιθανότητα να έχει πιο πολύπλοκη επίδραση (Kuhn et al., 1995). Γενικά, τα παιδιά δίνουν τιμές σε μεταβλητές σύμφωνα με τις εμπειρίες τους. Για παράδειγμα, αντιλαμβάνονταν ως κατηγορική τη μεταβλητή «θερμοκρασία» και γι' αυτό, δίνουν τις τιμές «ζεστό» και «κρύο». Η δυσκολία αυτή δεν παρουσιάζεται στις περιπτώσεις μεταβλητών όπως είναι η «απόσταση» (Duggan et al., 1996). Το γεγονός ότι τα παιδιά χρησιμοποιούν πιο εύκολα ένα χάρακα παρά ένα θερμόμετρο τα βοηθά να αντιληφθούν ότι η μέτρηση μήκους παίρνει συνεχείς τιμές. Γι' αυτό η μεταβλητή «απόσταση» εκλαμβάνεται πιο εύκολα ως συνεχής σε αντίθεση με τη μεταβλητή «θερμοκρασία».

Στην περίπτωση που η μεταβλητή «θερμοκρασία» είναι εξαρτημένη μεταβλητή, θεωρείται πιο εύκολα συνεχής. Αυτό οφείλεται στο ότι στην περίπτωση της εξαρτημένης μεταβλητής τα παιδιά δεν επιλέγουν τιμές ενεργά, αφού η τιμή της εξαρτάται από την τιμή της ανεξάρτητης (Murphy, 1988). Έτσι δεν είναι αναγκασμένα να τη θεωρήσουν ως συνεχή ή να κατανοήσουν ότι είναι συνεχής.

Η μέτρηση της εξαρτημένης μεταβλητής διαφάνηκε σε αρκετά ερευνητικά προγράμματα ότι δυσκολεύει τα παιδιά (Goldsworthy, 1998; Goldsworthy et al., 1999; Κυριαζή, 2004; Murphy, 1988). Η έκφραση «μετρώ κάτι σε ένα πείραμα» ερμηνεύεται από τα παιδιά με διαφορετικούς τρόπους αφού συνήθως συνδέουν τη φράση με τη μέτρηση ποσοτήτων όπως είναι το μήκος και το βάρος. Για κάποια παιδιά επικρατεί η αντίληψη ότι «μετρώ

κάτι για να το κρατήσω σταθερό» και ως εκ τούτου, τα παιδιά μπερδεύουν τη μέτρηση της εξαρτημένης μεταβλητής με τις ελεγχόμενες. Γι' αυτό, για παράδειγμα, αντί να εισηγούνται τρόπους μέτρησης της ανάπτυξης ενός φυτού, εισηγούνται μέτρηση της ποσότητας του νερού που βάζουν στα φυτά. Για κάποια άλλα παιδιά η φράση «μετρώ» σημαίνει «μεταβάλλω». Δηλαδή μπερδεύουν τη μέτρηση της εξαρτημένης μεταβλητής με τη μεταβολή της ανεξάρτητης. Για παράδειγμα, η μεταβολή της βάσης στήριξης ενός σώματος, κατά τη διερεύνηση της ισορροπίας του, εκλαμβάνεται ως μέτρηση της εξαρτημένης μεταβλητής.

Η μέτρηση της εξαρτημένης μεταβλητής δυσκολεύει ιδιαίτερα τα παιδιά, όταν αυτή γίνεται υποκειμενικά (Goldsworthy, 1998; Κυριαζή, 2004). Τα παιδιά δύσκολα μπορούν να κατανοήσουν ότι εκείνο που πρέπει να μετρηθεί σε μια διερεύνηση μπορεί να είναι, για παράδειγμα, η χροιά του ήχου. Ακόμη, τα παιδιά αποφεύγουν να αναφέρουν τρόπους μέτρησης της εξαρτημένης μεταβλητής όταν δεν είναι βέβαιοι για τον τρόπο και τα όργανα μέτρησής της, όπως για παράδειγμα παρατηρήθηκε κατά τη μέτρηση της πτήσης ενός μοντέλου αεροπλάνου. Σε τέτοιες περιπτώσεις, όπου η μέτρηση δεν είναι προφανής, τα παιδιά εισηγούνται τρόπους μέτρησης άλλων μεταβλητών σχετικών με αυτήν, με τους οποίους είναι εξοικειωμένα. Για παράδειγμα, για τη μέτρηση της τριβής εισηγούνται πιο εύκολα μέτρηση του χρόνου που κάνει ένα σώμα για να διανύσει μια απόσταση, παρά μέτρηση της απόστασης που διανύει το σώμα.

- ***Δυσκολίες κατά τον εντοπισμό σχεδιαστικών ατελειών σε ένα πειραματικό σχεδιασμό***

Η έννοια του έγκυρου πειράματος διαφάνηκε ότι είναι δυσνόητη για τα παιδιά (Κυριαζή, 2004). Σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρήθηκε ότι θεωρούν έγκυρο το πείραμα που έχει χρήσιμα αποτελέσματα, δηλαδή είναι λειτουργικό, ενώ κάποιες φορές θεωρούν έγκυρο πείραμα αυτό που οι δοκιμές επιφέρουν τα ίδια αποτελέσματα. Ακόμη, σε μερικές περιπτώσεις θεωρήθηκε ως σχεδιαστική ατέλεια η αλλαγή της ανεξάρτητης μεταβλητής. Για παράδειγμα, σε ένα πειραματικό σχεδιασμό όπου η ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν το μέγεθος της μπάλας, κάποια παιδιά υπέδειξαν ως λάθος τη μεταβολή του μεγέθους της μπάλας.

- ***Δυσκολίες κατά την εκτέλεση μιας πειραματικής διαδικασίας***

Γενικά, τα παιδιά δεν κατανοούν το λόγο που πρέπει να συλλέξουν δεδομένα για να τα χρησιμοποιήσουν εντοπίζοντας σχέσεις (Duggan et al., 1996; Zimmerman, 2000). Είναι

πιθανόν είτε να θεωρούν ικανοποιητικά τα στοιχεία που ήδη έχουν, εφόσον αυτά συνάδουν με τις θεωρίες τους, είτε να θεωρούν άσκοπο να αναζητήσουν στοιχεία τα οποία αντιτίθενται σ' αυτές (Kuhn et al., 1988; Kuhn, 1989). Σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρήθηκε ότι δεν θεωρούν απαραίτητο να καταγράψουν μια μέτρηση ή μια τιμή η οποία επαναλαμβάνεται (Κυριαζή, 2004). Για παράδειγμα, κατά τη μέτρηση της σταθερότητας του χεριού, τα παιδιά δεν σημείωναν περισσότερο από μια φορές μια επίδοση, παρόλο που καταγραφόταν πολλές φορές.

- ***Δυσκολίες κατά την κατασκευή γραφικών παραστάσεων***

Οι δυσκολίες που πιθανόν να αντιμετωπίζουν τα παιδιά στην προσπάθειά τους να κατασκευάσουν γραφικές παραστάσεις δεν έχει απασχολήσει ιδιαίτερα τους ερευνητές. Έχει διαπιστωθεί, όμως, ότι ελάχιστα παιδιά φτιάχνουν γραφικές παραστάσεις και, ενώ κατέχουν τη δεξιότητα, ερμηνεύουν τα δεδομένα των πειραμάτων τους χωρίς τη χρήση των γραφικών παραστάσεων (Duggan et al., 1996; Goldsworthy, 1998; Goldsworthy et al., 1999; Murphy, 1988). Παρόλο που η δεξιότητα αυτή δεν περιλαμβάνεται στο τυπικό μέρος του προγράμματος «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο», εντούτοις εντοπίστηκαν συγκεκριμένες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά στην προσπάθειά τους να κατασκευάσουν γραφικές παραστάσεις (Κυριαζή, 2004).

Καταρχάς, τα παιδιά τείνουν να προτιμούν την κατασκευή ραβδογράμματος παρά γραμμικής γραφικής παράστασης. Σε περιπτώσεις που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής, φαίνεται ότι κατανοούν ότι μέσα από τη γραφική παράσταση πρέπει να φαίνεται η σύγκριση δύο τιμών σε μια δεδομένη τιμή X , αλλά φτιάχνουν το ανάλογο ραβδόγραμμα. Ίσως αυτό οφείλεται στην οικειότητα των παιδιών να κατασκευάζουν ραβδόγραμμα που αποκτούν από το μάθημα των Μαθηματικών (Ainley et al., 2001; Mevarech & Kramarsky, 1997; Padilla et al., 1986; Rogers, 1998; Wavering, 1989).

Επιπρόσθετα, τα παιδιά τείνουν να πιστεύουν ότι μια γραφική παράσταση μπορεί να παρουσιάζει μόνο μια ακολουθία μετρήσεων, δηλαδή μια σειρά συντεταγμένων. Δυσκολεύονται να αντιληφθούν ότι είναι εφικτό να παρουσιάσει κανείς την εξέλιξη δύο διαφορετικών περιπτώσεων σε μια γραφική παράσταση. Γι' αυτό κατασκευάζουν διπλές γραφικές παραστάσεις. Επίσης, τα παιδιά δεν χωρίζουν τους άξονες σε ίσα διαστήματα, αλλά με τρόπο που να τους χωρεί να φτιάξουν τη γραφική παράσταση. Δεν κατανοούν τη

σημασία της σωστής βαθμονόμησης των αξόνων για να είναι δυνατή η σύγκριση δύο τιμών.

- *Δυσκολίες κατά την ερμηνεία δεδομένων*

Στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν δεδομένα διαφάνηκε ότι τα παιδιά δεν αντιλαμβάνονται τη σημασία των πειραματικών δεδομένων για την ανάπτυξη έγκυρης γνώσης (Κυριαζή, 2004). Συνυπολογίζουν μόνο δεδομένα που συνάδουν με τις θεωρίες τους και αγνοούν στοιχεία που αντιτίθενται σ' αυτές. Επιμένουν στις δικές τους ιδέες, καθώς οι καινούριες θεωρίες που διατυπώνουν δεν κατανοούν ότι είναι αντίθετες με τις αρχικές τους θεωρίες και συνήθως τις προσαρμόζουν στα στοιχεία που έχουν (Kuhn et al., 1988; 1995; Kuhn, 1989). Γενικά, τείνουν να επεξηγούν τα φαινόμενα που παρατηρούν βάσει των εμπειριών τους και των αρχικών τους αντιλήψεων.

Στις περιπτώσεις που τα δεδομένα είναι οργανωμένα σε πίνακα, τα παιδιά κάνουν τυχαίες συσχετίσεις για να αποδώσουν αιτιακές σχέσεις (Κυριαζή, 2004; Zimmerman, 2000). Στην προσπάθειά τους να εντοπίσουν μοτίβα στις μετρήσεις τα παιδιά κάνουν διάφορους συνδυασμούς μεταβλητών και αποκλείουν όσες πιστεύουν ότι δεν επηρεάζουν. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να συγκρίνουν τα αθροίσματα διαγώνια ή να θεωρούν ότι η σταθερότητα στην τιμή μιας μεταβλητής υποδεικνύει ότι είναι η αιτία για ένα φαινόμενο.

Στις περιπτώσεις που τα δεδομένα είναι οργανωμένα σε γραφικές παραστάσεις, τα παιδιά έδειξαν ότι δεν αντιλαμβάνονται τη σημασία της οργάνωσης των δεδομένων με αυτό τον τρόπο. Ως εκ τούτου, δεν μπορούν να διαβάσουν «πίσω» από μια γραφική παράσταση και γι' αυτό, τις ερμηνεύουν ως ρεαλιστική απεικόνιση (Κυριαζή, 2004; Preece & Janvier, 1992). Για παράδειγμα, τα παιδιά ερμηνεύουν ότι μια γραμμική γραφική παράσταση, η οποία αναπαριστά τη συνάρτηση απόστασης και χρόνου, αποτελεί τον ίδιο το δρόμο που έχει διανυθεί.

Γενικά, έχει διαφανεί ότι τα παιδιά αντιμετωπίζουν διάφορες δυσκολίες στην προσπάθεια διεκπεραίωσης διερευνήσεων. Ο εντοπισμός και η χαρτογράφηση των δυσκολιών αυτών παρουσιάζει ενδιαφέρον, αφού αυτές οι δυσκολίες αποτελούν ένα είδος ανατροφοδότησης για βελτίωση διδακτικών παρεμβάσεων. Οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται σε μια διδακτική παρέμβαση αναπροσαρμόζονται με σκοπό την αντιμετώπιση αυτών των δυσκολιών και κατ' επέκταση τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

ΚΕΦΑΛΙΟ ΙΙΙ: Μεθοδολογία

Περίληψη

Για τη διεκπεραίωση της έρευνας χρησιμοποιούνται δύο δείγματα. Στο δείγμα 1, το οποίο αποτελείται από παιδιά ηλικίας 9-15 ετών, χορηγείται το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης σε προπείραματικό στάδιο με σκοπό τη συλλογή στοιχείων για τεκμηρίωση της αξιοπιστίας και εγκυρότητάς του. Στο δείγμα 2, το οποίο αποτελείται από παιδιά ηλικίας 10-12 ετών που συμμετέχουν στο διδακτικό πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης», χορηγείται το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης σε προπείραματικό, μεσοπείραματικό και μεταπείραματικό στάδιο. Επιπρόσθετα, για συλλογή στοιχείων που καταδεικνύουν τις πραγματικές δυνατότητες του προγράμματος αξιοποιούνται τα βιβλιάρια διερεύνησης που χρησιμοποιούν τα παιδιά στο πλαίσιο της συμμετοχής τους στο Πανηγύρι. Για διασφάλιση της αξιοπιστίας και εγκυρότητας της έρευνας επιχειρούνται διάφορες διεργασίες στο πλαίσιο της συλλογής και κωδικοποίησης των δεδομένων. Για επεξεργασία των δεδομένων της έρευνας εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης δεδομένων (φαινομενογραφική ανάλυση, ανάλυση περιεχομένου, δείκτης Kappa, παραγοντική ανάλυση, στατιστικό μοντέλου Rasch, έλεγχος Kolmogorov-Smirnov, ανάλυση διακύμανσης Kruskal-Wallis, έλεγχος Mann-Whitney, έλεγχος Wilcoxon, συντελεστής συσχέτισης Spearman και δείκτης Cronbach's α).

Δείγμα έρευνας

Για τη διεκπεραίωση της έρευνας χρησιμοποιούνται δύο δείγματα.

Το δείγμα 1 αποτελείται από παιδιά ηλικίας 9-15 ετών, δηλαδή από παιδιά, τα οποία τη συγκεκριμένη σχολική χρονιά που συλλέγονται τα δεδομένα φοιτούν στις Δ', Ε' και Στ' τάξεις δημοτικού και στις Α', Β' και Γ' τάξεις γυμνασίου. Η επιλογή του δείγματος γίνεται ανάλογα:

- (α) με τους εθελοντές - εκπαιδευτικούς που συμμετέχουν στην έρευνα χορηγώντας όλα ή κάποιο αριθμό έργων που περιλαμβάνονται στο εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης (Παράρτημα ΙΙ) στους μαθητές/τριες τους σε μη διδακτικό χρόνο
- (β) με τους/τις εθελοντές - μαθητές/τριες που διεκπεραιώνουν όλα ή συγκεκριμένο αριθμό έργων που περιλαμβάνονται στο εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης (Παράρτημα ΙΙ)

Στον πίνακα 3.1 παρουσιάζονται δημογραφικά στοιχεία για το δείγμα 1.

Πίνακας 3.1.

Δημογραφικά στοιχεία για το δείγμα 1

ΦΥΛΟ	αριθμός παιδιών	ποσοστό
Αγόρι	161	47,8%
Κορίτσι	176	52,2%
ΗΛΙΚΙΑ		
9 ετών	30	8,9%
10 ετών	48	14,2%
11 ετών	113	33,5%
12 ετών	73	21,7%
13 ετών	34	10,1%
14 ετών	29	8,6%
15 ετών	10	3%
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΧΟΛΕΙΟΥ		
Δημοτικό	258	76,6%
Γυμνάσιο	79	23,4%
ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ		
Δημόσιο	319	94,7%
Ιδιωτικό	18	5,3%
ΕΠΑΡΧΙΑ ΔΙΑΜΟΝΗΣ		
Λευκωσία	79	23,4%
Αμμόχωστος	114	33,8%
Λεμεσός	51	15,1%
Λάρνακα	93	27,6%

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 3.1., το δείγμα 1 αποτελείται 337 παιδιά (161 αγόρια (47,8%) και 176 κορίτσια (52,2%)). Τα περισσότερα παιδιά του δείγματος είναι ηλικίας 10-12 ετών (113 11χρονα (33,5%), 73 12χρονα (21,7%) και 48 10χρονα (14,2%)). Δηλαδή, τα περισσότερα παιδιά φοιτούν στην Ε' και Στ' Δημοτικού και κάποια από αυτά στην Δ' τάξη. Ο αριθμός των 9χρονων παιδιών είναι μικρότερος (8,9%). Το ποσοστό των παιδιών που φοιτούν στις πρώτες τρεις τάξεις του Γυμνασίου είναι επίσης μικρότερο (34 13χρονα, 10,1%, 29 14χρονα, 8,6% και 10 15χρονα, 3%). Με άλλα λόγια, στο δείγμα της έρευνας συμμετέχει μεγαλύτερο ποσοστό παιδιών από την πρωτοβάθμια (76,6%) και πολύ μικρότερο από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (23,4%).

Τα περισσότερα παιδιά που περιλαμβάνονται στο δείγμα 1 της έρευνας φοιτούν σε δημόσιο σχολείο (94,7%), ενώ πολύ μικρότερο ποσοστό παιδιών φοιτούν σε ιδιωτικό σχολείο (5,3%). Επίσης, τα παιδιά στο δείγμα 1 προέρχονται από τέσσερις διαφορετικές επαρχίες της Κύπρου. Το μεγαλύτερο ποσοστό παιδιών προέρχεται από την επαρχία Αμμοχώστου (33,8%). Το ποσοστό των παιδιών από την επαρχία Λάρνακας και Λευκωσίας είναι μικρότερο (27,6% και 23,4%, αντίστοιχα), ενώ το ποσοστό των παιδιών από την επαρχία Λεμεσού είναι πολύ μικρότερο (15,1%).

Το δείγμα 2 αποτελείται από 172 παιδιά ηλικίας 10-12 ετών. Δηλαδή, από παιδιά τα οποία τη σχολική χρονιά που συλλέγονται τα δεδομένα φοιτούν στις Ε' και Στ' τάξεις δημοτικού

σχολείου. Η επιλογή του δείγματος έγινε βάσει του ενδιαφέροντος που έδειξαν εκπαιδευτικοί δημοτικής για συμμετοχή σε επιμορφωτικό σεμινάριο που οργάνωσε η Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες σε συνεργασία με το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου. Στο πλαίσιο του σεμιναρίου, οι εκπαιδευτικοί οργάνωσαν Πανηγύρι Επιστήμης με τους μαθητές/τριές τους βάσει του διδακτικού προγράμματος. Στον πίνακα 3.2 παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν στο δείγμα 2.

Πίνακας 3.2.

Δημογραφικά στοιχεία για το δείγμα 2

δείγμα	αριθμός παιδιών	ηλικία	Τάξη	εκπαιδευτικός	πανηγύρι	επαρχία
2.A	41	11-12	Στ	4	I	Λάρνακα
2.B	34	10-11	E	4	I	Λάρνακα
2.Γ	36	10-11	E	4	II	Λάρνακα
2.Δ	27	11-12	Στ	1	III	Αμμόχωστος
2.E	17	10-11	E	2	IV	Λάρνακα
2.Z	17	10-11	E	3	IV	Λάρνακα

Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 3.2, το δείγμα 2 της έρευνας αποτελείται από έξι ομάδες παιδιών, τα οποία φοιτούν στην Ε' ή Στ' τάξη δημοτικού σχολείου. Συγκεκριμένα, τέσσερις από τις ομάδες αποτελούνται από παιδιά Ε' τάξης και οι υπόλοιπες από παιδιά Στ' τάξης. Για σκοπούς συλλογής των δεδομένων της έρευνας, εμπλέκονται τέσσερις εκπαιδευτικοί και οργανώνονται τέσσερα συνολικά Πανηγύρια Επιστήμης. Πρόκειται για δημόσια δημοτικά σχολεία που βρίσκονται στην πόλη της Λάρνακας και την επαρχία Αμμοχώστου.

Μέσα συλλογής δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιούνται (α) το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης και (β) τα βιβλιάρια διερευνήσεων.

Εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

Το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης (Παράρτημα II) αποτελεί την τελική μορφή ενός ερωτηματολογίου με 33 έργα αξιολόγησης. Η διαδικασία κατασκευής του εργαλείου περιγράφεται στο Παράρτημα I.

Με τα 33 έργα που περιλαμβάνονται στο εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης αξιολογούνται 9 δεξιότητες διερεύνησης (Πίνακας 3.3). Κάθε δεξιότητα αξιολογείται από μια τριάδα έργων (εξάριση η δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών και η δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης, οι οποίες αξιολογούνται από 6 έργα. Στην περίπτωση της κατασκευής γραφικής παράστασης, η μια τριάδα αφορά σε κατασκευή

ραβδογράμματος και η δεύτερη αφορά σε κατασκευή γραμμικής γραφικής παράστασης). Κάθε τριάδα έργων περιέχει πανομοιότυπα προβλήματα (με διαφορετικό συγκείμενο) που σχετίζονται με τις εμπειρίες των παιδιών, αλλά δεν έχουν διδαχτεί προηγουμένως. Κάθε έργο περιλαμβάνει μια ερώτηση ανοικτού τύπου, για την απάντηση της οποίας ζητείται επεξήγηση συλλογισμού.

Πίνακας 3.3.

Δεξιότητες που αξιολογούνται με το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ	αριθμός έργου		
αναγνώριση μεταβλητών	1	2	3
διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος	4	5	6
σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	7	8	9
εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	10	11	12
κατασκευή γραφικής παράστασης	13	14	15
ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	16	17	18
ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	19	20	21
ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	22	23	24
ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	25	26	27
	28	29	30
	31	32	33

Σύμφωνα με τις πληροφορίες που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.3, τα έργα 1-3 μετρούν τη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών και τα έργα 4-6 τη δεξιότητα διατύπωση ερωτήματος. Με ανάλογο τρόπο, τα έργα 13-15 αφορούν στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών, τα έργα 22-24 στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα, τα έργα 25-27 στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα, τα έργα 28-30 αφορούν στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση και τα έργα 31-33 αφορούν στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από δύο πηγές. Η δεξιότητα σχεδιασμού πειραμάτων και ελέγχου μεταβλητών αξιολογείται από τα έργα 7-9, καθώς και από τα έργα 10-12. Στην περίπτωση της μέτρησης της δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης τα έργα 16-18 αφορούν σε κατασκευή ραβδογράμματος, ενώ τα έργα 19-21 σε κατασκευή γραμμικής γραφικής παράστασης.

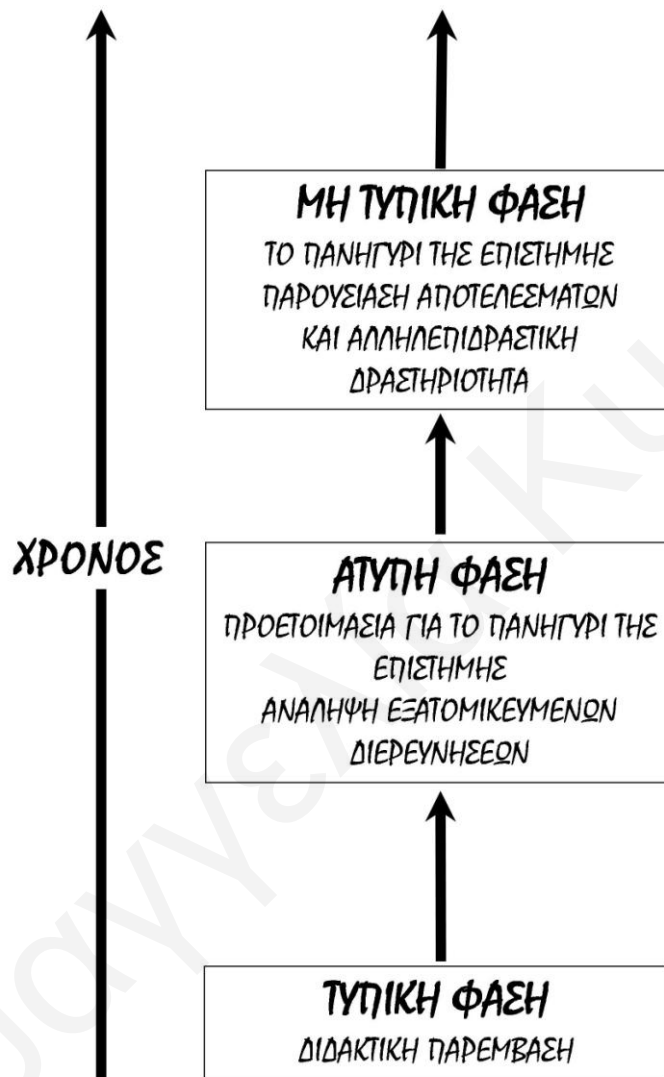
Το ερωτηματολόγιο έχει χωριστεί σε τρία μέρη για σκοπούς χορήγησης. Κάθε μέρος περιλαμβάνει 11 έργα, ένα από κάθε τύπο.

Βιβλιάρια διερευνήσεων

Τα βιβλιάρια διερευνήσεων (Κωνσταντίνου & Κυριαζή, 2005) χρησιμοποιούνται από τα παιδιά στη φάση που προετοιμάζονται για συμμετοχή σε Πανηγύρι Επιστήμης. Τα βιβλιάρια περιλαμβάνουν διαγράμματα με ημιδομημένη πορεία διερεύνησης, μέσα από τα οποία τα παιδιά περιγράφουν με λεπτομέρεια την πορεία διεκπεραίωσης διερευνήσεων.

Διδακτικό πρόγραμμα

Η έρευνα περιλαμβάνει εφαρμογή του διδακτικού προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης στο Δημοτικό Σχολείο» σε αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης. Το πρόγραμμα διακρίνεται σε τρεις φάσεις όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.1.



Διάγραμμα 3.1. Δομή διδακτικού προγράμματος

Η 1^η φάση του διδακτικού προγράμματος περιλαμβάνει τυπικές διαδικασίες μάθησης, δηλαδή δραστηριότητες που διεξάγονται σε διδακτικό χρόνο. Στο πλαίσιο αυτής της φάσης, τα παιδιά εμπλέκονται σε ειδικά σχεδιασμένη διδακτική παρέμβαση διαμέσου της οποίας διδάσκονται τρόπους διεκπεραίωσης αυθεντικών διερευνήσεων βάσει του διδακτικού υλικού που περιλαμβάνεται στο (Κωνσταντίνου & Παπαευριπίδου, 2005). Η παρέμβαση στηρίζεται στην

ομαδοκεντρική προσέγγιση διδασκαλίας, όπου μέσω της διερώτησης τα παιδιά εξοικειώνονται με δεξιότητες που υπεισέρχονται στη διερευνητική διεργασία.

Στη 2^η φάση του προγράμματος τα παιδιά προετοιμάζονται σε μη διδακτικό χρόνο για συμμετοχή σε πανηγύρι επιστήμης. Οι διαδικασίες μάθησης σ' αυτή τη φάση είναι άτυπες. Τα παιδιά εργαζόμενα σε ομάδες αναλαμβάνουν τη διεκπεραίωση διερευνήσεων σε θέματα που σχετίζονται με τα ενδιαφέροντά τους, διαδικασία την οποία περιγράφουν στα βιβλιάρια διερευνήσεων (Κωνσταντίνου & Κυριαζή, 2005). Για τους σκοπούς του πανηγυριού φτιάχνουν αφίσες με τα ερωτήματα, τη διαδικασία που ακολούθησαν και τα αποτελέσματα των διερευνήσεών τους. Επίσης, οργανώνουν μια δραστηριότητα με σκοπό να αλληλεπιδράσουν με το κοινό που επισκέπτεται το πανηγύρι. Στην προσπάθειά τους να διεκπεραιώσουν διερευνήσεις αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, με εκπαιδευτικούς, γονείς και άλλους που έχουν τη δυνατότητα να στηρίξουν την προσπάθειά τους.

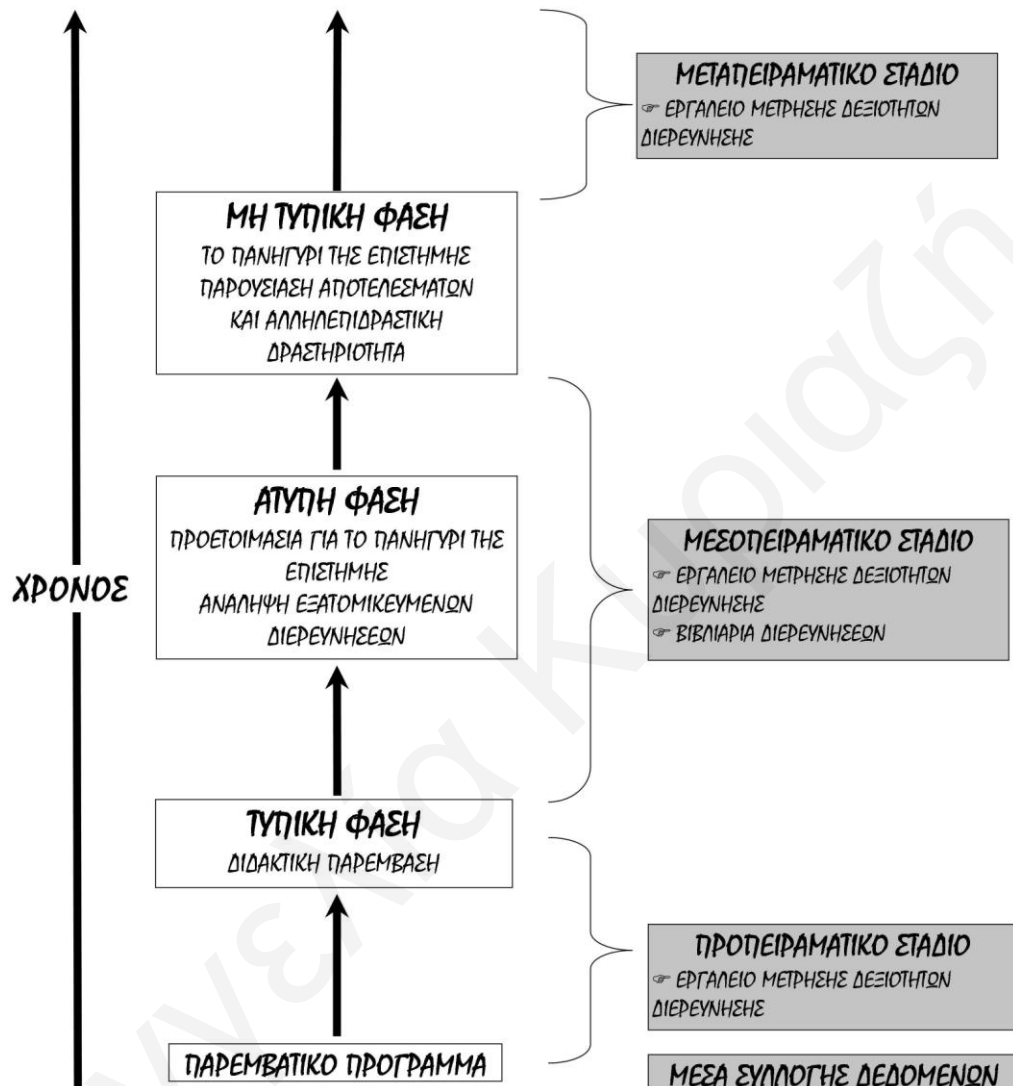
Η 3^η φάση του διδακτικού προγράμματος περιλαμβάνει μη τυπικές διαδικασίες μάθησης. Τα παιδιά στο πλαίσιο ενός πανηγυριού επιστήμης, το οποίο διεξάγεται σε διδακτικό χρόνο, αλληλεπιδρούν με το κοινό που επισκέπτεται την εκδήλωση. Παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των διερευνήσεών τους σε αφίσες και εμπλέκουν τους επισκέπτες στην αλληλεπιδραστική δραστηριότητα που έχουν οργανώσει.

Διαδικασία συλλογής δεδομένων έρευνας

Η συλλογή των δεδομένων της έρευνας διεκπεραιώνεται σε δύο φάσεις. Η 1^η φάση περιλαμβάνει τη χορήγηση του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης (Παράρτημα II) στο δείγμα 1. Δηλαδή, τα παιδιά του δείγματος 1 απαντούν σε μη διδακτικό χρόνο όλα ή αριθμό έργων που περιλαμβάνονται στο εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης.

Η 2^η φάση περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων από το δείγμα 2, τα οποία συμμετέχουν στο παρεμβατικό πρόγραμμα «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης στο Δημοτικό Σχολείο», όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.2. Στο δείγμα 2 χορηγείται σε προπειραματικό στάδιο του παρεμβατικού προγράμματος το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης (Παράρτημα II). Συγκεκριμένος αριθμός έργων από το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης που επιλέγονται βάσει των αποτελεσμάτων από τη χορήγηση του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης στην 1^η φάση της έρευνας, χορηγείται στο δείγμα 2 σε μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο του διδακτικού

προγράμματος. Επίσης, σε μεσοπειραματικό στάδιο, τα παιδιά συμπληρώνουν τα βιβλιάρια διερευνήσεων με σκοπό την οργάνωση των διερευνήσεών τους για συμμετοχή στο Πανηγύρι.



Διάγραμμα 3.2. Συλλογή δεδομένων στη 2^η φάση της έρευνας

Επεξεργασία δεδομένων έρευνας

Η επεξεργασία των δεδομένων της έρευνας περιλαμβάνει εφαρμογή διαφόρων τεχνικών κωδικοποίησης και ανάλυσης, οι οποίες επιλέγονται ανάλογα με το σκοπό, τις δυνατότητές τους και το είδος των δεδομένων, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

Τεχνικές ανάλυσης και κωδικοποίησης ποιοτικών δεδομένων

(α) φαινομενογραφική ανάλυση

Οι απαντήσεις των παιδιών στα έργα που περιλαμβάνονται στο εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης αναλύονται με τη μέθοδο της φαινομενογραφικής ανάλυσης

(Marton, 1981). Με αυτή τη μέθοδο ανάλυσης δεδομένων εντοπίζεται η διασπορά των επεξηγήσεων συλλογισμού που μπορεί να δοθούν από μια ομάδα ατόμων (Marton & Booth, 1997). Συγκεκριμένα, αναλύονται οι απαντήσεις με σκοπό την κατανομή τους σε βαθμονομημένα επίπεδα, τα οποία περιγράφουν τον τρόπο προσέγγισης μιας δεξιότητας.

Η φαινομενογραφική ανάλυση γίνεται για δύο λόγους. Αφενός, με την ομαδοποίηση των απαντήσεων σε έργα που αξιολογούν την ίδια δεξιότητα διευκολύνεται η διατύπωση συμπερασμάτων που αφορούν σε όλα τα παιδιά. Αφετέρου, με τη σειροθέτηση των ομαδοποιημένων απαντήσεων καθορίζεται το επίπεδο απάντησης που δίνεται από κάθε παιδί χωριστά κι έτσι διευκολύνεται ο εντοπισμός πιθανών διαφοροποιήσεων της επίδοσής τους στη συγκεκριμένη δεξιότητα.

Στο πλαίσιο της φαινομενογραφικής ανάλυσης αρχικά καταγράφονται και ομαδοποιούνται οι απαντήσεις των παιδιών στα έργα που μετρούν την ίδια δεξιότητα. Έπειτα, σχηματίζονται κατηγορίες απαντήσεων (κατηγοριοποιούνται οι ομάδες), οι οποίες είναι πιο γενικευμένες. Οι κατηγορίες σειροθετούνται ανάλογα με το βαθμό που προσεγγίζουν το αναμενόμενο πρότυπο απάντησης. Δηλαδή, καταρτίζεται ένας ιεραρχημένος κατάλογος στην κορυφή του οποίου τοποθετούνται οι απαντήσεις που πλησιάζουν στο αναμενόμενο πρότυπο απάντησης και στηρίζονται σε σωστό συλλογισμό, ενώ στη βάση τοποθετούνται οι πιο απομακρυσμένες απαντήσεις που στηρίζονται σε λάθος συλλογισμό. Οι ιεραρχημένες αυτές κατηγορίες απαντήσεων αποτελούν τα επίπεδα κάθε δεξιότητας διερεύνησης.

Τα ποιοτικά δεδομένα (επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης) που προκύπτουν από τη φαινομενογραφική ανάλυση κωδικοποιούνται βάσει κλίμακας 0-1-2 ως εξής:

0 = λάθος ή σωστή απάντηση, η οποία στηρίζεται σε λάθος συλλογισμό

1 = λάθος απάντηση, η οποία στηρίζεται σε σωστό συλλογισμό

2 = σωστή απάντηση, η οποία στηρίζεται σε σωστό συλλογισμό

Με τη μετατροπή των δεδομένων σε κλίμακα 0-1-2 επιτυγχάνεται μέτρηση του επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης (βαθμός επιτεύγματος). Στον Πίνακα Π6.1 (Παράρτημα VI) παρουσιάζεται η μετατροπή των επιπέδων στις δεξιότητες διερεύνησης σε κλίμακα 0-1-2.

(β) ανάλυση περιεχομένου

Οι απαντήσεις που συλλέγονται από το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης και οι γραπτές σημειώσεις των παιδιών στα βιβλιάρια διερεύνησης υποβάλλονται σε ανάλυση περιεχομένου (Denzin & Lincoln, 2000; Μπονίδης, 2004). Μέσω αυτή της ανάλυσης

επισημαίνονται γνωστικά εμπόδια που αντιμετωπίζουν τα παιδιά στην προσπάθειά τους να διεκπεραιώσουν διερευνήσεις.

Στο πλαίσιο της ανάλυσης περιεχομένου, αρχικά απομονώνονται απαντήσεις και γραπτά κείμενα των παιδιών, στα οποία φαίνεται να αντιμετωπίζεται κάποια δυσκολία. Για παράδειγμα, στη γραπτή περιγραφή ενός πειράματος φαίνεται κατά πόσο ένα παιδί δυσκολεύεται στο χειρισμό των εμπλεκόμενων μεταβλητών. Στη συνέχεια, τα κείμενα ομαδοποιούνται και περιγράφεται η δυσκολία που φαίνεται να αντιμετωπίζεται σε κάθε ομάδα απαντήσεων.

Κάθε δυσκολία είναι δυνατόν να αντιμετωπίζεται σε μια ή και περισσότερες πτυχές της διαδικασίας διεκπεραίωσης διερευνήσεων. Η φύση κάθε δυσκολίας διαφοροποιείται ανάλογα με τη συνιστώσα της μάθησης των Φυσικών Επιστημών με την οποία συνάδει. Δηλαδή, μια δυσκολία που αφορά στην κατανόηση κάποιας έννοιας θεωρείται εννοιολογικής φύσεως, ενώ δυσκολία η οποία αφορά στο πώς αντιλαμβάνεται κάποιος τον τρόπο που επέρχεται η επιστημονική γνώση θεωρείται επιστημολογικής φύσεως. Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι δυσκολίες διακρίνονται σε εννοιολογικές, συλλογιστικές, επιστημολογικές και πρακτικές.

Τεχνικές ανάλυσης ποσοτικών δεδομένων

(α) συντελεστής συνάφειας κατηγορικών δεδομένων Cohen's Kappa

Ο συντελεστής συνάφειας κατηγορικών δεδομένων Cohen's Kappa εφαρμόζεται μέσα από το στατιστικό πακέτο SPSS 14.0 (SPSS Inc., 2005) για υπολογισμό του βαθμού συμφωνίας μεταξύ δύο ανεξάρτητων παρατηρητών στην κωδικοποίηση απαντήσεων στα έργα αξιολόγησης δεξιοτήτων διερεύνησης σε επίπεδα. Η κωδικοποίηση αφορά στο 20% των απαντήσεων που δόθηκαν από το δείγμα 1 και το δείγμα 2.

Η επιλογή του δείκτη Kappa για έλεγχο της αξιοπιστίας μεταξύ παρατηρητών στην παρούσα έρευνα γίνεται λόγω του ότι πρόκειται για δεδομένα κατηγορικού τύπου (επίπεδα δεξιοτήτων). Ο συντελεστής αυτός συνδέει το επίπεδο της συμφωνίας που παρατηρείται με το επίπεδο της τυχαίας συμφωνίας και εκτιμά τη μεταβλητότητα που υπάρχει σε κάθε παρατηρητή, η οποία προκύπτει όταν ένας παρατηρητής αξιολογεί διαφορετικά σε επαναλαμβανόμενες αξιολογήσεις το ίδιο μέγεθος (Κατσης κ.ά, 2011; Ρούσσοι & Τσαούσης, 2006). Μ' αυτό τον τρόπο, ο συντελεστής εκμηδενίζει την πιθανότητα της τυχαίας συμφωνίας μεταξύ παρατηρητών και έτσι καθίσταται πιο αξιόπιστος από τον απλό υπολογισμό του ποσοστού συμφωνίας μεταξύ παρατηρητών. Παρόλα αυτά, στην παρούσα έρευνα

χρησιμοποιούνται τόσο το ποσοστό συμφωνίας μεταξύ παρατηρητών όσο και ο συντελεστής Kappa για εκτίμηση της αξιοπιστίας των κωδικοποιήσεων.

Συγκεκριμένα, ο συντελεστής Kappa παίρνει τιμή = 1 όταν υπάρχει απόλυτη συμφωνία. Για τιμές $<.6$ η αξιοπιστία θεωρείται μικρή ως και μηδενική και επιβάλλεται έλεγχος των διαφορών στις κωδικοποιήσεις. Για τιμές $>.6$ η αξιοπιστία θεωρείται από μέτρια ως μέγιστη και είναι αποδεκτή η κωδικοποίηση των δεδομένων. Με τον υπολογισμό και του ποσοστού συμφωνίας μεταξύ των παρατηρητών, οι αποφάσεις για χειρισμό των κωδικοποιήσεων είναι πιο ξεκάθαρες όπως φαίνεται και στο Παράρτημα XII.

(β) κατανομή του ποσοστού απαντήσεων στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης

Η συχνότητα και το ποσοστό των απαντήσεων που εμπίπτουν σε κάθε επίπεδο δεξιότητας διερεύνησης υπολογίζονται με σκοπό την αριθμητική περιγραφή των ποιοτικών δεδομένων της έρευνας. Η κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης και ο τρόπος που αυτή διαφοροποιείται συγκριτικά σε διάφορες φάσεις του προγράμματος αναπαριστώνται σε ιστογράμματα για καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας.

(γ) παραγοντική ανάλυση (factor analysis)

Τα δεδομένα σε κλίμακα 0-1-2 (βαθμός επιτεύγματος στις δεξιότητες διερεύνησης), τα οποία προκύπτουν από την επεξεργασία των απαντήσεων που δίνονται από το δείγμα 1 ($n=337$) τυγχάνουν παραγοντικής ανάλυσης. Για την παραγοντική ανάλυση χρησιμοποιείται το στατιστικό πακέτο δεδομένων SPSS 14.0 (SPSS Inc., 2005).

Με τη διερευνητική παραγοντική ανάλυση παρέχεται η δυνατότητα εντοπισμού των παραγόντων μιας μέτρησης και υπολογισμού του ποσοστού ερμηνείας των μεταβλητών από αυτούς (Hutcheson & Sofroniou, 1999). Στην παρούσα έρευνα, η παραγοντική ανάλυση εφαρμόζεται με σκοπό τον εντοπισμό των πτυχών που διέπουν τη διεργασία της διερεύνησης, βάσει των οποίων δομήθηκε το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης. Με άλλα λόγια, με την παραγοντική ανάλυση εξάγονται παράγοντες, οι οποίοι διερευνάται κατά πόσο συνάδουν με τις πτυχές της διερεύνησης που κατασκευάστηκε για να αξιολογεί το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης (Παράρτημα II). Στο πλαίσιο της εφαρμογής της παραγοντικής ανάλυσης διενεργούνται διάφοροι έλεγχοι και τεχνικές.

- (1) έλεγχος κλίμακας δεδομένων. Ελέγχεται αν τα δεδομένα είναι σε συνεχή κλίμακα ή έστω ισοδιαστημική, χωρίς αυτό να περιορίζει την εφαρμογή της ανάλυσης όπως στην περίπτωση της παρούσας έρευνας που είναι σε διατακτική κλίμακα (Hutcheson & Sofroniou, 1999).
- (2) έλεγχος επάρκειας δείγματος. Ελέγχεται αν το δείγμα είναι >300 , αν είναι δηλαδή επαρκές (Hutcheson & Sofroniou, 1999).
- (3) έλεγχος καταλληλότητας δείγματος. Εφαρμόζεται το μέτρο K.M.O. (Kaiser- Mayer-Olkin), του οποίου οι τιμές κυμαίνονται από 0-1. Το δείγμα θεωρείται κατάλληλο όταν οι τιμές είναι >0.5 (Kaiser, 1974).
- (4) έλεγχος καταλληλότητας δεδομένων. Εφαρμόζεται ο έλεγχος σφαιρικότητας του Bartlett (Bartlett's Test of Sphericity), με τον οποίο διερευνάται η ύπαρξη στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων μεταξύ κάποιων μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας $<5\%$.
- (5) εξαγωγή παραγόντων. Εφαρμόζεται η μέθοδος της Ανάλυσης Βασικών Συνιστωσών (Principal Component Analysis) με Ορθογώνια Περιστροφή των αξόνων με τη μέθοδο Varimax, η οποία είναι από τις δημοφιλέστερες μεθόδους ορθογώνιας περιστροφής (Hair et al., 1995; Sharma, 1996).
- (6) επιλογή παραγόντων. Επιλέγονται παράγοντες βάσει του κριτηρίου της ιδιοτιμής (eigenvalue), το οποίο πρέπει να είναι >1 (Sharma, 1996) και του κριτηρίου του ποσοστού διακύμανσης που ερμηνεύουν οι παράγοντες.
- (7) συνεισφορά μεταβλητών. Υπολογίζεται το ποσοστό διακύμανσης κάθε μεταβλητής (communalities) σε κάθε παράγοντα και οι φορτίσεις των μεταβλητών (loadings) σε κάθε παράγοντα, οι οποίες πρέπει να έχουν τιμή >0.4 (Hair et al., 1995). Οι φορτίσεις των μεταβλητών χρησιμοποιούνται και για την επιλογή ενός παράγοντα. Στην παρούσα έρευνα ένας παράγοντας πρέπει να έχει σημαντικές φορτίσεις από τουλάχιστον τρεις μεταβλητές.
- (8) μέτρηση εσωτερικής αξιοπιστίας παράγοντα. Υπολογίζεται η τιμή του δείκτη για κάθε εξαχθέντα παράγοντα με σκοπό τον έλεγχο της συνέπειας της μέτρησης των μεταβλητών που περιλήφθησαν σ' αυτόν. Η τιμή του δείκτη θεωρείται ικανοποιητική όταν >0.7 (Hair et al., 1995; Spector, 1992).

(δ) στατιστικό μοντέλο IRT Partial Credit Rasch

Με το στατιστικό μοντέλο IRT Partial Credit Rasch κατά ένα παράγοντα γίνεται επεξεργασία των δεδομένων της έρευνας που βρίσκονται σε διατακτική κλίμακα (βαθμός επιτεύγματος στις δεξιότητες διερεύνησης). Γι' αυτή την ανάλυση χρησιμοποιείται το λογισμικό WINSTEPS (Linacre, 2012).

Η εφαρμογή της στατιστικής τεχνικής Rasch παρέχει τη δυνατότητα για κατασκευή ενός γραμμικού μοντέλου, κατάλληλο για αξιολόγηση της επίδοσης και της συμπεριφοράς ατόμων αλλά και των μερών ενός εργαλείου μέτρησης (Rasch, 1960). Το μοντέλο αξιολογεί την πιθανότητα ενός ατόμου να απαντήσει σε μια κλίμακα ή σε ένα έργο αξιολόγησης ως συνάρτηση του βαθμού ικανότητας του ατόμου και του βαθμού δυσκολίας ενός έργου (Bond & Fox, 2001; Wolfe & Smith, 2007). Στο πλαίσιο της εφαρμογής του μοντέλου Rasch διεκπεραιώνονται διάφοροι στατιστικοί έλεγχοι μέσω των οποίων προκύπτουν στατιστικοί δείκτες που αξιοποιούνται με τρόπους που αναφέρονται στη συνέχεια.

(1) στατιστικός έλεγχος fit statistics των έργων αξιολόγησης. Διερευνάται κατά πόσο τα έργα ενός εργαλείου μέτρησης (items) ταιριάζουν στο προτεινόμενο μοντέλο. Δηλαδή, εξετάζεται κατά πόσο οι μετρήσεις κάποιου έργου συνάδουν με το μέσο όρο των μετρήσεων των υπολοίπων έργων, έτσι ώστε όλα να συναποτελούνται σε μια μονοδιάστατη κλίμακα μέτρησης.

Σ' αυτό τον έλεγχο εξετάζονται οι τιμές των mean infit mean-square και mean outfit mean-square για τα έργα αξιολόγησης (items). Όταν οι τιμές του δείκτη mean infit mean-square κυμαίνονται από 0.70-1.3 θεωρούνται ότι συνεισφέρουν στη συνολική μέτρηση μιας μονοδιάστατης κλίμακας και άρα ταιριάζουν στο μοντέλο (Bond & Fox, 2001; Pampaka et al., 2012a).

Ο στατιστικός έλεγχος fit statistics των έργων αξιοποιείται για εντοπισμό των αδυναμιών του μοντέλου και κατ' επέκταση τη διασφάλιση της εγκυρότητας εννοιολογικής κατασκευής του εργαλείου (Messick, 1995; Wolfe & Smith, 2007). Έργα τα οποία σύμφωνα με αυτό τον έλεγχο δεν ταιριάζουν στην κλίμακα, μπορούν να αφαιρεθούν για βελτίωσή της (Bowles, 2003; Wright, 1994). Επίσης με αυτό τον έλεγχο εξετάζεται πώς τροποποιείται μια κλίμακα Rasch με την επεξεργασία των ίδιων δεδομένων για μικρότερο αριθμό έργων, καθώς και επεξεργασία δεδομένων από μεγαλύτερο δείγμα για ίδιο αριθμό έργων. Επιπρόσθετα, ο έλεγχος χρησιμοποιείται και για υποστήριξη της ύπαρξης των πτυχών της διερεύνησης. Δηλαδή, ελέγχεται κατά πόσο κάθε πτυχή της διερεύνησης λειτουργεί ως αυτόνομη μονοδιάστατη κλίμακα που συναποτελείται από συγκεκριμένα έργα αξιολόγησης, τα οποία συμβάλλουν στη συνολική μέτρησή της. Μ' αυτό τον τρόπο ενισχύονται τα αποτελέσματα της παραγοντικής ανάλυσης που αφορούν στην επιβεβαίωση των πτυχών της διερεύνησης, στην οποία πιθανότατα να υπάρχουν αδυναμίες λόγω του ότι τα δεδομένα (βαθμός επιτεύγματος) βρίσκονται σε διατακτική κλίμακα (Joreskog & Moustaki, 2001).

Ο έλεγχος fit statistics των έργων εφαρμόζεται σε τέσσερις περιπτώσεις. Αρχικά εφαρμόζεται για επεξεργασία των δεδομένων που προκύπτουν από το δείγμα 1 ($n=337$) για το σύνολο των 33 έργων αξιολόγησης, έτσι ώστε να γίνει επιλογή των έργων που θα περιληφθούν στο εργαλείο που χορηγείται σε μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο στο δείγμα 2. Έπειτα, ο έλεγχος εφαρμόζεται για δεδομένα από το δείγμα 1 ($n=337$) για 22 έργα αξιολόγησης που έχουν επιλεγεί, με σκοπό τον έλεγχο του καινούριου μοντέλου που κατασκευάζεται. Ο έλεγχος εφαρμόζεται και για επεξεργασία των δεδομένων από το σύνολο των απαντήσεων από 509 παιδιά (δείγμα 1 και 2) στα 33 έργα αξιολόγησης σε προπειραματικό στάδιο, έτσι ώστε να διαφανεί αν τροποποιείται σημαντικά το μοντέλο με δεδομένα από το δείγμα 2. Με τα ίδια δεδομένα, ο έλεγχος γίνεται και για τις 9 πτυχές της διερεύνησης χωριστά για να υποστηρικτεί η ύπαρξή τους.

(4) separation και συντελεστής αξιοπιστίας των έργων αξιολόγησης. Με τον υπολογισμό του separation των έργων αξιολόγησης επιβεβαιώνεται η ιεραρχία των έργων αξιολόγησης κατά δυσκολία. Ο συντελεστής θεωρείται μικρός όταν είναι < 3 (Linacre, 2012). Σε τέτοιες περιπτώσεις το δείγμα των απαντήσεων δεν είναι μεγάλο αρκετά για να επιβεβαιωθεί η προτεινόμενη ιεράρχηση των έργων αξιολόγησης.

Ο συντελεστής αξιοπιστίας των έργων αξιολόγησης (item reliability) επηρεάζεται από τη διακύμανση της ιεραρχίας των έργων κατά δυσκολία και το μέγεθος του δείγματος (Linacre, 2012). Χαμηλές τιμές συντελεστή αξιοπιστίας των έργων (< 0.9) σημαίνει μικρή διακύμανση της δυσκολίας των έργων ή/και μικρό δείγμα και άρα δεν είναι εφικτό να γίνουν συγκρίσεις σε σχέση με το βαθμό δυσκολίας των έργων.

(3) ανάλυση διαφορικής λειτουργίας των έργων (DIF). Στην ανάλυση διαφορικής λειτουργίας υπολογίζονται οι διαφορές μεταξύ υποομάδων του δείγματος στο βαθμό ικανότητας στα έργα αξιολόγησης και εξετάζεται αν αυτές οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές. Με αυτή την ανάλυση ελέγχεται αν υπάρχει προκατάληψη στη μέτρηση. Αν, δηλαδή, κάποια υποομάδα του δείγματος «ευνοείται» και κατά συνέπεια, έχει ψηλότερες επιδόσεις σε κάποιο ή κάποια έργα. Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης συνεισφέρουν στη διασφάλιση της εγκυρότητας εννοιολογικής κατασκευής του εργαλείου (Messick, 1995; Wolfe & Smith, 2007).

Στην παρούσα έρευνα, η ανάλυση διαφορικής λειτουργίας των έργων γίνεται για το φύλο και το επίπεδο εκπαίδευσης για δεδομένα από το δείγμα 1 ($n=337$), αρχικά για 33 έργα αξιολόγησης και έπειτα, για 22 έργα αξιολόγησης. Επίσης εφαρμόζεται και για τις 9 πτυχές της διερεύνησης χωριστά. Τα αποτελέσματα αυτού του ελέγχου παρουσιάζονται σε

διαγράμματα, μέσω των οποίων επισημαίνονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των υποομάδων του δείγματος.

(4) κατασκευή κλίμακας μέτρησης (person-item map). Το μοντέλο Rasch τοποθετεί στην ίδια κλίμακα το βαθμό δυσκολίας των έργων και την επίδοση των παιδιών στα έργα. Πρόκειται για ένα διάγραμμα με συμβατικές μονάδες (logits), στο οποίο σειροθετούνται τα έργα αξιολόγησης ανάλογα με το βαθμό δυσκολίας και ταυτόχρονα, αντιπαραβάλλονται με την επίδοση των παιδιών. Στο πάνω μέρος του διαγράμματος τοποθετούνται τα έργα αξιολόγησης που παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό δυσκολίας, ενώ στο κάτω μέρος τοποθετούνται έργα που παρουσιάζουν χαμηλό βαθμό δυσκολίας. Η επίδοση που αντιστοιχεί σε έργα μεγάλου βαθμού δυσκολίας θεωρείται υψηλή, ενώ η επίδοση που αντιστοιχεί σε έργα μικρού βαθμού δυσκολίας θεωρείται χαμηλή. Η σειρά κατάταξης των έργων ισούται με την πιθανότητα σωστής απάντησης από το σύνολο των παιδιών του δείγματος. Ως εκ τούτου, ένα παιδί έχει 50% πιθανότητα να απαντήσει σωστά σε ένα έργο όταν η επίδοσή του αντιστοιχεί στο βαθμό δυσκολίας ενός έργου.

Με την κλίμακα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης δίνεται η δυνατότητα πρόβλεψης σωστής απάντησης σε ένα έργο από ένα άτομο, στοιχείο το οποίο συμβάλλει στη διασφάλιση της εγκυρότητας εννοιολογικής κατασκευής του εργαλείου (Wolfe & Smith, 2007). Επιπλέον, στην κλίμακα ομαδοποιούνται τα έργα αξιολόγησης και σειροθετούνται οι δεξιότητες διερεύνησης.

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας κατασκευάζονται 3 κλίμακες μέτρησης. Αρχικά κατασκευάζεται μια κλίμακα με 33 έργα αξιολόγησης, όπως αυτή προκύπτει από προπειραματικά δεδομένα (δείγμα 1). Έπειτα, με τα ίδια δεδομένα (δείγμα 1, $n=337$) κατασκευάζεται μια κλίμακα με 22 έργα αξιολόγησης. Επίσης κατασκευάζεται μια κλίμακα μέτρησης που προκύπτει από επεξεργασία προπειραματικών δεδομένων από το δείγμα 1 και το δείγμα 2 (συνολικό $n=509$)

(5) επιλογή/αφαίρεση/διαγραφή έργων αξιολόγησης. Τα αποτελέσματα του ελέγχου fit statistics των έργων και της κλίμακας μέτρησης Rasch αξιοποιούνται για επιλογή έργων που συμπεριλαμβάνονται στην κλίμακα μέτρησης με 22 έργα. Για το σκοπό αυτό, αφαιρούνται έργα από την κλίμακα μέτρησης με 33 έργα με βάση τα πιο κάτω κριτήρια:

(α) ο τύπος του έργου αξιολόγησης και η δεξιότητα που αξιολογεί. Στο εργαλείο διατηρούνται τουλάχιστον δύο πανομοιότυπα έργα που αξιολογούν την ίδια δεξιότητα.

(β) η τιμή infit . Έργα με τιμή $<.7$ ή >1.3 θεωρούνται ότι δεν ταιριάζουν στο μοντέλο και άρα, με την αφαίρεσή τους βελτιώνεται η κλίμακα (Bowles, 2003; Wright, 1994)

(γ) η θέση του έργου ανάλογα με το βαθμό δυσκολίας του όπως αυτή εντοπίζεται στο διάγραμμα κλίμακας μέτρησης. Αφαιρείται το ένα από τα δύο έργα στην περίπτωση που βρίσκονται στην ίδια θέση στο διάγραμμα έτσι ώστε να είναι λιγότερη η επίδραση στη διακύμανση του βαθμού δυσκολίας των έργων.

Η διαδικασία επιλογής/αφαίρεσης έργων για δημιουργία κλίμακας με 22 έργα περιγράφεται στο Παράρτημα X.

(5) υπολογισμός τιμών Rasch (measures). Μια από τις δυνατότητες μοντέλου είναι η μετατροπή δεδομένων που βρίσκονται σε διατακτική κλίμακα με τιμές 0-1-2 (βαθμός επιτεύγματος) σε δεδομένα που βρίσκονται σε αναλογική κλίμακα (επίδοση). Η επίδοση σε τιμές Rasch, η οποία υπολογίζεται τόσο για κάθε έργο αξιολόγησης όσο και για κάθε δεξιότητα διερεύνησης, αξιοποιείται για τον υπολογισμό της διαφοροποίησής της μεταξύ προπειραματικού, μεσοπειραματικού και μεταπειραματικού σταδίου.

(ε) έλεγχος κατανομής δεδομένων Kolmogorov-Smirnov

Με το κριτήριο Kolmogorov-Smirnov για ένα δείγμα, μελετάται η κατανομή των δεδομένων (επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης) που έχουν προκύψει από τη χορήγηση του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δείγμα 2 ($n=172$). Γι' αυτό τον έλεγχο χρησιμοποιείται το στατιστικό πακέτο SPSS 14.0 (SPSS Inc., 2005).

Η κανονικότητα στην κατανομή των δεδομένων αποτελεί προϋπόθεση για την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης και γενικότερα των στατιστικών ελέγχων σύγκρισης μέσων όρων (Κατσης κ.ά., 2011; Ρούσος & Τσαούσης, 2006). Παρόλο που στην παρούσα έρευνα τα ποσοτικά δεδομένα που έχουν προκύψει από την εφαρμογή του στατιστικού μοντέλου Rasch (επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης) βρίσκονται σε αναλογική κλίμακα και λογικά θα αναμενόταν η κατανομή τους να είναι κανονική, εντούτοις εφαρμόζεται το κριτήριο Kolmogorov-Smirnov για ένα δείγμα με σκοπό την επιβεβαίωση ή όχι της κανονικότητας στην κατανομή τους και κατ' επέκταση, τη λήψη απόφασης για το είδος των στατιστικών ελέγχων που θα εφαρμοστούν για τους σκοπούς της έρευνας.

Στα αποτελέσματα που προκύπτουν από το στατιστικό έλεγχο Kolmogorov-Smirnov (Παράρτημα VII), μετρείται η πιθανότητα να είναι κανονική η κατανομή των δεδομένων (Κατσης κ.ά., 2011). Όταν το p είναι στατιστικά σημαντικό (συνήθως αυτό ισχύει για $p < 0.05$) τότε υπάρχει 0% πιθανότητα να είναι κανονική η κατανομή. Η κατανομή θεωρείται ότι

πλησιάζει την κανονική όταν $p > 0.5$. Όταν δηλαδή, υπάρχει πιθανότητα $> 50\%$ η κατανομή να είναι κανονική.

(στ) μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης Kruskal-Wallis

Με την εφαρμογή του μη παραμετρικού στατιστικού ελέγχου διακύμανσης Kruskal-Wallis μονής κατεύθυνσης γίνεται έλεγχος για στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης σε προπειραματικό στάδιο, μεταξύ των έξι ομάδων που συναποτελούνται στο δείγμα 2 (Κατσης κ.ά, 2011; Ρούσσοι & Τσαούσης, 2006). Η επιλογή μη παραμετρικού ελέγχου για την ανάλυση των δεδομένων οφείλεται στο γεγονός ότι τα αποτελέσματα από τον έλεγχο Kolmogorov-Smirnov (Παράρτημα VII) έδειξαν ότι δεν πληρείται η προϋπόθεση της κανονικότητας της κατανομής των δεδομένων. Ο έλεγχος διεκπεραιώνεται μέσα από την εφαρμογή του στατιστικού πακέτου SPSS 14.0 (SPSS Inc., 2005).

Στο μη παραμετρικό έλεγχο διακύμανσης Kruskal-Wallis εξετάζεται το επίπεδο σημαντικότητας του κριτηρίου H. Όταν έχει τιμές $p < .05$ θεωρείται στατιστικά σημαντικό και άρα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων που συναποτελούνται στο δείγμα.

(ζ) μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney για ανεξάρτητα δείγματα

Ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney για ανεξάρτητα δείγματα εφαρμόζεται μέσω του στατιστικού πακέτου SPSS 14.0 (SPSS Inc., 2005) σε δύο περιπτώσεις. Στη μια περίπτωση, συγκρίνεται η μέση επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης των παιδιών της Ε' ($n=104$) και Στ' ($n=68$) τάξης του δείγματος 2. Στη δεύτερη περίπτωση, συγκρίνεται η μέση επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης παιδιών Γυμνασίου σε προπειραματικό στάδιο και παιδιών Δημοτικού (Στ' τάξη) σε μεταπειραματικό στάδιο. Τα αποτελέσματα του ελέγχου παρουσιάζονται στο Παράρτημα ΙΧ.

Η επιλογή μη παραμετρικού ελέγχου οφείλεται στην παραβίαση της προϋπόθεσης της κανονικότητας στην κατανομή των δεδομένων που αφορούν σε επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης (έλεγχος Kolmogorov-Smirnov, Παράρτημα VII) (Κατσης κ.ά, 2011; Ρούσσοι & Τσαούσης, 2006).

Στα αποτελέσματα του ελέγχου Mann-Whitney εξετάζεται το επίπεδο σημαντικότητας του κριτηρίου U. Για $p < .05$ θεωρείται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση των δύο ομάδων.

(η) έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon

Ο στατιστικός έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon εφαρμόζεται για σύγκριση του βαθμού επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης και της επίδοσης στις δεξιότητες διερεύνησης των παιδιών του δείγματος 2 μεταξύ προπείραματικής, μεσοπείραματικής και μεταπείραματικής φάσης του προγράμματος.

Η επιλογή αυτού του στατιστικού ελέγχου γίνεται για διαφορετικό λόγο σε κάθε περίπτωση (Κατσή κ.ά, 2011; Ρούσος & Τσαούσης, 2006). Στην περίπτωση του βαθμού επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης, ο στατιστικός έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon χρησιμοποιείται γιατί τα δεδομένα βρίσκονται σε διατακτική κλίμακα. Στην περίπτωση της επίδοσης στις δεξιότητες διερεύνησης, ο στατιστικός έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon χρησιμοποιείται γιατί η κατανομή τους δεν είναι κανονική (έλεγχος Kolmogorov-Smirnov, Παράρτημα VII). Γι' αυτό τον έλεγχο χρησιμοποιείται το στατιστικό πακέτο SPSS 14.0 (SPSS Inc., 2005).

Με το στατιστικό έλεγχο προσημασμένης διάταξης Wilcoxon εντοπίζονται οι στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις του μέσου βαθμού επιτεύγματος σε κάθε έργο αξιολόγησης και της μέσης επίδοσης σε κάθε δεξιότητα διερεύνησης μεταξύ προπείραματικής, μεσοπείραματικής και μεταπείραματικής φάσης. Οι διαφορές στο μέσο βαθμό επιτεύγματος, αλλά και τη μέση επίδοση θεωρούνται σημαντικές σε επίπεδο $p < .05$.

(θ) μη παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης Spearman

Ο συντελεστής συσχέτισης Spearman rho χρησιμοποιείται για επεξεργασία δεδομένων που προκύπτουν από το δείγμα 2 ($n=172$). Συγκεκριμένα, γίνεται επεξεργασία των δεδομένων που αφορούν στις επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης (τιμές Rasch), οι οποίες βρίσκονται σε αναλογική κλίμακα. Η επιλογή μη παραμετρικού συντελεστή οφείλεται στην παραβίαση της προϋπόθεσης της κανονικότητας της κατανομής των δεδομένων (έλεγχος Kolmogorov-Smirnov, Παράρτημα VII).

Ο υπολογισμός του συντελεστή συσχέτισης Spearman rho σκοπό έχει τον εντοπισμό πιθανών γραμμικών συσχετίσεων μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης στις τρεις φάσεις του προγράμματος. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το πλήθος αυτών των σχέσεων και η διαφοροποίηση της δύναμης τους συγκριτικά στις τρεις φάσεις του προγράμματος (Κατσή κ.ά, 2011; Ρούσος & Τσαούσης, 2006).

Για τον υπολογισμό αυτού του συντελεστή συσχέτισης Spearman rho χρησιμοποιείται το στατιστικό πακέτο SPSS 14.0 (SPSS Inc., 2005). Στα αποτελέσματα από την εφαρμογή του συντελεστή εντοπίζονται οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (συνήθως ισχύει για επίπεδο σημαντικότητας $p < .05$ ή $p < .01$). Έπειτα, ελέγχεται ο συντελεστής συσχέτισης Spearman rho, ο οποίος παίρνει τιμές από -1 μέχρι +1. Όταν παίρνει τιμές $r < .20$ τότε η σχέση θεωρείται μηδαμινή, ενώ για τιμές $r = 0.21-0.40$ η σχέση θεωρείται μικρή. Για τιμές $r = 0.41-0.60$ η σχέση θεωρείται μέτρια. Μια σχέση θεωρείται δυνατή όταν οι τιμές του r κυμαίνονται από 0.61-0.80. Όταν οι τιμές είναι $r > 0.81$ τότε πρόκειται για εξαιρετικά δυνατή σχέση (Κατσής κ.ά, 2011). Το πρόσημο (- ή +) μπροστά από την τιμή του συντελεστή Spearman rho δείχνει την κατεύθυνση της σχέσης. Αν δηλαδή είναι θετική ή αρνητική.

Η γραμμικότητα σε μια σχέση διαπιστώνεται και με τα διαγράμματα σκεδασμού (Κατσής κ.ά, 2011). Επιλέγοντας τη γραμμή που ταιριάζει περισσότερο στην περιγραφή των δεδομένων και με τον υπολογισμό του συντελεστή γραμμικότητας r^2 εξετάζεται το ενδεχόμενο για ύπαρξη γραμμικής σχέσης μεταξύ δύο δεξιοτήτων. Επιπρόσθετα, η τιμή του συντελεστή γραμμικότητας r^2 υποδεικνύει το βαθμό που ερμηνεύεται μια δεξιότητα από μια άλλη.

Μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούνται στην έρευνα

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας κατασκευάζονται μονάδες μέτρησης, οι οποίες προκύπτουν από την κωδικοποίηση και επεξεργασία των δεδομένων με διάφορες στατιστικές τεχνικές. Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι μονάδες μέτρησης, οι τιμές και το είδος της κλίμακας που βρίσκονται.

Πίνακας 3.4.

Μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούνται στην έρευνα

μονάδα μέτρησης	είδος κλίμακας	τιμές
επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης	κατηγορική	0-1-2-3-4-5-6-7-8 (ανάλογα με τη δεξιότητα)
βαθμός επιτεύγματος στις δεξιότητες διερεύνησης+ επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης	διατακτική αναλογική	0 - 1 - 2 -∞ - +∞ (logits)
βαθμός ικανότητας στις δεξιότητες διερεύνησης	αναλογική	-∞ - +∞ (rasch measures)
βαθμός δυσκολίας έργου	αναλογική	logits

Αξιοπιστία και εγκυρότητα έρευνας

Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα της παρούσας έρευνας διασφαλίζεται με την εφαρμογή διαφόρων τεχνικών και άλλων διεργασιών, οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια. Η διασφάλιση της αξιοπιστίας και εγκυρότητας του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης συζητείται εκτεταμένα στο Κεφάλαιο VI: Συζήτηση, ως μέρος της απάντησης

του ερευνητικού ερωτήματος 2 (Μπορούν οι δεξιότητες διερεύνησης να αξιολογηθούν μέσα από μια μονοδιάστατη κλίμακα μέτρησης;)

(α) αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών

Ο καθορισμός των επιπέδων των δεξιοτήτων διερεύνησης που προκύπτει από τη φαινομενογραφική ανάλυση των απαντήσεων των παιδιών (δείγμα 1) στα έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης ελέγχεται από ερευνητή (ακαδημαϊκό) με τεχνογνωσία και εμπειρία σε θέματα διερεύνησης. Τα επίπεδα δοκιμάζονται επίσης από εκπαιδευτικούς, στους οποίους δίνεται μικρός αριθμός τυπικών απαντήσεων και ζητείται από αυτούς να τις ομαδοποιήσουν με βάση τα επίπεδα. Με αυτούς τους τρόπους γίνεται έλεγχος της σαφήνειας στην περιγραφή των επιπέδων των δεξιοτήτων διερεύνησης.

Η κωδικοποίηση των απαντήσεων στα έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης βάσει των επιπέδων που έχουν οριστεί για κάθε δεξιότητα, διεκπεραιώνεται από δύο ανεξάρτητους ερευνητές. Ένας δεύτερος ερευνητής κωδικοποιεί το 20% των απαντήσεων, δηλαδή 68 απαντήσεις από το δείγμα 1 ($n=337$) και 35 απαντήσεις από το δείγμα 2 ($n=172$).

Στη συνέχεια υπολογίζονται το ποσοστό συμφωνίας μεταξύ των δύο παρατηρητών και ο δείκτης συνάφειας κατηγορικών δεδομένων Cohen's Kappa. Στις περιπτώσεις που ο δείκτης Cohen's Kappa είναι $<.6$ και το ποσοστό συμφωνίας μεταξύ των δύο ερευνητών είναι $<60\%$ τότε επαναλαμβάνεται η κωδικοποίηση όλων των απαντήσεων του δείγματος, γίνεται επανέλεγχος της συμφωνίας και συζήτηση για τις διαφορές (Κατσίης κ.ά., 2011; Ρούσσοι & Τσαούσης, 2006). Στις περιπτώσεις που ο δείκτης Cohen's Kappa είναι $<.6$, αλλά το ποσοστό συμφωνίας μεταξύ των δύο ερευνητών είναι $>60\%$, τότε συζητούνται οι διαφορές στην κωδικοποίηση του 20% του δείγματος. Τα αποτελέσματα από τη μέτρηση της αξιοπιστίας μεταξύ παρατηρητών παρουσιάζονται σε πίνακες στο Παράρτημα XII.

Στην περίπτωση των δεδομένων της έρευνας που αφορούν στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά κατά τη διεκπεραίωση διερευνήσεων, γίνεται έλεγχος των δυσκολιών που επισημαίνονται από ερευνητή (ακαδημαϊκό) με τεχνογνωσία στο θέμα. Επίσης ελέγχεται η σαφήνεια στη διατύπωση της περιγραφής των δυσκολιών.

(β) εσωτερική εγκυρότητα

Η επιλογή των δύο δειγμάτων της παρούσας έρευνας γίνεται βάσει συγκεκριμένων προϋποθέσεων. Για το δείγμα 1 δίνονται κίνητρα στα παιδιά που συμμετέχουν, αφού η συμμετοχή τους απαιτεί διεκπεραίωση μεγάλου αριθμού έργων αξιολόγησης σε μη διδακτικό

χρόνο χωρίς να προηγηθεί κανένα είδος διδασκαλίας. Το δείγμα 2 προϋποθέτει εθελοντική συμμετοχή εκπαιδευτικών για οργάνωση του διδακτικού προγράμματος και συλλογή δεδομένων σε διάφορες χρονικές στιγμές. Παρόλο που η επιλογή των δύο δειγμάτων δεν είναι τυχαία, εντούτοις αφού οι χειρισμοί των δειγμάτων (και ιδιαίτερα των υπο-ομάδων κάθε δείγματος) είναι πανομοιότυποι, θεωρείται ότι διασφαλίζεται η εσωτερική εγκυρότητα της έρευνας.

(γ) εξωτερική εγκυρότητα

Τα δείγματα της έρευνας είναι αντιπροσωπευτικά.

Το δείγμα 1 ($n=337$) θεωρείται μεγάλο αφού είναι >200 (Κατσή κ.ά, 2011; Ρούσσο & Τσαούσης, 2006) και συναποτελείται από παιδιά ηλικίας (9-15 ετών). Το μέγεθος του δείγματος και το μεγάλο εύρος ηλικίας των συμμετεχόντων στο δείγμα 1 διασφαλίζει μεγαλύτερη ποικιλία στις απαντήσεις των παιδιών στα έργα και κατ' επέκταση στα επίπεδα των δεξιοτήτων που εντοπίζονται. Ειδικότερα, με τη χορήγηση του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης και σε παιδιά που φοιτούν σε Γυμνάσιο (13-15 ετών) σε προπειραματικό στάδιο, παρόλο που η έρευνα αφορά σε μαθητές που φοιτούν στο Δημοτικό, διασφαλίζεται η συλλογή απαντήσεων που πιθανότατα δίνουν μαθητές δημοτικού μετά τη συμμετοχή τους σε Πανηγύρι Επιστήμης. Αυτό διαπιστώνεται από τη σύγκριση της μέσης συνολικής επίδοσης παιδιών Γυμνασίου σε προπειραματικό στάδιο και παιδιών Στ' Δημοτικού σε μεταπειραματικό στάδιο, η οποία δεν έχει στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας Π9.4, Παράρτημα ΙΧ).

Το δείγμα 2 ($n=172$) θεωρείται αρκετά μεγάλο αφού είναι >50 . Το δείγμα συναποτελείται από έξι διαφορετικά τμήματα (Ε' και Στ' τάξης) και τέσσερα διαφορετικά σχολεία της πόλης και της υπαίθρου. Σε προπειραματικό στάδιο οι 6 υποομάδες του δείγματος 2 παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις τους στις δεξιότητες διερεύνησης σε προπειραματικό στάδιο (Πίνακας Π8.2, Παράρτημα VIII), γεγονός το οποίο καταδεικνύει ότι οι υποομάδες καλύπτουν μεγάλο εύρος επιδόσεων από παιδιά ίδιας ηλικίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV: Αποτελέσματα

Περίληψη

Τα αποτελέσματα της έρευνας διακρίνονται σε ποσοτικά και ποιοτικά. Στα ποιοτικά αποτελέσματα περιλαμβάνονται (α) επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης που προκύπτουν από τη φαινομενογραφική ανάλυση των απαντήσεων από δείγμα 1 (v=337) στα έργα αξιολόγησης δεξιοτήτων διερεύνησης και (β) γνωστικά εμπόδια που επισημαίνονται ότι αντιμετωπίζουν τα παιδιά από δείγμα 2 (v=172) κατά τη διεκπεραίωση διερευνήσεων. Στα ποσοτικά αποτελέσματα περιλαμβάνονται πίνακες και διαγράμματα, τα οποία παρουσιάζουν (α) την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων κάθε έργου αξιολόγησης στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης σε προπαραματικό στάδιο και (β) τη διαφοροποίηση της κατανομής των ποσοστών των απαντήσεων κάθε έργου αξιολόγησης στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης μεταξύ προπαραματικού, μεσοπαραματικού και μεταπαραματικού σταδίου της έρευνας.

Τα αποτελέσματα της έρευνας διακρίνονται σε ποιοτικά και ποσοτικά.

Τα **ποιοτικά αποτελέσματα** της έρευνας προκύπτουν από τη φαινομενογραφική ανάλυση και την ανάλυση περιεχομένου των δεδομένων που συλλέγονται στο πλαίσιο της έρευνας.

Περιλαμβάνουν:

- (α) επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης και
- (β) γνωστικά εμπόδια που δυσχεραίνουν την προσπάθεια διεκπεραίωσης διερευνήσεων.

Επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης

Τα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης που έχουν προκύψει από τη φαινομενογραφική ανάλυση των απαντήσεων των παιδιών του από δείγμα 1 (v=337) στα 33 έργα που έχουν περιληφθεί στο εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.1.1 - 4.1.9.

Τα επίπεδα στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών που προκύπτουν από τις απαντήσεις του στα έργα 1, 2 και 3 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.1.

Πίνακας 4.1.1.

Επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών

επίπεδο	περιγραφή επιπέδου
IV	Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, θεωρώντας απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχο
III	Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς ωστόσο να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους
II	Αναγνωρίζει ότι κάποιες μεταβλητές σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς να αναφέρεται σε συγκεκριμένες ή να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους
I	Αναγνωρίζει μεταβλητές βάσει προηγούμενης εμπειρίας. Δέχεται ή απορρίπτει την επίδραση μιας μεταβλητής χωρίς να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό της έλεγχο
0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση, δεν αναγνωρίζει μεταβλητές ή δικαιολογεί τα λεγόμενα των παιδιών

Τα επίπεδα στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος που προκύπτουν από τις απαντήσεις στα έργα 4, 5 και 6 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.2.

Πίνακας 4.1.2.

Επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

επίπεδο	περιγραφή επιπέδου
VI	Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή
V	Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή
IV	Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε διερευνήσιμη μορφή
III	Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε μη διερευνήσιμη μορφή
II	Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή
I	Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή
0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή κάνει υποθέσεις για το αποτέλεσμα

Τα επίπεδα στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών που προκύπτουν από τις απαντήσεις στα έργα 7, 8, 9, 10, 11 και 12 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.3.

Πίνακας 4.1.3.

Επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών

επίπεδο	περιγραφή επιπέδου
IV	Αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά
III	Αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά
II	Αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα
I	Περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα
0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή την αναδιατυπώνει

Τα επίπεδα στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών που προκύπτουν από τις απαντήσεις στα έργα 13, 14 και 15 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.4.

Πίνακας 4.1.4.

Επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

επίπεδο	περιγραφή επιπέδου
IV	Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό και εισηγείται τρόπους διόρθωσής του ώστε το πείραμα να είναι έγκυρο
III	Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό, αλλά θεωρεί το πείραμα δίκαιο ή θεωρεί λάθος και το σωστό χειρισμό άλλων μεταβλητών
II	Θεωρεί σχεδιαστική ατέλεια το σωστό χειρισμό της ανεξάρτητης ή της εξαρτημένης ή των ελεγχόμενων μεταβλητών ή άλλων μεταβλητών που δεν σχετίζονται άμεσα με το πείραμα ή θεωρεί σωστό το σχεδιασμό, βάσει του χειρισμού των μεταβλητών του πειράματος
I	Μαντεύει ή στηρίζεται σε προηγούμενη παρατήρηση και κάνει προβλέψεις για το αποτέλεσμα
0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση

Τα επίπεδα στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης που προκύπτουν από τις απαντήσεις στα έργα 16, 17, 18, 19, 20 και 21 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.5.

Πίνακας 4.1.5.

Επίπεδα δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης

επίπεδο	περιγραφή επιπέδου
VII	Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα
VI	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα
V	Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων
IV	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές
III	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων
II	Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα
I	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα
0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα

Τα επίπεδα στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα που προκύπτουν από τις απαντήσεις στα έργα 22, 23 και 24 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.6.

Πίνακας 4.1.6.

Επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

Επίπεδο	περιγραφή επιπέδου
IV	Απομονώνει μια μεταβλητή, στηριζόμενος στις τιμές της ίδιας αλλά και άλλων μεταβλητών, τις οποίες αποκλείει
III	Απομονώνει μια μεταβλητή και στηρίζεται μόνο στις τιμές της χωρίς να αντιπαραβάλει με άλλες και να τις αποκλείει
II	Επαναλαμβάνει δεδομένα του Πίνακα. Εντοπίζει μεταβλητές, αλλά δεν συγκρίνει τις τιμές τους, δεν αντιπαραβάλει στοιχεία για να απομονώσει κάποια ή να αποκλείσει άλλες
I	Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας
0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή αναδιατυπώνει την ερώτηση

Τα επίπεδα στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα που προκύπτουν από τις απαντήσεις στα έργα 25, 26 και 27 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.7.

Πίνακας 4.1.7.

Επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

επίπεδο	περιγραφή επιπέδου
IV	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκρίσεις συγκεκριμένων τιμών από το ραβδόγραμμα
III	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκεκριμένες τιμές από το ραβδόγραμμα χωρίς να κάνει συγκρίσεις ή αναφέρει μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης
II	Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στο ραβδόγραμμα, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές ή διαβάζει λάθος τιμές από το ραβδόγραμμα
I	Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει το ραβδόγραμμα ως ρεαλιστική απεικόνιση
0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση

Τα επίπεδα στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση που προκύπτουν από τις απαντήσεις στα έργα 28, 29 και 30 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.8.

Πίνακας 4.1.8.

Επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

επίπεδο	περιγραφή επιπέδου
V	Χρησιμοποιεί δύο σημεία της γραφικής παράστασης και τα συγκρίνει επαρκώς, αναφερόμενος σε συγκεκριμένες τιμές από τη γραφική παράσταση
IV	Συγκρίνει δύο σημεία (αρχική και τελική κατάσταση), αναφέροντας τιμές μιας παραμέτρου ή αναφέροντας μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης
III	Εστιάζει μόνο σε μια παράμετρο ενός σημείου του ενός άξονα χωρίς αναφορά στην άλλη (συνήθως στο πρώτο ή στο καταληκτικό σημείο) ή αναφέρει διάφορες τιμές από τη γραφική παράσταση χωρίς να τις συγκρίνει ή να καταλήγει σε συμπέρασμα. Μπερδεύει τα μεγέθη του οριζόντιου και του κάθετου άξονα ή διαβάζει λάθος τιμές
II	Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στη γραφική παράσταση, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές
I	Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση
0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση

Τα επίπεδα στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών που προκύπτουν από τις απαντήσεις στα έργα 31, 32 και 33 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.9.

Πίνακας 4.1.9.

Επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών

επίπεδο	περιγραφή επιπέδου
VI	Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς και αντιπαραβάλλοντας δεδομένα και από τις δύο πηγές
V	Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς δεδομένα από τις δύο πηγές, χωρίς να τα αντιπαραβάλλει
IV	Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας δεδομένα από μόνο μια πηγή
III	Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές, αλλά τα ερμηνεύει με λανθασμένο τρόπο
II	Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές χωρίς να τα συγκρίνει
I	Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση ή διαβάζει λανθασμένα τιμές από τη γραφική παράσταση ή τον Πίνακα
0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση

Στο Παράρτημα IV παρουσιάζονται τυπικές απαντήσεις στα έργα αξιολόγησης για κάθε επίπεδο, οι οποίες δίνονται σε προπαρασκευαστικό στάδιο από το δείγμα 1. Επίσης στο Παράρτημα IV παρουσιάζονται τυπικές απαντήσεις στα έργα αξιολόγησης για κάθε επίπεδο, οι οποίες δίνονται σε προπαρασκευαστικό, μεσοπαρασκευαστικό και μεταπαρασκευαστικό στάδιο από το δείγμα 2.

Δυσκολίες που δυσχεραίνουν την προσπάθεια διεκπεραίωσης διερευνήσεων

Η ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στα έργα αξιολόγησης και των πειραματικών σχεδιασμών που διεκπεραίωσαν τα παιδιά από δείγμα 2 στα βιβλιάρια διερευνήσεων αναδεικνύει διάφορες δυσκολίες. Στον Πίνακα Π5.1. (Παράρτημα V) παρουσιάζονται δυσκολίες κατά πτυχή της διερεύνησης με παραδείγματα

τυπικών απαντήσεων. Στον πίνακα 4.2.1 συνοψίζονται οι δυσκολίες που εντοπίζονται σε κάθε πτυχή της διερεύνησης.

Πίνακας 4.2.1.

Δυσκολίες στη διεκπεραίωση διερευνήσεων κατά πτυχή της διερεύνησης

περιγραφή δυσκολίας	πτυχή διερεύνησης					
	1	2	3	4	5	6
1. δυσκολεύονται να ορίσουν μια μεταβλητή και αναφέρονται περιφραστικά σ' αυτήν	✓	✓				
2. ταυτίζουν μεταβλητές των οποίων η μεταβολή συνήθως είναι ανάλογη	✓	✓				
3. δεν αναγνωρίζουν μεταβλητές που δεν αναφέρονται άμεσα στο πρόβλημα ή στο διερευνησιμο ερώτημα	✓					
4. τείνουν να κάνουν υποθέσεις ή προβλέψεις για το αποτέλεσμα του πειράματος βάσει των αρχικών τους αντιλήψεων για το φαινόμενο στο οποίο αναφέρονται		✓	✓	✓		
5. θεωρούν ότι κάθε πείραμα έχει ως στόχο τη βελτίωση μιας κατάστασης		✓	✓	✓		
6. θεωρούν ότι μια διερεύνηση αφορά στην αλλαγή τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής παρά στη διερεύνηση σχέσης μεταξύ ανεξάρτητης - εξαρτημένης		✓				
7. θεωρούν ότι μια διερεύνηση αφορά στη μέτρηση των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής παρά στη διερεύνηση σχέσης μεταξύ ανεξάρτητης - εξαρτημένης		✓				
8. θεωρούν ότι ένα πείραμα είναι έγκυρο όταν ελέγχουν μια μεταβλητή					✓	
9. θεωρούν ότι η αλλαγή στην τιμή μιας μεταβλητής οπωσδήποτε επηρεάζει ένα φαινόμενο. Γι' αυτό, αναγνωρίζουν μόνο την ανεξάρτητη μεταβλητή και δεν αναζητούν άλλες μεταβλητές που πιθανόν να σχετίζονται με το φαινόμενο	✓					✓
10. θεωρούν ότι όταν η τιμή μιας μεταβλητής είναι σταθερή οπωσδήποτε επηρεάζει. Αποκλείουν την επίδραση μιας μεταβλητής όταν παίρνει διαφορετικές τιμές						✓
11. θεωρούν ότι πιθανοί συνδυασμοί μεταβλητών μπορεί να αποτελούν την αιτία για το φαινόμενο που παρατηρείται						✓
12. δυσκολεύονται να βρουν τρόπο μεταβολής της ανεξάρτητης μεταβλητής				✓		
13. δυσκολεύονται να βρουν τρόπο μέτρησης της εξαρτημένης μεταβλητής				✓		
14. θεωρούν ότι δεν είναι απαραίτητο να αναφερθούν στις σταθερές μεταβλητές ενός πειράματος και γι' αυτό αναφέρονται είτε μόνο στην ανεξάρτητη είτε στην ανεξάρτητη και εξαρτημένη μεταβλητή				✓		
15. θεωρούν ότι πρέπει να ελέγχονται όλοι οι παράγοντες, ακόμη και εκείνοι που δεν έχουν καμιά σχέση με το υπό μελέτη φαινόμενο. Η μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής θεωρείται σχεδιαστικό λάθος				✓	✓	
16. θεωρούν σχεδιαστικό λάθος τις διαφορές που παρατηρούνται στα αποτελέσματα ενός πειράματος					✓	
17. τείνουν να πιστεύουν ότι μια γραφική παράσταση μπορεί να παρουσιάζει μόνο μια ακολουθία μετρήσεων (μια σειρά από ζεύγη συντεταγμένων). Δυσκολεύονται να αντιληφθούν ότι είναι εφικτό να παρουσιάσει κανείς την εξέλιξη δύο διαφορετικών περιπτώσεων σε μια γραφική παράσταση						✓
18. δυσκολεύονται να διαβάσουν «πίσω» από μια γραφική παράσταση. Γι' αυτό και τις ερμηνεύουν ως ρεαλιστική απεικόνιση						✓
19. δεν χρησιμοποιούν αριθμητικά δεδομένα από τις γραφικές παραστάσεις για να στηρίξουν την άποψή τους. Γι' αυτό αναφέρονται γενικά σ' αυτές						✓

1=αναγνώριση μεταβλητών, 2=διατύπωση διερευνησιμου ερωτήματος, 3=σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών, 4=εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών, 5=κατασκευή γραφικής παράστασης, 6=ερμηνεία δεδομένων

Στον Πίνακα 4.2.2 επισημαίνονται οι εννοιολογική, συλλογιστική, επιστημολογική και πρακτική φύση των δυσκολιών.

Πίνακας 4.2.2.

Δυσκολίες στη διεκπεραίωση διερευνήσεων κατά είδος

περιγραφή δυσκολίας	είδος δυσκολίας			
	Ε	Σ	ΕΠ	Π
1. δυσκολεύονται να ορίσουν μια μεταβλητή και αναφέρονται περιφραστικά σ' αυτήν	✓			
2. ταυτίζουν μεταβλητές των οποίων η μεταβολή συνήθως είναι ανάλογη	✓			
3. δεν αναγνωρίζουν μεταβλητές που δεν αναφέρονται άμεσα στο πρόβλημα ή στο διερευνήσιμο ερώτημα			✓	
4. τείνουν να κάνουν υποθέσεις ή προβλέψεις για το αποτέλεσμα του πειράματος βάσει των αρχικών τους αντιλήψεων για το φαινόμενο στο οποίο αναφέρονται			✓	
5. θεωρούν ότι κάθε πείραμα έχει ως στόχο τη βελτίωση μιας κατάστασης			✓	
6. θεωρούν ότι μια διερεύνηση αφορά στην αλλαγή τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής παρά στη διερεύνηση σχέσης μεταξύ ανεξάρτητης – εξαρτημένης			✓	
7. θεωρούν ότι μια διερεύνηση αφορά στη μέτρηση των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής παρά στη διερεύνηση σχέσης μεταξύ ανεξάρτητης - εξαρτημένης			✓	
8. θεωρούν ότι ένα πείραμα είναι έγκυρο όταν ελέγχουν μια μεταβλητή		✓		
9. θεωρούν ότι η αλλαγή στην τιμή μιας μεταβλητής οπωσδήποτε επηρεάζει ένα φαινόμενο. Γι' αυτό, αναγνωρίζουν μόνο την ανεξάρτητη μεταβλητή και δεν αναζητούν άλλες μεταβλητές που πιθανόν να σχετίζονται με το φαινόμενο		✓		
10. θεωρούν ότι όταν η τιμή μιας μεταβλητής είναι σταθερή οπωσδήποτε επηρεάζει. Αποκλείουν την επίδραση μιας μεταβλητής όταν παίρνει διαφορετικές τιμές		✓		
11. θεωρούν ότι πιθανοί συνδυασμοί μεταβλητών μπορεί να αποτελούν την αιτία για το φαινόμενο που παρατηρείται		✓		
12. δυσκολεύονται να βρουν τρόπο μεταβολής της ανεξάρτητης μεταβλητής		✓		✓
13. δυσκολεύονται να βρουν τρόπο μέτρησης της εξαρτημένης μεταβλητής		✓		✓
14. θεωρούν ότι δεν είναι απαραίτητο να αναφερθούν στις σταθερές μεταβλητές ενός πειράματος και γι' αυτό αναφέρονται είτε μόνο στην ανεξάρτητη είτε στην ανεξάρτητη και εξαρτημένη μεταβλητή		✓		
15. θεωρούν ότι πρέπει να ελέγχονται όλοι οι παράγοντες, ακόμη και εκείνοι που δεν έχουν καμιά σχέση με το υπό μελέτη φαινόμενο. Η μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής θεωρείται σχεδιαστικό λάθος		✓		
16. θεωρούν σχεδιαστικό λάθος τις διαφορές που παρατηρούνται στα αποτελέσματα ενός πειράματος		✓	✓	
17. τείνουν να πιστεύουν ότι μια γραφική παράσταση μπορεί να παρουσιάζει μόνο μια ακολουθία μετρήσεων (μια σειρά από ζεύγη συντεταγμένων). Δυσκολεύονται να αντιληφθούν ότι είναι εφικτό να παρουσιάσει κανείς την εξέλιξη δύο διαφορετικών περιπτώσεων σε μια γραφική παράσταση		✓		
18. δυσκολεύονται να διαβάσουν «πίσω» από μια γραφική παράσταση. Γι' αυτό και τις ερμηνεύουν ως ρεαλιστική απεικόνιση		✓	✓	
19. δεν χρησιμοποιούν αριθμητικά δεδομένα από τις γραφικές παραστάσεις για να στηρίξουν την άποψή τους. Γι' αυτό αναφέρονται γενικά σ' αυτές				✓

E = εννοιολογική, Σ=συλλογιστική, Επ=επιστημολογική, Π=πρακτική

Τα **ποσοτικά αποτελέσματα** της έρευνας που προκύπτουν από την αριθμητική περιγραφή των ποιοτικών αποτελεσμάτων αφορούν στον υπολογισμό της κατανομής των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 και δείγμα 2 στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης. Περιλαμβάνουν:

(α) πίνακες με τη συχνότητα και τα ποσοστά των απαντήσεων στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης για κάθε έργο αξιολόγησης που χορηγείται σε προπείραματικό στάδιο

- (β) ιστογράμματα κατανομής ποσοστών των απαντήσεων στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης σε προπειραματικό στάδιο
- (γ) πίνακες με συγκριτικά αποτελέσματα για τη συχνότητα και την κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης για κάθε έργο αξιολόγησης που χορηγείται σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο, και
- (δ) ιστογράμματα με την κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων των παιδιών στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης σε προπειραματικό στάδιο

Οι Πίνακες 4.3.1 – 4.3.33 και τα Διαγράμματα 4.3.1Α – 4.3.1Β αφορούν στις απαντήσεις των παιδιών στα έργα αξιολόγησης σε προπειραματικό στάδιο.

(1) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 1 στα επίπεδα δεξιοτήτων αναγνώρισης μεταβλητών

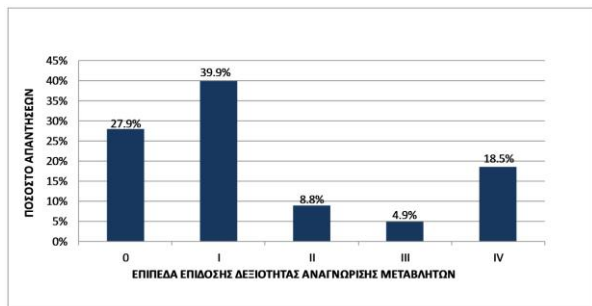
Ο Πίνακας 4.3.1 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 1, στα επίπεδα δεξιοτήτων αναγνώρισης μεταβλητών σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.1.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 1 σε προπειραματικό στάδιο

Επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	57	27,9%	8	4,7%
III	15	4,9%	13	7,6%
II	27	8,8%	28	16,5%
I	123	39,9%	97	57,1%
0	86	22,9%	24	14,1%
Σύνολο	308	100%	170	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.1Α και 4.3.1Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 1 στα επίπεδα της δεξιοτήτων αναγνώρισης μεταβλητών.



Διάγραμμα 4.3.1A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 1 στα επίπεδα δεξιοτήτας αναγνώρισης μεταβλητών



Διάγραμμα 4.3.1B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 1 στα επίπεδα δεξιοτήτας αναγνώρισης μεταβλητών

Στα Διαγράμματα 4.3.1A και 4.3.1B φαίνεται ότι το ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν από το δείγμα 1 και 2 κατανέμεται κανονικά. Οι περισσότερες απαντήσεις που δίνονται από το δείγμα 1 (39,9%) περιλαμβάνονται στο επίπεδο I, σύμφωνα με το οποίο οι μεταβλητές αναγνωρίζονται βάσει προηγούμενης εμπειρίας και γίνονται αποδεκτές ή απορρίπτονται χωρίς να θεωρείται απαραίτητος ο πειραματικός έλεγχος τους. Επίσης, σημαντικό ποσοστό των παιδιών (επίπεδο 0: 27,9%) δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση. Τα ποσοστά των απαντήσεων από δείγμα 2 στα επίπεδα είναι πανομοιότυπος με τον τρόπο που κατανέμονται τα ποσοστά των απαντήσεων από δείγμα 1. Δηλαδή, το επίπεδο I συγκεντρώνει και σ' αυτή την περίπτωση το ψηλότερο ποσοστό των απαντήσεων (57,1%).

(2) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 2 στα επίπεδα δεξιοτήτας αναγνώρισης μεταβλητών

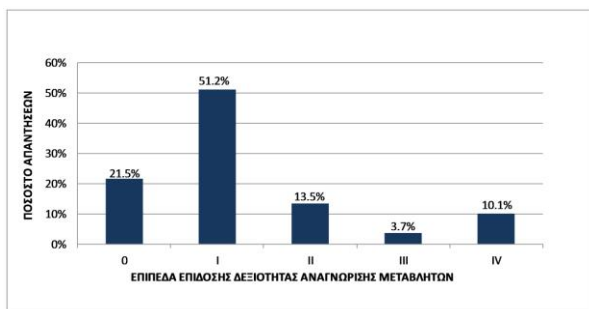
Ο Πίνακας 4.3.2 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 2, στα επίπεδα της δεξιοτήτας αναγνώρισης μεταβλητών σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.2.

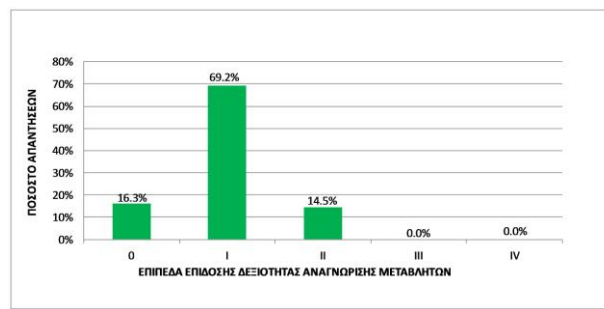
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 2 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	31	10,1%	0	0%
III	10	3,7%	0	0%
II	40	13,5%	25	14,5%
I	152	51,2%	119	69,2%
0	64	21,5%	28	16,3%
σύνολο	297	100%	172	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.2A και 4.3.2B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 2 στα επίπεδα δεξιοτήτας αναγνώρισης μεταβλητών.



Διάγραμμα 4.3.2Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 2 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών



Διάγραμμα 4.3.2Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 2 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών

Τα Διαγράμματα 4.3.2Α και 4.3.2Β δείχνουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων περιλαμβάνεται στην καμπύλη κανονικής κατανομής. Στο έργο αξιολόγησης 2, όπως και στο έργο αξιολόγησης 1, το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων αντιστοιχούν στο επίπεδο I (δείγμα 1: 51,2%, δείγμα 2: 69,2%). Σημαντικό ποσοστό και από τα δύο δείγματα (δείγμα 1: 21,5%, δείγμα 2: 16,3%) φαίνεται ότι δεν απάντησε ή δεν κατανόησε την ερώτηση (επίπεδο 0).

(3) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 3 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών

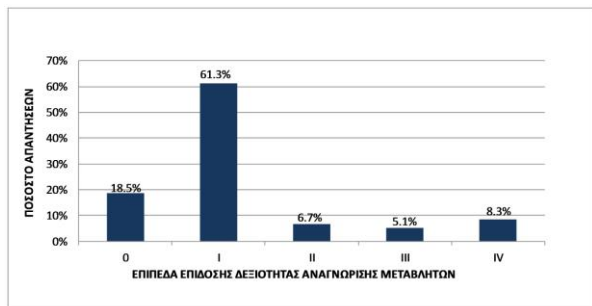
Ο Πίνακας 4.3.3 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 3, στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.3.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 3 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	25	8,3%	0	0%
III	12	5,1%	2	1,2%
II	21	6,7%	18	10,7%
I	197	61,3%	126	74,6%
0	58	18,5%	23	13,6%
σύνολο	313	100%	169	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.3Α και 4.3.3Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 3 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών.



Διάγραμμα 4.3.3Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 3 στα επίπεδα δεξιοτήτας αναγνώρισης μεταβλητών



Διάγραμμα 4.3.3Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 3 στα επίπεδα δεξιοτήτας αναγνώρισης μεταβλητών

Τα δεδομένα στον Πίνακα 4.3.3 και στα Διαγράμματα 4.3.3Α και 4.3.3Β δείχνουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 3 εμπίπτει στο επίπεδο I (δείγμα 1: 61,3%, δείγμα 2: 74,6%). Αυτό παρατηρείται και στα έργα αξιολόγησης 1 και 2, τα οποία επίσης μετρούν τη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών. Επιπλέον, τα δεδομένα καταδεικνύουν ότι αρκετά παιδιά δεν απάντησαν ή δεν κατανόησαν την ερώτηση (επίπεδο 0, με 18,5% και 13,6%).

(4) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 4 στα επίπεδα δεξιοτήτας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

Ο Πίνακας 4.3.4 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 4, στα επίπεδα δεξιοτήτας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.4.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 4 σε προπειραματικό στάδιο

Επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VI	33	10,6%	1	0,6%
V	47	15,2%	16	9,4%
IV	21	6,8%	2	1,2%
III	109	35,2%	76	44,7%
II	9	2,9%	1	0,6%
I	59	19%	33	19,4%
0	32	10,3%	41	24,1%
σύνολο	310	100%	170	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.4Α και 4.3.4Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 4 στα επίπεδα δεξιοτήτας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος.



Διάγραμμα 4.3.4Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 4 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος



Διάγραμμα 4.3.4Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 4 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.4 και τα Διαγράμματα 4.3.4Α και 4.3.4Β καταδεικνύουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτημάτων που διατυπώνουν τα παιδιά (δείγμα 1: 35,2% και δείγμα 2: 44,7%) δεν έχει διερευνήσιμη μορφή και μια από τις δύο μεταβλητές είναι λανθασμένη. Στο δείγμα 2, ένα μεγάλο ποσοστό των παιδιών είτε δεν απάντησαν είτε δεν κατανόησαν την ερώτηση είτε έκαναν υποθέσεις για το αποτέλεσμα (επίπεδο 0: 24,1%). Το ποσοστό των ερωτημάτων σε μη διερευνήσιμη μορφή με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες (επίπεδο I) είναι σημαντικό και στα δύο δείγματα (δείγμα 1: 19% και δείγμα 2: 19,4%). Στο δείγμα 1 επίσης σημαντικό ποσοστό των παιδιών διατύπωσαν ερωτήματα με δύο σωστές μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή (επίπεδο V: 15,2%).

(5) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 5 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

Ο Πίνακας 4.3.5 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 5, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.5.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 5 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VI	25	8%	2	1,2%
V	74	23,7%	18	10,6%
IV	18	5,8%	2	1,2%
III	124	39,7%	83	48,8%
II	3	1%	2	1,2%
I	41	13,1%	26	15,3%
0	27	8,7%	37	21,8%
σύνολο	312	100%	170	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.5A και 4.3.5B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 5 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος.



Διάγραμμα 4.3.5A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 5 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος



Διάγραμμα 4.3.5B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 5 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

Τα αποτελέσματα στον Πίνακα 4.3.5 και τα Διαγράμματα 4.3.5A και 4.3.5B που αφορούν στο έργο αξιολόγησης 5 είναι παρόμοια με αυτά στο έργο αξιολόγησης 4. Το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 5 περιλαμβάνουν ερωτήματα μη διερευνήσιμης μορφής με λανθασμένη μια από τις δύο μεταβλητές (επίπεδο III) (δείγμα 1: 39,7% και δείγμα 2: 48,8%). Επίσης, μεγάλο ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν από το δείγμα I περιλαμβάνεται στο επίπεδο V (23,7%). Το επίπεδο I συγκεντρώνει και σ' αυτό το έργο σημαντικά ποσοστά (δείγμα 1: 13,1% και δείγμα 2: 15,3%), καθώς μεγάλο ποσοστό των απαντήσεων από δείγμα 2 εμπίπτουν στο επίπεδο 0 (21,8%).

(6) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 6 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

Ο Πίνακας 4.3.6 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 6, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.6.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 6 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VI	46	15,5%	5	2,9%
V	24	8,1%	30	17,4%
IV	23	7,7%	1	0,6%
III	120	40,4%	52	30,2%
II	10	3,4%	2	1,2%
I	51	17,2%	52	30,2%
0	23	7,7%	30	17,4%
σύνολο	297	100%	172	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.6Α και 4.3.6Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 6 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος.



Διάγραμμα 4.3.6Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 6 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος



Διάγραμμα 4.3.6Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 6 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος

Τα αποτελέσματα που αφορούν στις απαντήσεις που δόθηκαν για το έργο αξιολόγησης 6 φαίνεται ότι συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό στο επίπεδο III (δείγμα 1: 40,4% και δείγμα 2: 30,2%), όπως συνέβη και στα έργα 4 και 5 που επίσης αξιολογούν τη δεξιότητα διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος. Μεγάλο ποσοστό των απαντήσεων από δείγμα 2 εμπίπτουν στο επίπεδο I (30,2%), καθώς σημαντικό ποσοστό των απαντήσεων (17,4%) εμπίπτουν στα επίπεδα 0 και V. Στο δείγμα I, το επίπεδο I συγκέντρωσε το 17,2% των απαντήσεων. Το επίπεδο VI συγκέντρωσε το 15,5%, όπου τα ερωτήματα έχουν διερευνησίμη μορφή και περιλαμβάνουν και τις δύο μεταβλητές.

(7) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 7 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

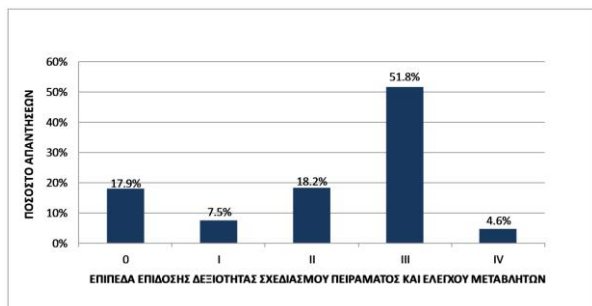
Ο Πίνακας 4.3.7 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 7, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών σε προπαρασκευαστικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.7.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 7 σε προπαρασκευαστικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	14	4,6%	2	1,2%
III	159	51,8%	34	20,2%
II	56	18,2%	46	27,4%
I	23	7,5%	63	37,5%
0	55	17,9%	23	13,7%
σύνολο	307	100%	168	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.7A και 4.3.7B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 7 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών.



Διάγραμμα 4.3.7A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 7 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών



Διάγραμμα 4.3.7B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 7 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών

Τα αποτελέσματα που αφορούν στις απαντήσεις που δόθηκαν από τα δείγματα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 7 φαίνεται να διαφέρουν. Στο Διάγραμμα 4.3.7A, φαίνεται η πλειοψηφία των απαντήσεων από δείγμα 1 εμπίπτει στο επίπεδο III (51,8%). Δηλαδή, σχεδόν τα μισά παιδιά από δείγμα 1 σχεδιάζουν πείραμα αναγνωρίζοντας κάποιες από τις εμπλεκόμενες μεταβλητές τις οποίες χειρίζεται σωστά. Στο δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.7B), παρόλο που ένα σημαντικό ποσοστό των απαντήσεων εμπίπτει στο επίπεδο III (20,2%), εντούτοις το μεγαλύτερο ποσοστό των παιδιών (37,5%) έδιναν περιγραφές βάσει προηγούμενης εμπειρίας χωρίς να σχεδιάζουν πείραμα. Επίσης σημαντικό ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν από το δείγμα 2 (27,4%) αναγνώριζαν κάποιες μεταβλητές σωστές ή λανθασμένες χωρίς να τις χειρίζονται ή να τις χειρίζονται λανθασμένα (επίπεδο II).

(8) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 8 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών

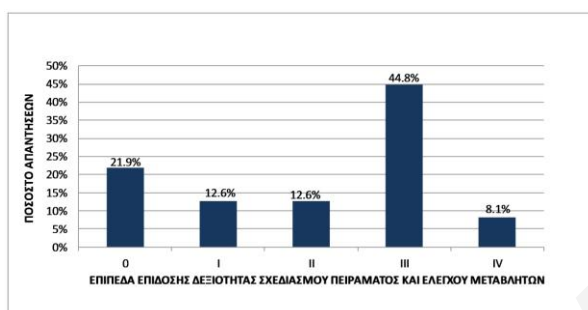
Ο Πίνακας 4.3.8 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 8, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.8.

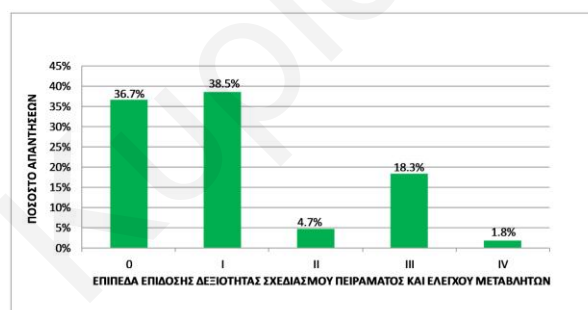
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 8 σε προπαρασκευαστικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	25	8,1%	3	1,8%
III	139	44,8%	31	18,3%
II	39	12,6%	8	4,7%
I	39	12,6%	65	38,5%
0	68	21,9%	62	36,7%
σύνολο	310	100%	169	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.8Α και 4.3.8Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 8 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών.



Διάγραμμα 4.3.8Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 8 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών



Διάγραμμα 4.3.8Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 8 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών

Οι διαφορές στον τρόπο που κατανέμονται οι απαντήσεις από δείγμα 1 και 2 εντοπίζονται και στην περίπτωση του έργου αξιολόγησης 8. Στο Διάγραμμα 4.3.8Α φαίνεται ότι η πλειοψηφία των παιδιών από δείγμα 1 (44,8%) έδωσε απαντήσεις που περιλαμβάνονται στο επίπεδο III, όπως συνέβη και στο έργο αξιολόγησης 7. Οι απαντήσεις από δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.8Β) εμπίπτουν κυρίως στα χαμηλότερα επίπεδα (επίπεδο 0: 36,7% και επίπεδο I: 38,5%).

(9) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 9 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών

Ο Πίνακας 4.3.9 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 9, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών σε προπαρασκευαστικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.9.

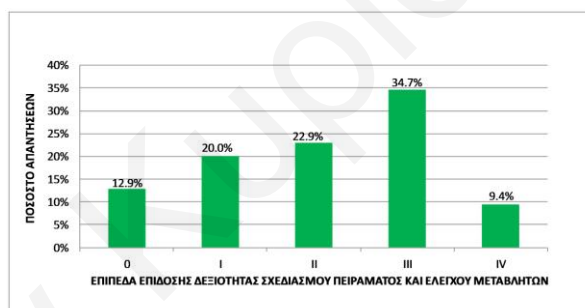
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 9 σε προπείραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	29	9,8%	16	9,4%
III	173	58,2%	59	34,7%
II	19	6,4%	39	22,9%
I	29	9,8%	34	20%
0	47	15,8%	22	12,9%
σύνολο	297	100%	170	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.9Α και 4.3.9Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 9 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών.



Διάγραμμα 4.3.9Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 9 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών



Διάγραμμα 4.3.9Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 9 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.9 και τα Διαγράμματα 4.3.9Α και 4.3.9Β καταδεικνύουν ότι η πλειοψηφία των παιδιών και στα δύο δείγματα έδωσαν απαντήσεις που περιλαμβάνονται στο επίπεδο III (δείγμα 1: 58,2% και δείγμα 2: 34,7%). Στην περίπτωση των απαντήσεων από δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.9Β), το επίπεδο I και το επίπεδο II συγκεντρώνουν επίσης σημαντικό ποσοστό (20% και 22,9% αντίστοιχα).

(10) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 10 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

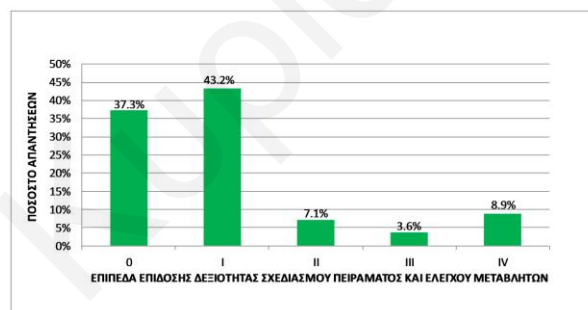
Ο Πίνακας 4.3.10 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 10, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών σε προπείραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.10.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 10 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	107	34,3%	15	8,9%
III	29	9,3%	6	3,6%
II	29	9,3%	12	7,1%
I	40	12,8%	73	43,2%
0	107	34,3%	63	37,3%
Σύνολο	313	100%	169	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.10Α και 4.3.10Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 10 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών.



Διάγραμμα 4.3.10Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 10 στα επίπεδα δεξιοτήτας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών

Διάγραμμα 4.3.10Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 10 στα επίπεδα δεξιοτήτας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών

Τα αποτελέσματα από τη χορήγηση του έργου αξιολόγησης 10 καταδεικνύουν ότι μεγάλο ποσοστό των παιδιών (δείγμα 1: 34,3%, δείγμα 2: 37,3%) δεν απάντησαν ή δεν κατανόησαν ή αναδιατύπωσαν την ερώτηση (επίπεδο 0). Στο Διάγραμμα 4.3.10Α φαίνεται ότι μεγάλο ποσοστό των παιδιών από δείγμα 1 (34,3%) αναγνώρισαν όλες τις εμπλεκόμενες μεταβλητές στο πείραμα και τις χειρίστηκαν σωστά. Στο Διάγραμμα 4.3.10Β, φαίνεται ότι ένα μεγάλο ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν από το δείγμα 2 περιλαμβάνεται στο επίπεδο II (43,2%).

(11) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 11 στα επίπεδα δεξιοτήτας σχεδιασμός πειράματος και έλεγχος μεταβλητών

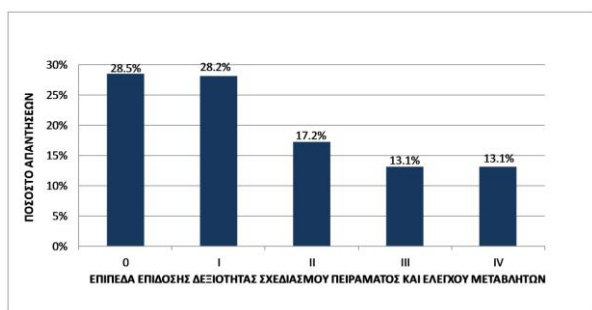
Ο Πίνακας 4.3.11 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 11, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.11.

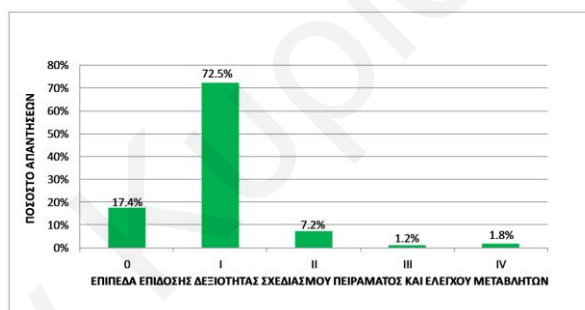
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 11 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	38	13,1%	3	1,8%
III	38	13,1%	2	1,2%
II	50	17,2%	12	7,2%
I	82	28,2%	121	72,5%
0	83	28,5%	29	17,4%
σύνολο	291	100%	167	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.11A και 4.3.11B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 11 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών.



Διάγραμμα 4.3.11A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 11 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών



Διάγραμμα 4.3.11B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 11 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών

Στο Διάγραμμα 4.3.11A φαίνεται ότι η πλειοψηφία των απαντήσεων που δόθηκαν από το δείγμα 2 (72,5%) περιλαμβάνεται στο επίπεδο II. Δηλαδή, τα παιδιά δεν σχεδίασαν πείραμα αλλά περιέγραφαν βάσει των προηγούμενων γνώσεων. Στην περίπτωση από δείγμα 1 (Διάγραμμα 4.3.11A), τα ψηλότερα ποσοστά των απαντήσεων να συγκεντρώνονται στο επίπεδο 0 (28,5%) και στο επίπεδο I (28,2%).

(12) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 12 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών

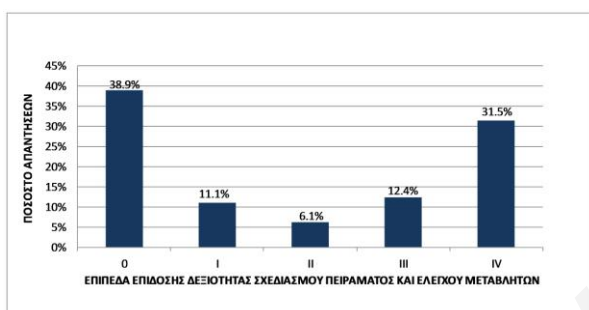
Ο Πίνακας 4.3.12 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 12, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.12.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 12 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	99	31,5%	5	3%
III	39	12,4%	10	6%
II	19	6,1%	17	10,2%
I	35	11,1%	109	65,3%
0	122	38,9%	26	15,6%
σύνολο	314	100%	167	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.12A και 4.3.12B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 12 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών.



Διάγραμμα 4.3.12A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 12 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών



Διάγραμμα 4.3.12B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 12 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

Η κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 (Διάγραμμα 4.3.12A) στο έργο αξιολόγησης 12 είναι παρόμοια με την περίπτωση του έργου αξιολόγησης 10. Δηλαδή, η πλειοψηφία των απαντήσεων συγκεντρώνεται στο επίπεδο 0 (38,9%) και στο επίπεδο IV (31,5%). Στην περίπτωση των απαντήσεων από δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.12B), το μεγαλύτερο ποσοστό εμπίπτουν στο επίπεδο I (65,3%), όπως συνέβη και στα έργα αξιολόγησης 10 και 11.

(13) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 13 στα επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

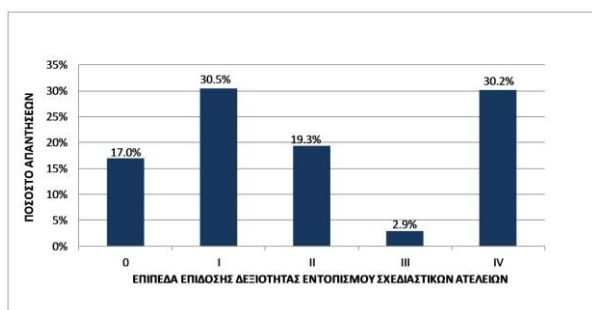
Ο Πίνακας 4.3.13 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 13, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.13.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 13 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	94	30,2%	19	11,2%
III	9	2,9%	4	2,4%
II	60	19,3%	59	34,7%
I	95	30,5%	51	30%
0	53	17%	37	21,8%
σύνολο	311	100%	170	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.13A και 4.3.13B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 13 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών.



Διάγραμμα 4.3.13A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 13 στα επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών



Διάγραμμα 4.3.13B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 13 στα επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

Η κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 13 που δόθηκαν από το δείγμα 1 και δείγμα 2 διαφέρει. Στο δείγμα 1 (Διάγραμμα 4.3.13A) το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων εμπίπτει στο επίπεδο I (30,5%) και το επίπεδο IV (30,2%). Στο δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.13B) το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων περιλαμβάνεται στο επίπεδο II (34,7%) και το επίπεδο I (30%).

(14) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 14 στα επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

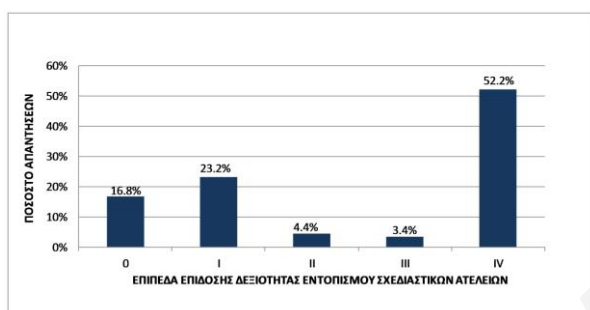
Ο Πίνακας 4.3.14 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 14, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.14.

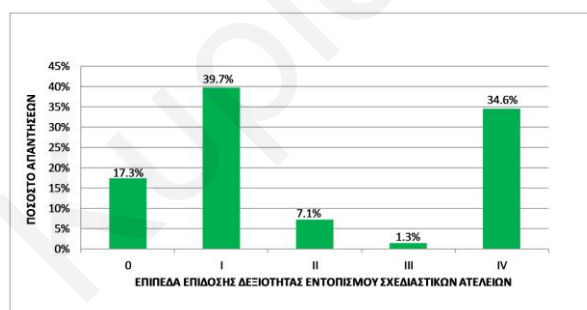
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 14 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	155	52,2%	54	34,6%
III	10	3,4%	2	1,3%
II	13	4,4%	11	7,1%
I	69	23,2%	62	39,7%
0	50	16,8%	27	17,3%
σύνολο	297	100%	156	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.14A και 4.3.14B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 14 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών.



Διάγραμμα 4.3.14A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 14 στα επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών



Διάγραμμα 4.3.14B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 14 στα επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.14 και τα Διαγράμματα 4.3.14A και 4.3.14B καταδεικνύουν ότι μεγάλο ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 14 περιλήφθησαν στο επίπεδο IV (δείγμα 1: 52,2%, δείγμα 2: 34,6%). Δηλαδή εντόπισαν το σχεδιαστικό λάθος και εισηγήθηκαν τρόπους διόρθωσής του. Στο δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.14B) ένα μεγάλο ποσοστό των απαντήσεων (39,7%) μάντευαν ή στηρίζονταν σε προηγούμενη παρατήρηση ή έκαναν προβλέψεις για το αποτέλεσμα του πειράματος (επίπεδο I).

(15) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 15 στα επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

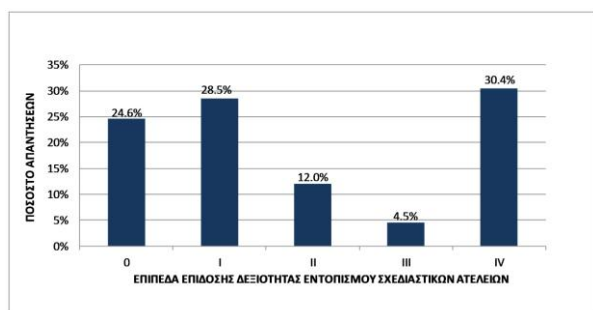
Ο Πίνακας 4.3.15 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 15, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.15.

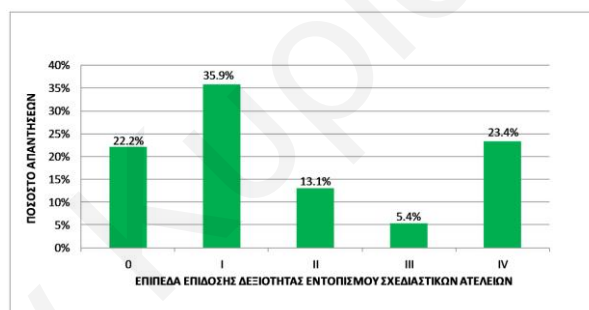
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 15 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	94	30,4%	39	23,4%
III	14	4,5%	9	5,4%
II	37	12%	22	13,2%
I	88	28,5%	60	35,9%
0	76	24,6%	37	22,2%
σύνολο	309	100%	167	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.15Α και 4.3.15Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 15 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών.



Διάγραμμα 4.3.15Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 15 στα επίπεδα δεξιοτήτας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών



Διάγραμμα 4.3.15Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 15 στα επίπεδα δεξιοτήτας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

Στον Πίνακα 4.3.15 και το Διάγραμμα 4.3.15Α και 4.3.15Β παρουσιάζονται αποτελέσματα, τα οποία καταδεικνύουν ότι μεγάλο ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν περιλαμβάνονται στο επίπεδο I (δείγμα 1: 28,5%, δείγμα 2: 35,9%). Δηλαδή, τα περισσότερα παιδιά μαντεύουν ή στηρίζονται σε προηγούμενες εμπειρίες και κάνουν προβλέψεις για το αποτέλεσμα. Επίσης, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι μεγάλο μέρος των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 15 εμπίπτει στο επίπεδο IV (δείγμα 1: 30,4%, δείγμα 2: 23,4%).

(16) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 16 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης

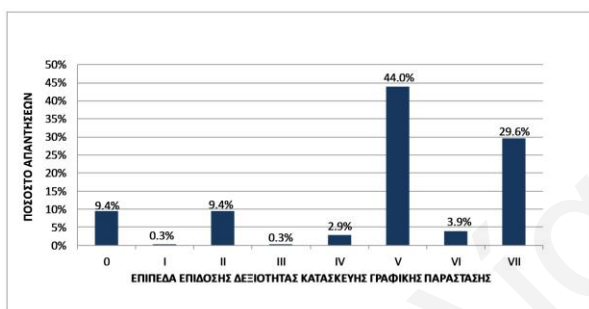
Ο Πίνακας 4.3.16 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 16, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.16.

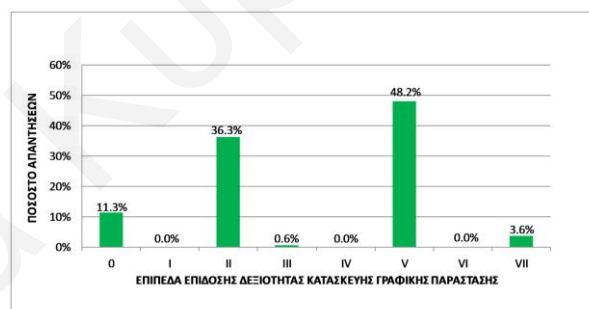
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 16 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VII	91	29,6%	6	3,6%
VI	12	3,9%	0	0%
V	135	44%	81	48,2%
IV	9	2,9%	0	0%
III	1	0,3%	1	0,6%
II	29	9,4%	61	36,3%
I	1	0,3%	0	0%
0	29	9,4%	19	11,3%
σύνολο	307	100%	168	100%

Το Διάγραμμα 4.3.16Α και 4.3.16Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 16 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης.



Διάγραμμα 4.3.16Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 16 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης



Διάγραμμα 4.3.16Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 16 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης

Τα αποτελέσματα (Πίνακας 4.3.16 και Διαγράμματα 4.3.16Α και 4.3.16Β), καταδεικνύουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των παιδιών (δείγμα 1: 44%, δείγμα 2: 48,2%) επέλεξαν την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης (ραβδόγραμμα, στην περίπτωση του έργου αξιολόγησης 16) είτε κάνοντας σωστή βαθμονόμηση χωρίς να προσδιορίζουν τις μεταβλητές, είτε προσδιορίζοντας τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων (επίπεδο V). Στο δείγμα 1 (Διάγραμμα 4.3.16Α) σημαντικό ποσοστό των παιδιών (29,6%) επέλεξαν την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης προσδιορίζοντας όλες τις εμπλεκόμενες μεταβλητές με σωστή βαθμονόμηση του άξονα (επίπεδο VII). Στο δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.16Β) σημαντικό ποσοστό των παιδιών (36,3%) επέλεξαν την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίσουν τις εμπλεκόμενες μεταβλητές (επίπεδο II).

(17) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 17 στα επίπεδα δεξιάτητας κατασκευής γραφικής παράστασης

Ο Πίνακας 4.3.17 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 17, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιάτητας κατασκευής γραφικής παράστασης σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.17.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 17 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VII	62	21,5%	2	1,2%
VI	2	0,7%	0	0%
V	129	44,6%	25	14,9%
IV	8	2,8%	0	0%
III	2	0,7%	0	0%
II	55	19%	122	72,6%
I	2	0,7%	1	0,6%
0	29	10%	18	10,7%
σύνολο	289	100%	168	100%

Το Διάγραμμα 4.3.17A και 4.3.17B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 17 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιάτητας κατασκευής γραφικής παράστασης.



Διάγραμμα 4.3.17A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 17 στα επίπεδα δεξιάτητας κατασκευής γραφικής παράστασης



Διάγραμμα 4.3.17B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 17 στα επίπεδα δεξιάτητας κατασκευής γραφικής παράστασης

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 4.3.17A καταδεικνύουν ότι η πλειοψηφία των παιδιών από δείγμα 1 (44,6%), κατασκεύασαν ραβδογράμματα είτε με σωστή βαθμονόμηση χωρίς να προσδιορίζουν τις μεταβλητές, είτε προσδιορίζοντας τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων (επίπεδο V). Σημαντικό ποσοστό των γραφικών παραστάσεων τους (21,5%) εμπίπτουν στο επίπεδο VII, το οποίο περιλαμβάνει ραβδογράμματα με σωστή βαθμονόμηση των αξόνων και προσδιορισμό των εμπλεκόμενων μεταβλητών. Επίσης σημαντικό ποσοστό των γραφικών παραστάσεων (19%) που κατασκεύασαν τα παιδιά στο δείγμα 1 είχαν την

κατάλληλη μορφή χωρίς να προσδιορίζονται οι εμπλεκόμενες μεταβλητές (επίπεδο II). Στο επίπεδο II κατανέμονται οι περισσότερες απαντήσεις που δόθηκαν από το δείγμα 2 (72,6%).

(18) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 18 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης

Ο Πίνακας 4.3.18 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 18, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.18.

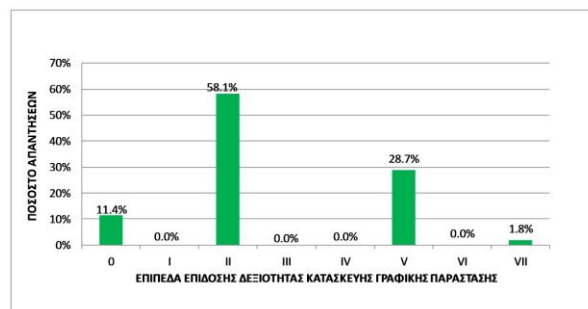
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 18 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VII	60	20,1%	3	1,8%
VI	4	1,3%	0	0%
V	156	52,2%	48	28,7%
IV	5	1,7%	0	0%
III	2	0,7%	0	0%
II	39	13%	97	58,1%
I	2	0,7%	0	0%
0	31	10,4%	19	11,4%
σύνολο	299	100%	167	100%

Το Διάγραμμα 4.3.18Α και 4.3.18Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 18 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης.



Διάγραμμα 4.3.18Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 18 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης



Διάγραμμα 4.3.18Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 18 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης

Στο Διάγραμμα 4.3.18Α φαίνεται ότι η κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 18 είναι παρόμοια με αυτήν στα έργα αξιολόγησης 16 και 17. Δηλαδή, η πλειοψηφία των γραφικών παραστάσεων που κατασκεύασαν τα παιδιά περιλαμβάνονται στο επίπεδο V (52,2%), ενώ σημαντικό ποσοστό περιλαμβάνονται στο επίπεδο VII (20,1%). Σημαντικό ποσοστό των γραφικών παραστάσεων που κατασκεύασαν τα παιδιά από δείγμα 2

(Διάγραμμα 4.3.18B) εμπίπτουν στο επίπεδο V (28,7%), καθώς η πλειοψηφία των γραφικών τους παραστάσεων περιλαμβάνονται στο επίπεδο II (58,1%). Η κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 18 είναι παρόμοια με αυτήν στα έργα αξιολόγησης 16 και 17.

(19) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 19 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης

Ο Πίνακας 4.3.19 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 19, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.19.

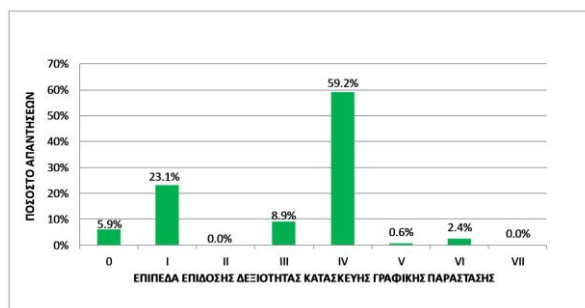
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 19 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VII	18	5,9%	0	0%
VI	30	9,8%	4	2,4%
V	14	4,6%	1	0,6%
IV	159	51,8%	100	59,2%
III	11	3,6%	15	8,9%
II	4	1,3%	0	0%
I	26	8,5%	39	23,1%
0	45	14,7%	10	5,9%
σύνολο	307	100%	169	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.19A και 4.3.19B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 19 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης.



Διάγραμμα 4.3.19A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 19 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης



Διάγραμμα 4.3.19B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 19 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.19A και το Διάγραμμα 4.3.19A και 4.3.19B καταδεικνύουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 19 σε προπειραματικό στάδιο περιλαμβάνεται στο επίπεδο IV (δείγμα 1: 51,8%,

δείγμα 2: 59,2%). Δηλαδή, τα περισσότερα παιδιά δεν επέλεξαν την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης (γραμμική γραφική παράσταση στην περίπτωση του έργου αξιολόγησης 19), αλλά έκαναν σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσουν τις μεταβλητές που εμπλέκονται. Στο δείγμα 1 (Διάγραμμα 4.3.19.A), ένα σημαντικό ποσοστό των παιδιών (14,7%) φαίνεται ότι δεν κατανόησαν την ερώτηση (επίπεδο 0). Στο δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.19B) σημαντικό ποσοστό των γραφικών παραστάσεων που κατασκεύασαν τα παιδιά (23,1%) δεν είχαν την κατάλληλη μορφή, δεν ήταν προσδιορισμένες οι μεταβλητές, ούτε ο άξονας ήταν βαθμονομημένος (επίπεδο I).

(20) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 20 στα επίπεδα δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης

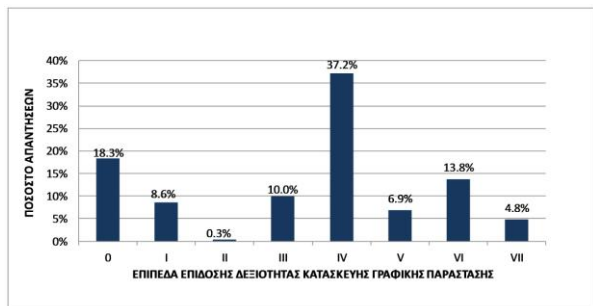
Ο Πίνακας 4.3.20 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 20, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.20.

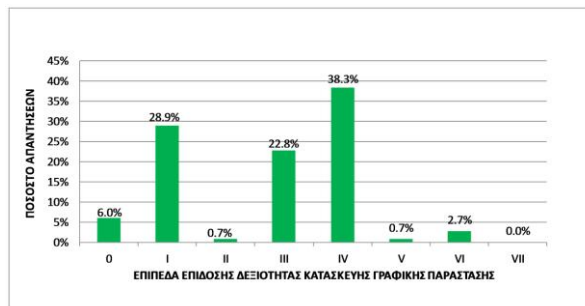
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 20 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VII	14	4,8%	0	0%
VI	40	13,8%	4	2,7%
V	20	6,9%	1	0,7%
IV	108	37,2%	57	38,3%
III	29	10%	34	22,8%
II	1	0,3%	1	0,7%
I	25	8,6%	43	28,9%
0	53	18,3%	9	6%
σύνολο	290	100%	149	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.20A και 4.3.20B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 20 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης.



Διάγραμμα 4.3.20Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 20 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης



Διάγραμμα 4.3.20B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 20 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης

Στο έργο αξιολόγησης 20, η κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων των παιδιών είναι παρόμοια με το έργο αξιολόγησης 19. Δηλαδή, και σ' αυτή την περίπτωση η πλειοψηφία των γραφικών παραστάσεων που κατασκεύασαν τα παιδιά περιλαμβάνεται στο επίπεδο IV (δείγμα 1: 37,2%, δείγμα 2: 38,3%). Στο δείγμα 1 (Διάγραμμα 4.3.20Α) σημαντικό ποσοστό των απαντήσεων περιλαμβάνεται στο επίπεδο 0 (18,3%) και στο επίπεδο VI (13,8%). Στο δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.20B) σημαντικό ποσοστό των απαντήσεων εμπίπτουν στο επίπεδο I (28,9%), αλλά και στο επίπεδο III (22,8%).

(21) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 21 στα επίπεδα δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης

Ο Πίνακας 4.3.21 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 21, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας κατασκευής γραφικής παράστασης σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.21.

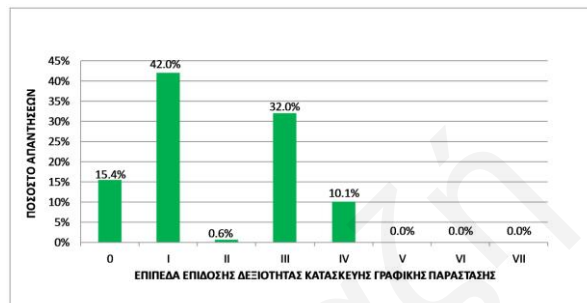
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 21 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VII	12	4,2%	0	0%
VI	29	10%	0	0%
V	12	4,2%	0	0%
IV	109	37,7%	17	10,1%
III	17	5,9%	54	32%
II	4	1,4%	1	0,6%
I	30	10,4%	71	42%
0	76	26,3%	26	15,4%
σύνολο	289	100%	169	100%

Το Διάγραμμα 4.3.21A και 4.3.21B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 21 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης.



Διάγραμμα 4.3.21A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 21 στα επίπεδα δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης



Διάγραμμα 4.3.21B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 21 στα επίπεδα δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης

Στο Διάγραμμα 4.3.21A φαίνεται ότι ένα μεγάλο ποσοστό των απαντήσεων από δείγμα 1 (37,7%), περιλαμβάνονται στο επίπεδο IV, καθώς σημαντικό ποσοστό (26,3%) φαίνεται ότι δεν κατανόησαν την ερώτηση (επίπεδο 0). Στο δείγμα 2, η πλειοψηφία των παιδιών κατασκεύασαν γραφικές παραστάσεις που εμπίπτουν στο επίπεδο I (42%), ενώ σημαντικό ποσοστό κατανεμήθηκε στο επίπεδο III (32%).

(22) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 22 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

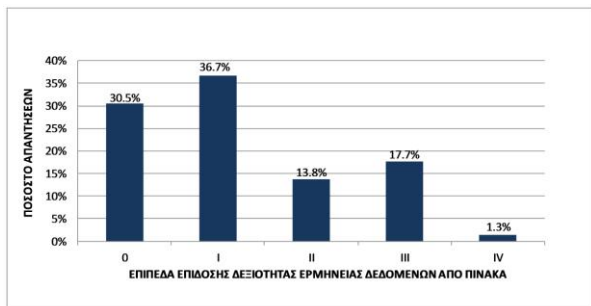
Ο Πίνακας 4.3.22 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 22, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από Πίνακα σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.22.

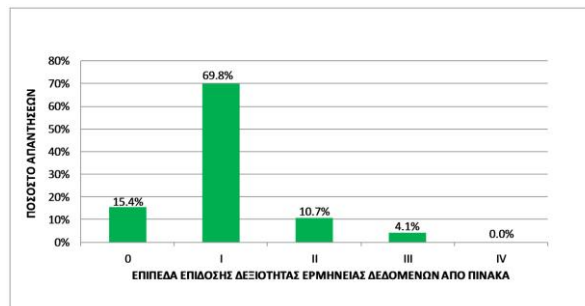
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 22 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	4	1,3%	0	0%
III	54	17,7%	7	4,1%
II	42	13,8%	18	10,7%
I	112	36,7%	118	69,8%
0	93	30,5%	26	15,4%
σύνολο	305	100%	169	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.22A και 4.3.22B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 22 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα.



Διάγραμμα 4.3.22A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 22 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα



Διάγραμμα 4.3.22B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 22 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.22 και το Διάγραμμα 4.3.22A και 4.3.22B καταδεικνύουν ότι η πλειοψηφία των απαντήσεων των παιδιών περιλαμβάνεται στο επίπεδο I (δείγμα 1: 36,7%, δείγμα 2: 69,8%). Δηλαδή, οι απαντήσεις τους στηρίζονται σε προηγούμενες εμπειρίες σχετικές με το θέμα του έργου αξιολόγησης. Στο δείγμα 1 (Διάγραμμα 4.3.22A), ένα σημαντικό ποσοστό των παιδιών (30,5%) φαίνεται ότι δεν έχει κατανοήσει την ερώτηση (επίπεδο 0).

(23) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 23 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

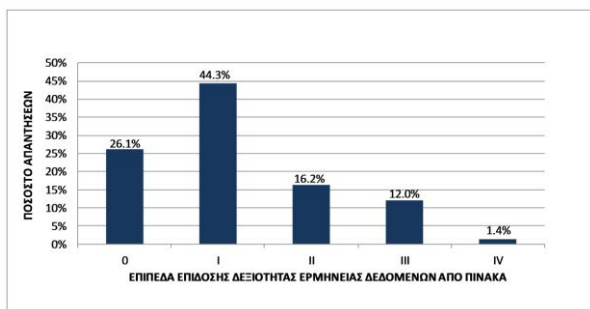
Ο Πίνακας 4.3.23 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 23, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από Πίνακα σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.23.

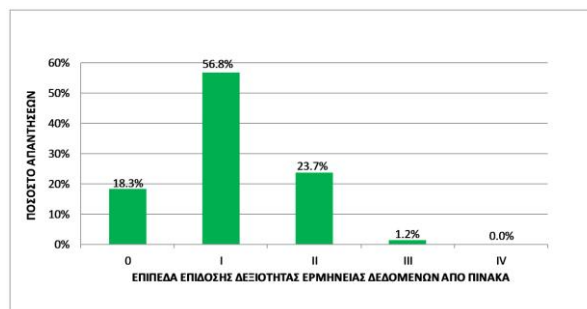
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 23 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	4	1,4%	0	0%
III	35	12%	2	1,2%
II	47	16,2%	40	23,7%
I	129	44,3%	96	56,8%
0	76	26,1%	31	18,3%
σύνολο	291	100%	169	100%

Το Διάγραμμα 4.3.23A και 4.3.23B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 23 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα.



Διάγραμμα 4.3.23A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 23 στα επίπεδα δεξιοτήτας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα



Διάγραμμα 4.3.23B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 23 στα επίπεδα δεξιοτήτας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.23 και το Διάγραμμα 4.3.23A και 4.3.23B δείχνουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων περιλαμβάνεται στο επίπεδο I και στην περίπτωση του έργου αξιολόγησης 23 (δείγμα 1: 44,3%, δείγμα 2: 56,8%). Επίσης, στο δείγμα 1 (Διάγραμμα 4.3.23A), ένα σημαντικό ποσοστό των παιδιών (26,1%) φαίνεται ότι δεν έχει κατανοήσει την ερώτηση (επίπεδο 0). Στο δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.23B), σημαντικό ποσοστό των παιδιών (23,7%) επαναλάμβαναν δεδομένα του πίνακα ή εντόπιζαν μεταβλητές χωρίς να συγκρίνουν τις τιμές τους και δεν αντιπαρέβαλαν στοιχεία για να απομονώσουν κάποια ή να αποκλείσουν άλλες (επίπεδο II).

(24) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 24 στα επίπεδα δεξιοτήτας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

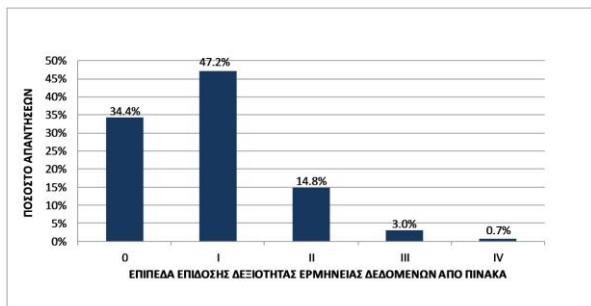
Ο Πίνακας 4.3.24 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 24, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.24.

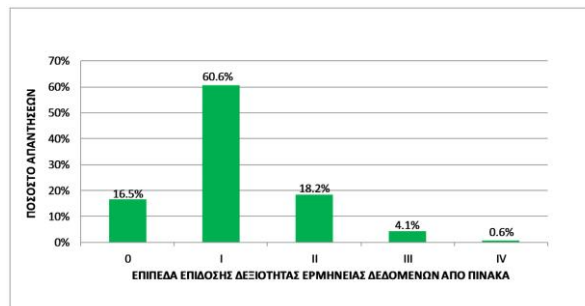
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 24 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	2	0,7%	1	0,6%
III	9	3%	7	4,1%
II	45	14,8%	31	18,2%
I	144	47,2%	103	60,6%
0	105	34,4%	28	16,5%
σύνολο	305	100%	170	100%

Το Διάγραμμα 4.3.24A και 4.3.24B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 24 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιοτήτας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα.



Διάγραμμα 4.3.24A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 24 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα



Διάγραμμα 4.3.24B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 24 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.24 και το Διάγραμμα 4.3.24A και 4.3.24B η κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων των παιδιών στο έργο αξιολόγησης 24 μοιάζει με αυτήν στα έργα αξιολόγησης 22 και 23. Δηλαδή, η πλειοψηφία των παιδιών (δείγμα 1: 47,2%, δείγμα 2: 60,6%) έδωσαν απαντήσεις επηρεασμένα από προηγούμενες εμπειρίες (επίπεδο I). Επίσης, σημαντικό ποσοστό των απαντήσεων (34,4%) που δόθηκαν από το δείγμα 1 φαίνεται ότι δεν έχει κατανοήσει την ερώτηση (επίπεδο 0).

(25) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 25 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

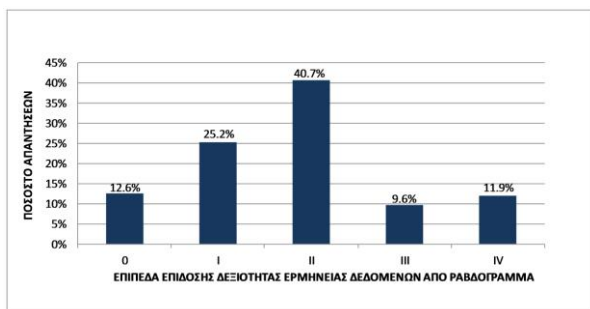
Ο Πίνακας 4.3.25 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 25, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.25.

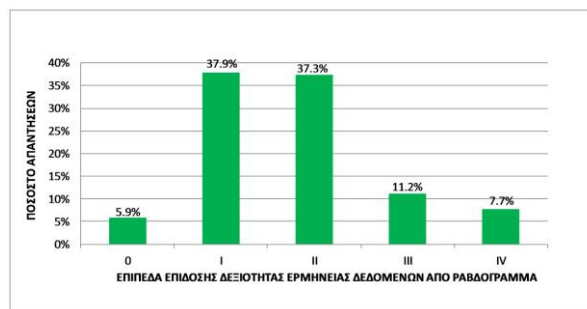
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 25 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	36	11,9%	13	7,7%
III	29	9,6%	19	11,2%
II	123	40,7%	63	37,3%
I	76	25,2%	64	37,9%
0	38	12,6%	10	5,9%
σύνολο	302	100%	169	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.25A και 4.3.25B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 25 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα.



Διάγραμμα 4.3.25A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 25 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα



Διάγραμμα 4.3.25B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 25 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.25 και το Διάγραμμα 4.3.25A και 4.3.25B, οι απαντήσεις των παιδιών στο έργο αξιολόγησης 25 περιλαμβάνονται κυρίως στο επίπεδο II και το επίπεδο I. Συγκεκριμένα, 40,7% των απαντήσεων από το δείγμα 1 και 37,3% των απαντήσεων από το δείγμα 2 είτε κάνουν αόριστη αναφορά στο ραβδόγραμμα χωρίς να συγκρίνουν ή να αναφέρουν συγκεκριμένες τιμές από το ραβδόγραμμα είτε διαβάζουν λάθος τιμές από το ραβδόγραμμα (επίπεδο II). Στο επίπεδο I περιλαμβάνεται 37,9% των απαντήσεων από δείγμα 2 και το 25,2% από δείγμα 1.

(26) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 26 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

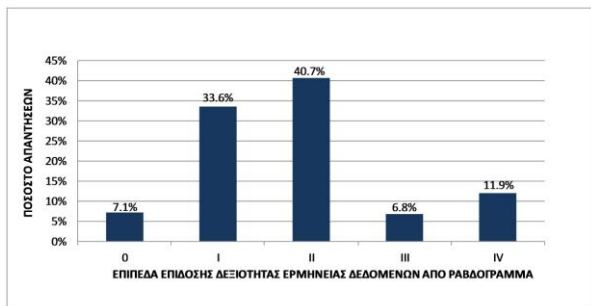
Ο Πίνακας 4.3.26 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 26, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.26.

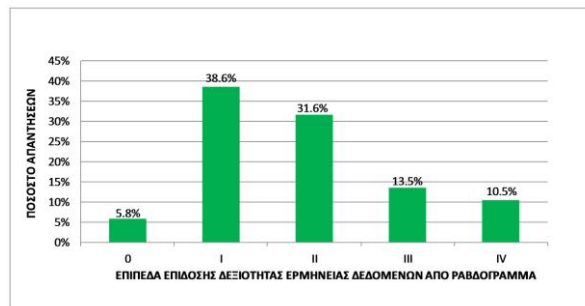
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 26 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	35	11,9%	18	10,5%
III	20	6,8%	23	13,5%
II	120	40,7%	54	31,6%
I	99	33,6%	66	38,6%
0	21	7,1%	10	5,8%
σύνολο	295	100%	171	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.26A και 4.3.26B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 26 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα.



Διάγραμμα 4.3.26A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 26 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα



Διάγραμμα 4.3.26B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 26 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

Στο έργο αξιολόγησης 26, η εικόνα των αποτελεσμάτων (Πίνακας 4.3.26 και Διαγράμματα 4.3.26A και 4.3.26B) είναι παρόμοια με αυτήν στο έργο αξιολόγησης 25, όπου τα επίπεδα I και II συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων. Συγκεκριμένα, 40,7% των απαντήσεων από δείγμα 1 και το 31,6% από δείγμα 2 εμπίπτουν στο επίπεδο II. Στο επίπεδο I περιλαμβάνεται 33,6% των απαντήσεων από δείγμα 1 και το 38,6% από δείγμα 2.

(27) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 27 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

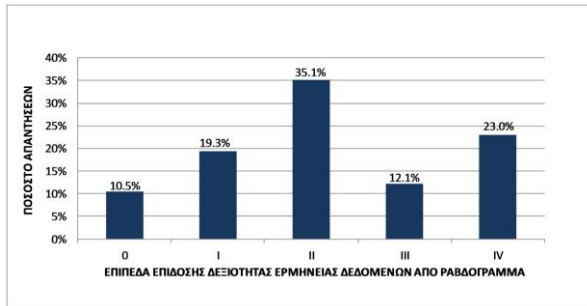
Ο Πίνακας 4.3.27 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 27, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.27.

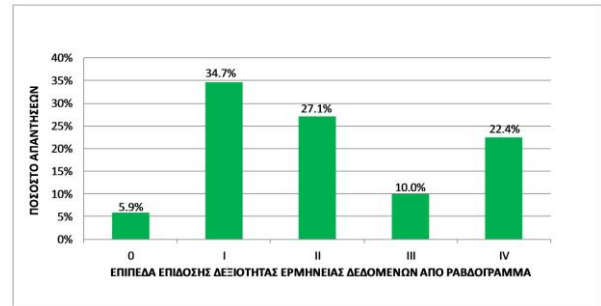
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 27 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	70	23%	38	22,4%
III	37	12,1%	17	10%
II	107	35,1%	46	27,1%
I	61	19,3%	59	34,7%
0	30	10,5%	10	5,9%
σύνολο	305	100%	170	100%

Το Διάγραμμα 4.3.27A και 4.3.27.B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 27 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα.



Διάγραμμα 4.3.27A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 27 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα



Διάγραμμα 4.3.27B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 27 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.27 και το Διάγραμμα 4.3.27A και 4.3.27B δείχνουν ότι και στο έργο αξιολόγησης 27 που αφορά σε ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα, το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων κατανέμεται στα επίπεδα I και II. Συγκεκριμένα, 19,3% των απαντήσεων από δείγμα 1 και 34,7% από δείγμα 2, φαίνεται ότι μαντεύουν την απάντηση ή ερμηνεύουν το ραβδόγραμμα ως ρεαλιστική απεικόνιση (επίπεδο I). Στο επίπεδο II περιλαμβάνεται το 35,1% των απαντήσεων από δείγμα 1 και 27,1% από δείγμα 2. Σημαντικό ποσοστό από δείγμα 2 (22,4%) στήριξαν τις απαντήσεις τους σε συγκεκριμένες τιμές στο ραβδόγραμμα (επίπεδο IV).

(28) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 28 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

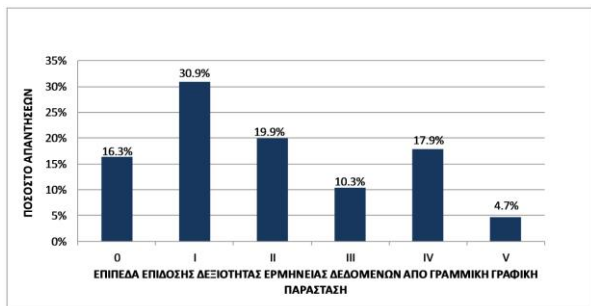
Ο Πίνακας 4.3.28 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 28, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.28.

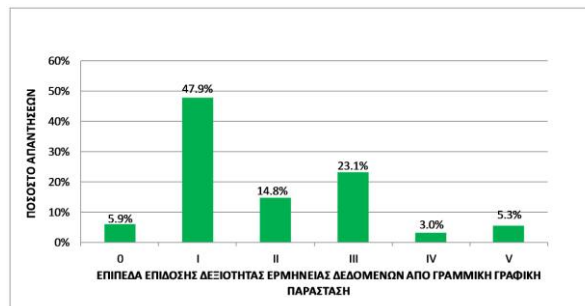
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 28 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
V	14	4,7%	9	5,3%
IV	54	17,9%	5	3%
III	31	10,3%	39	23,1%
II	60	19,9%	25	14,8%
I	93	30,9%	81	47,9%
0	49	16,3%	10	5,9%
σύνολο	301	100%	169	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.28A και 4.3.28B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 28 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση.



Διάγραμμα 4.3.28Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 28 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση



Διάγραμμα 4.3.28B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 28 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.28 και το Διάγραμμα 4.3.28Α και 4.3.28B το μεγαλύτερο ποσοστό των παιδιών (δείγμα 1: 30,9%, δείγμα 2: 47,9%) μαντεύουν την απάντηση ή ερμηνεύουν τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση (επίπεδο I) στο έργο αξιολόγησης 28. Στο δείγμα 1, σημαντικό ποσοστό των απαντήσεων περιλαμβάνονται στο επίπεδο II (19,9%) και το επίπεδο IV (17,9%).

(29) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 29 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

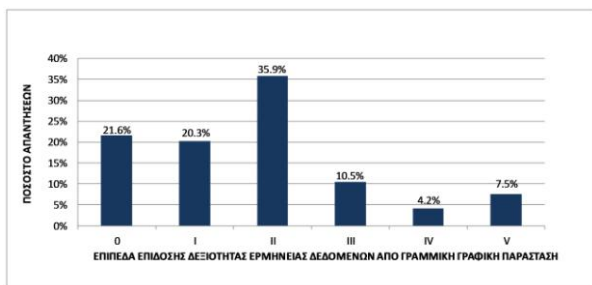
Ο Πίνακας 4.3.29 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 29, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.29.

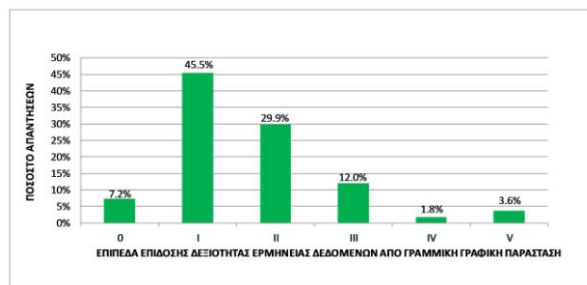
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 29 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
V	23	7,5%	6	3,6 %
IV	13	4,2%	3	1,8%
III	32	10,5%	20	12%
II	110	35,9%	50	29,9%
I	62	20,3%	76	45,5%
0	66	21,6%	12	7,2%
σύνολο	306	100%	167	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.29Α και 4.3.29B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 29 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση.



Διάγραμμα 4.3.29Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 29 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση



Διάγραμμα 4.3.29Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 29 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.29 και το Διάγραμμα 4.3.29Α και 4.3.29Β καταδεικνύουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 29 κατανέμονται στα χαμηλότερα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση. Συγκεκριμένα, ποσοστά 35,9% των απαντήσεων στο δείγμα 1 και 29,9% των απαντήσεων στο δείγμα 2 κάνουν αόριστη αναφορά στη γραφική παράσταση χωρίς να στηριχτούν σε συγκεκριμένες τιμές (επίπεδο II). Μεγάλο ποσοστό των απαντήσεων κατανέμεται και στο επίπεδο I (δείγμα 1: 20,3%, δείγμα 2: 45,5%), όπου οι απαντήσεις αφορούν σε ερμηνεία της γραφικής παράστασης ως ρεαλιστική απεικόνιση.

(30) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 30 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

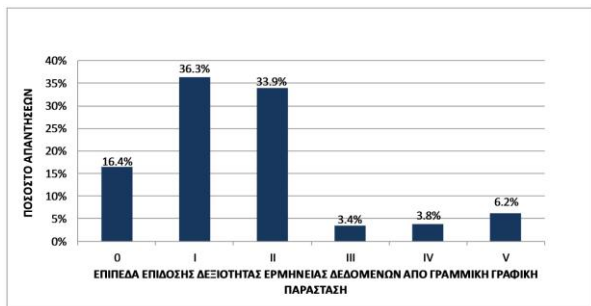
Ο Πίνακας 4.3.30 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 30, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.30.

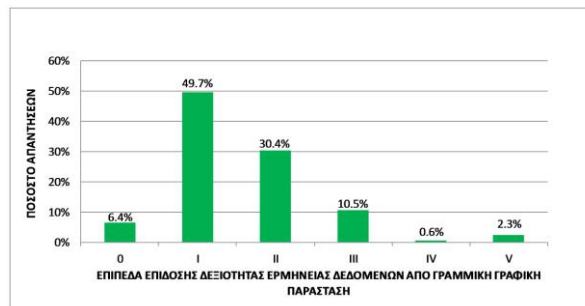
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 30 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
V	18	6,2%	4	2,3%
IV	11	3,8%	1	0,6%
III	10	3,4%	18	10,5%
II	99	33,9%	52	30,4%
I	106	36,3%	85	49,7%
0	48	16,4%	11	6,4%
σύνολο	292	100%	172	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.30Α και 4.3.30Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 30 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση.



Διάγραμμα 4.3.30Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 30 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση



Διάγραμμα 4.3.30B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 30 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

Κατά τη χορήγηση του έργου αξιολόγησης 30, διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των παιδιών (δείγμα 1: 36,3%, δείγμα 2: 49,7%), σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.30 και το Διάγραμμα 4.3.30Α και 4.3.30B, ερμήνευσαν τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση (επίπεδο I). Επίσης σημαντικό ποσοστό των παιδιών (δείγμα 1: 33,9%, δείγμα 2: 30,4%) έκαναν αόριστη αναφορά στη γραφική παράσταση χωρίς να αναφέρουν συγκεκριμένες τιμές και να κάνουν συγκρίσεις (επίπεδο II).

(31) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 31 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών

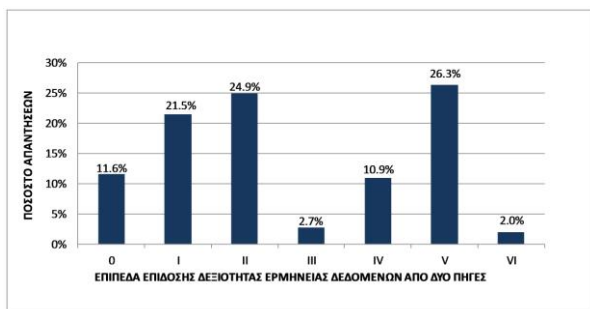
Ο Πίνακας 4.3.31 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 31, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών σε προπαρασκευαστικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.31.

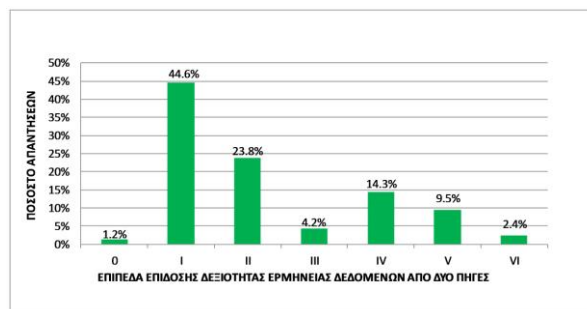
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 31 σε προπαρασκευαστικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VI	6	2%	4	2,4%
V	77	26,3%	16	9,5%
IV	32	10,9%	24	14,3%
III	8	2,7%	7	4,2%
II	73	24,9%	40	23,8%
I	63	21,5%	75	44,6%
0	34	11,6%	2	1,2%
σύνολο	293	100%	168	100%

Το Διάγραμμα 4.3.31Α και 4.3.31B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 31 στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών.



Διάγραμμα 4.3.31A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 31 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών



Διάγραμμα 4.3.31B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 31 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών

Στις περισσότερες απαντήσεις (26,3%) που δόθηκαν από τα παιδιά από δείγμα 1 (Διάγραμμα 4.3.31A) ερμήνευαν σωστά συγκρίνοντας επαρκώς δεδομένα από τις δύο πηγές χωρίς να τα αντιπαραβάλλουν (επίπεδο V). Όμως στα χαμηλότερα επίπεδα φαίνεται να κατανέμεται μεγαλύτερο συνολικά ποσοστό (επίπεδο I: 11,6%, επίπεδο II: 21,5%). Στα χαμηλότερα επίπεδα κατανέμονται και οι απαντήσεις από δείγμα 1. Συγκεκριμένα, 44,6% (Διάγραμμα 4.3.31B) των απαντήσεων που δόθηκαν από το δείγμα 1 μαντεύουν την απάντηση, δικαιολογούν βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας, ερμηνεύουν τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση ή διαβάζουν λανθασμένα δεδομένα από τη γραφική παράσταση ή τον πίνακα (επίπεδο I).

(32) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 32 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών

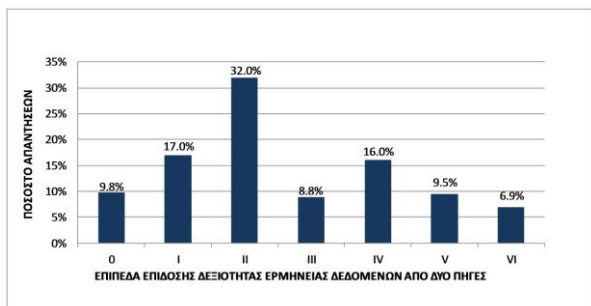
Ο Πίνακας 4.3.32 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 32, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών σε προπαρασκευαστικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.32.

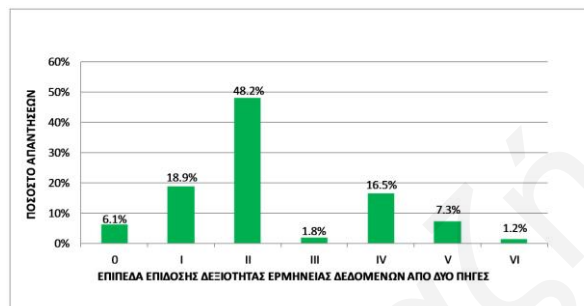
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 32 σε προπαρασκευαστικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VI	21	6,9%	2	1,2%
V	29	9,5%	12	7,3%
IV	49	16%	27	16,5%
III	27	8,8%	3	1,8%
II	98	32%	79	48,2%
I	52	17%	31	18,9%
0	30	9,8%	10	6,1%
σύνολο	337	100%	164	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.32Α και 4.3.32Β παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 32 στα επίπεδα της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών.



Διάγραμμα 4.3.32Α. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 32 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών



Διάγραμμα 4.3.32Β. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 32 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών

Το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων που δόθηκαν για το έργο αξιολόγησης 32, σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.32 και το Διάγραμμα 4.3.32Α και 4.3.32Β, αφορούν στο επίπεδο II (δείγμα 1: 32%, δείγμα 2: 48,2%). Δηλαδή, τα παιδιά στηρίζουν την απάντησή τους σε δεδομένα από μόνο μια πηγή ή και τις δύο πηγές χωρίς να τα συγκρίνουν. Σημαντικά ποσοστά των απαντήσεων περιλαμβάνονται στο επίπεδο I (δείγμα 1: 17%, δείγμα 2: 18,9%) και στο επίπεδο IV (δείγμα 1: 16%, δείγμα 2: 16,5%).

(33) Κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 33 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών

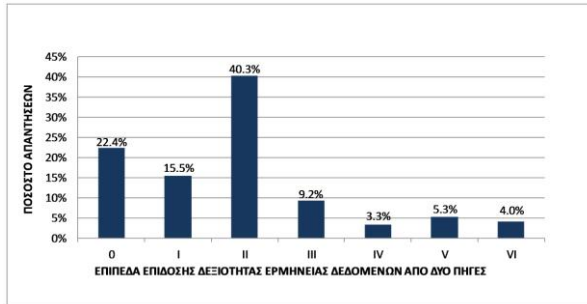
Ο Πίνακας 4.3.33 παρουσιάζει τη συχνότητα και την κατανομή των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 33, στα επίπεδα επίδοσης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών σε προπειραματικό στάδιο.

Πίνακας 4.3.33.

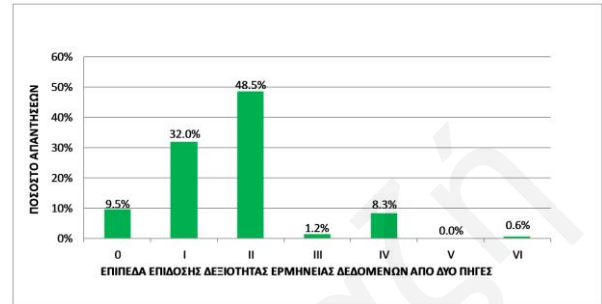
Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 33 σε προπειραματικό στάδιο

επίπεδο	απαντήσεις από δείγμα 1		απαντήσεις από δείγμα 2	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VI	12	4%	1	0,6%
V	16	5,3%	0	0%
IV	10	3,3%	14	8,3%
III	28	9,2%	2	1,2%
II	122	40,3%	82	48,5%
I	47	15,5%	54	32%
0	68	22,4%	16	9,5%
σύνολο	303	100%	169	100%

Τα Διαγράμματα 4.3.33A και 4.3.33B παρουσιάζουν την κατανομή του ποσοστού των απαντήσεων από δείγμα 1 και 2 στο έργο αξιολόγησης 33 στα επίπεδα της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών.



Διάγραμμα 4.3.33A. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 1 στο έργο αξιολόγησης 33 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών



Διάγραμμα 4.3.33B. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 33 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών

Τα αποτελέσματα (Πίνακας 4.3.33 και Διαγράμματα 4.3.33A και 4.3.33B) καταδεικνύουν ότι η πλειοψηφία των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 33 εμπίπτουν στο επίπεδο II (δείγμα 1: 40,3%, δείγμα 2: 48,5%). Στο δείγμα 2 (Διάγραμμα 4.3.33B) ένα σημαντικό ποσοστό των παιδιών (32%) μαντεύουν την απάντηση, τη δικαιολογούν βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας ή ερμηνεύουν τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση ή διαβάζουν λανθασμένες τιμές από τη γραφική παράσταση ή τον πίνακα (επίπεδο I). Στο δείγμα 1 (Διάγραμμα 4.3.33A), το επίπεδο I περιλαμβάνει το 15,5% των απαντήσεων, ενώ το επίπεδο 0 περιλαμβάνει 22,4% των απαντήσεων.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων των παιδιών στα επίπεδα δεξιότητων διερεύνησης σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

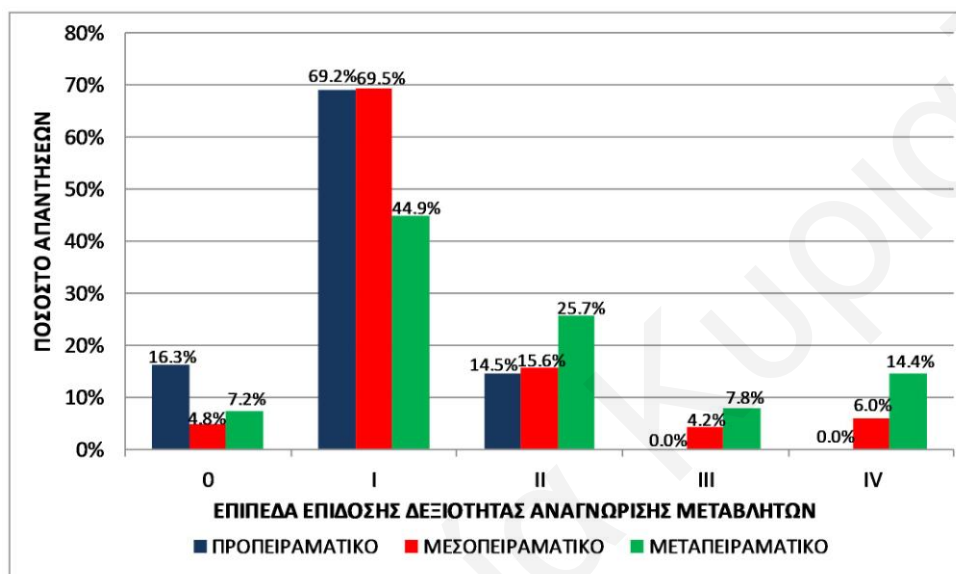
Οι πίνακες 4.4.1 - 4.4.22 και τα Διαγράμματα 4.4.1 - 4.4.22 παρουσιάζουν αποτελέσματα που αφορούν στη συχνότητα και τα ποσοστά των απαντήσεων των παιδιών από δείγμα 2 στα έργα αξιολόγησης που χορηγήθηκαν σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο.

Στον Πίνακα 4.4.1 και το Διάγραμμα 4.4.1 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 2, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 2 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών.

Πίνακας 4.4.1.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 2 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	0	0%	10	6%	24	14,4%
III	0	0%	7	4,2%	13	7,8%
II	25	14,5%	26	15,6%	43	25,7%
I	119	69,2%	116	69,5%	75	44,9%
0	28	16,3%	8	4,8%	12	7,2%
σύνολο	172	100%	167	100%	167	100%



Διάγραμμα 4.4.1. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 2 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.1 και το Διάγραμμα 4.4.1 δείχνουν ότι ενώ σε προπειραματικό στάδιο το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων κατανέμεται στα χαμηλότερα επίπεδα (επίπεδο I: 16,3%, επίπεδο II: 69,2%, επίπεδο III: 14,5%). Σε μεσοπειραματικό στάδιο παρατηρείται αύξηση του ποσοστού των απαντήσεων που εμπίπτουν στα ψηλότερα επίπεδα (επίπεδο II: 15,6%, επίπεδο III: 4,2% επίπεδο IV: 6%) και σε μεταπειραματικό στάδιο αυξάνεται ακόμα περισσότερο το ποσοστό των απαντήσεων που εμπίπτουν στα ψηλότερα επίπεδα (επίπεδο II: 25,7%, επίπεδο III: 7,8% επίπεδο IV: 14,4%). Γενικά, η μετακίνηση της κατανομής των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν από τους μαθητές από δείγμα 2 φαίνεται να κινείται από τα χαμηλότερα στα ψηλότερα επίπεδα, γεγονός το οποίο καταδεικνύει βελτίωση στην επίδοση της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών.

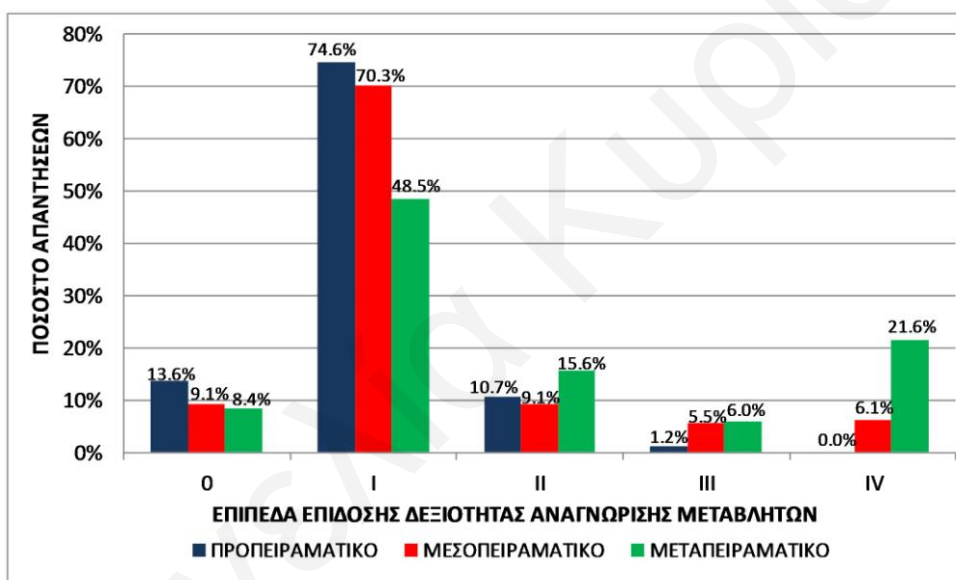
Στον Πίνακα 4.4.2 και το Διάγραμμα 4.4.2 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 3, το οποίο

χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησε 3 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών.

Πίνακας 4.4.2.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησε 3 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	0	0%	10	6,1%	36	21,6%
III	2	1,2%	9	5,5%	10	6%
II	18	10,7%	15	9,1%	26	15,6%
I	126	74,6%	116	70,3%	81	48,5%
0	23	13,6%	15	9,1%	14	8,4%
σύνολο	169	100%	165	100%	167	100%



Διάγραμμα 4.4.2. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησε 3 στα επίπεδα δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

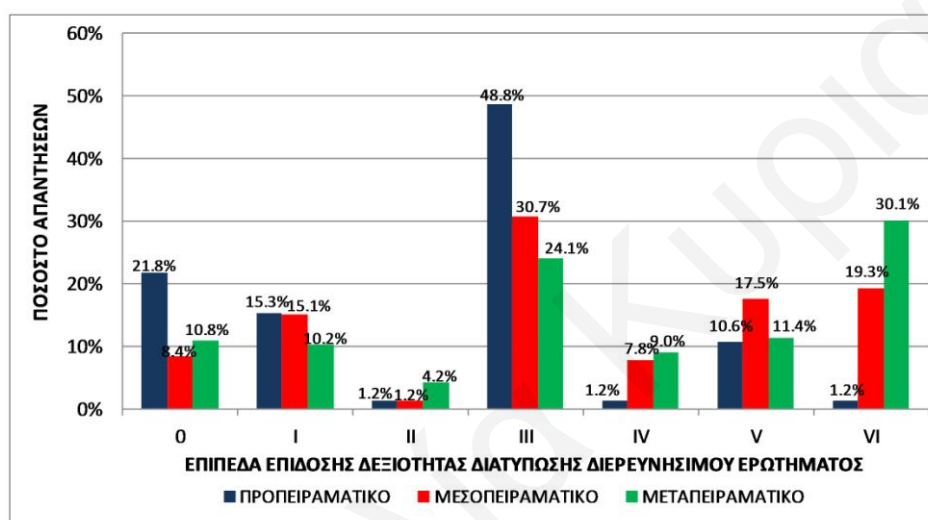
Τα αποτελέσματα που αφορούν σε απαντήσεις που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησε 3 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο δείχνουν επίσης βελτίωση της επίδοσης στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών. Συγκεκριμένα, ενώ σε προπειραματικό στάδιο στο επίπεδο I συγκεντρώνεται το 74,6% των απαντήσεων, σε μεταπειραματικό στάδιο το ποσοστό αυτό μειώνεται στο 48,5%. Σε προπειραματικό στάδιο, ενώ στο επίπεδο IV δεν δόθηκε καμιά απάντηση (0%), σε μεταπειραματικό στάδιο συγκεντρώνεται το 21,6% των απαντήσεων που δόθηκαν.

Στον Πίνακα 4.4.3 και το Διάγραμμα 4.4.3 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησε 5, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησε 5 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος.

Πίνακας 4.4.3.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 5 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VI	2	1,2%	32	19,3%	50	30,1%
V	18	10,6%	29	17,5%	19	11,4%
IV	2	1,2%	13	7,8%	15	9%
III	83	48,8%	51	30,7%	40	24,1%
II	2	1,2%	2	1,2%	7	4,2%
I	26	15,3%	25	15,1%	17	10,2%
0	37	21,8%	14	8,4%	18	10,8%
σύνολο	170	100%	166	100%	166	100%



Διάγραμμα 4.4.3. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 5 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

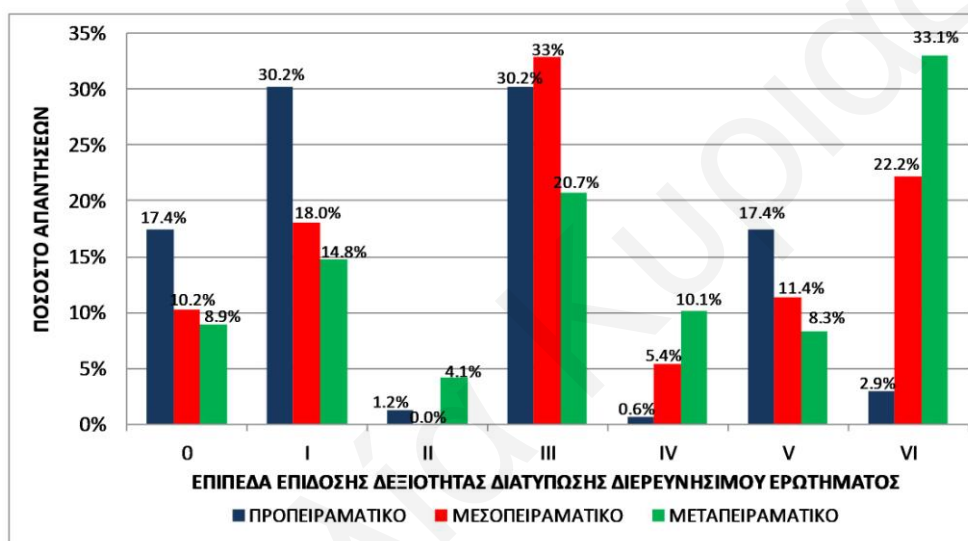
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.3 και το Διάγραμμα 4.4.3 οι επιδόσεις των μαθητών/τριών στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος βελτιώνονται σταδιακά. Η πλειοψηφία των απαντήσεων στο έργο 5 που δόθηκαν σε προπειραματικό στάδιο περιλαμβάνονται στο επίπεδο III (48,8%), όπου διατυπώνουν ερωτήματα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένα σε μη διερευνήσιμη μορφή. Σε μεσοπειραματικό (30,7%) και μεταπειραματικό στάδιο (24,1%) τα ποσοστά του επιπέδου III μειώνονται. Σε μεταπειραματικό στάδιο, το ποσοστό των απαντήσεων με ερωτήματα με δύο σωστές μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή αυξάνεται σε 30,1% (επίπεδο IV).

Στον Πίνακα 4.4.4 και το Διάγραμμα 4.4.4 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 6, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 6 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος.

Πίνακας 4.4.4.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 6 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VI	5	2,9%	37	22,2%	56	33,1%
V	30	17,4%	19	11,4%	14	8,3%
IV	1	0,6%	9	5,4%	17	10,1%
III	52	30,2%	55	32,9%	35	20,7%
II	2	1,2%	0	0%	7	4,1%
I	52	30,2%	30	18%	25	14,8%
0	30	17,4%	17	10,2%	15	8,9%
σύνολο	172	100%	167	100%	169	100%



Διάγραμμα 4.4.4. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 6 στα επίπεδα δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

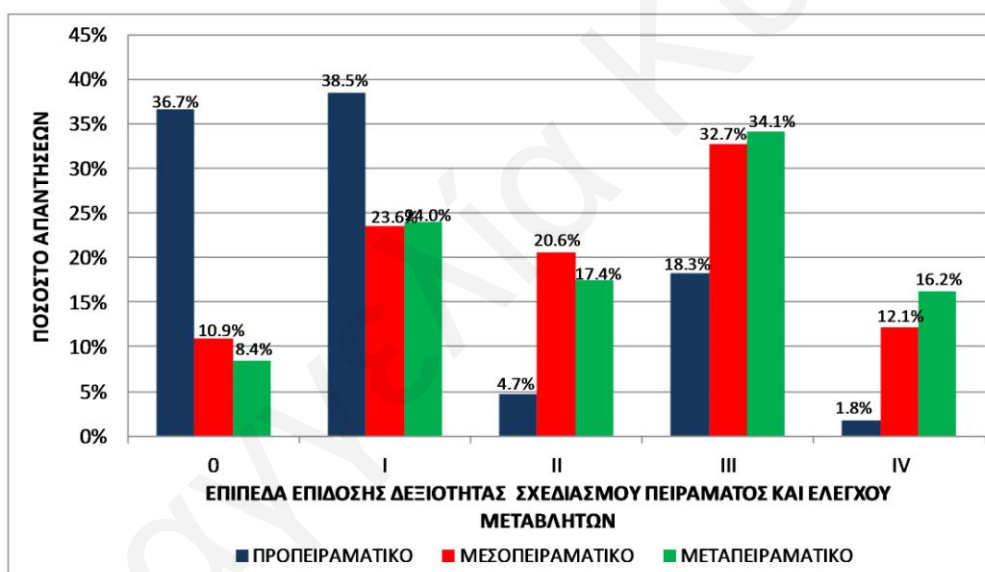
Τα αποτελέσματα (Πίνακας 4.4.4 και Διάγραμμα 4.4.4) καταδεικνύουν ότι οι απαντήσεις των παιδιών σε προπειραματικό στάδιο κατανέμονται κυρίως στο επίπεδο I επίπεδο III (30,2%). Δηλαδή, η πλειοψηφία των ερωτημάτων που διατύπωσαν τα παιδιά δεν είχαν διερευνήσιμη μορφή και περιλάμβαναν μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένες (επίπεδο II) ή μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες (επίπεδο I). Σε μεσοπειραματικό στάδιο αυξάνεται κατακόρυφα το ποσοστό των ερωτημάτων με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες σε διερευνήσιμη μορφή (επίπεδο II) στο 32,9%. Σ' αυτό το στάδιο σημαντικό ποσοστό των ερωτημάτων (22,2%) περιλάμβαναν δύο μεταβλητές σωστές και είχαν διερευνήσιμη μορφή (επίπεδο VI). Η αύξηση του ποσοστού των ερωτημάτων αυτής της μορφής (33,1%) σε μεταπειραματικό στάδιο καταδεικνύει τη βελτίωση της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος κατά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος.

Στον Πίνακα 4.4.5 και το Διάγραμμα 4.4.5 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 8, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 8 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών.

Πίνακας 4.4.5.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 8 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	3	1,8%	20	12,1%	27	16,2%
III	31	18,3%	54	32,7%	57	34,1%
II	8	4,7%	34	20,6%	29	17,4%
I	65	38,5%	39	23,6%	40	24%
0	62	36,7%	18	10,9%	14	8,4%
σύνολο	169	100%	165	100%	167	100%



Διάγραμμα 4.4.5. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 8 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Τα αποτελέσματα (Πίνακας 4.4.5 και Διάγραμμα 4.4.5) δείχνουν ότι σε προπειραματικό στάδιο 36,7% των απαντήσεων ήταν αναπάντητα ή δεν κατανόησαν την ερώτηση (επίπεδο 0) και 38,5% των απαντήσεων στηρίχθηκαν σε προηγούμενες εμπειρίες και δεν περιέγραψαν πείραμα (επίπεδο I). Σε μεσοπειραματικό στάδιο, δηλαδή μετά τη διδακτική παρέμβαση, τα ποσοστά των απαντήσεων στα ψηλότερα επίπεδα αυξάνονται σημαντικά. Συγκεκριμένα, 32,7% των απαντήσεων περιλάμβαναν αναγνώριση κάποιων μεταβλητών, σωστών ή λανθασμένων με σωστό χειρισμό τους (επίπεδο III), καθώς 12,1% των απαντήσεων

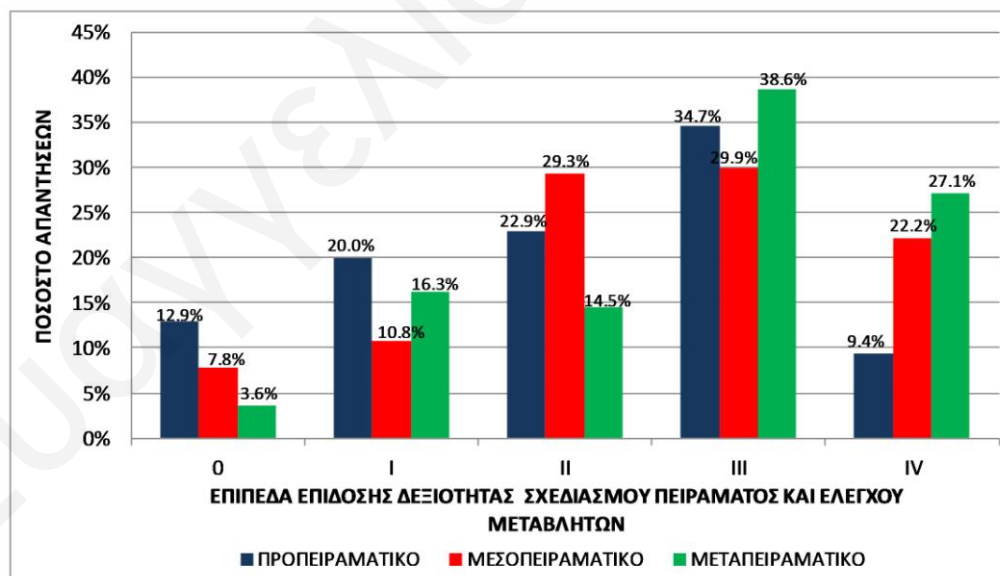
περιλάμβαναν αναγνώριση και σωστό χειρισμό όλων των μεταβλητών (επίπεδο IV). Σε μεταπειραματικό στάδιο, τα ποσοστά των απαντήσεων στα επίπεδα III και IV αυξάνονται ακόμα περισσότερο (επίπεδο III: 34,1% και επίπεδο IV: 16,2%).

Στον Πίνακα 4.4.6 και το Διάγραμμα 4.4.6 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 9, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 9 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών.

Πίνακας 4.4.6.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 9 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	16	9,4%	37	22,2%	45	27,1%
III	59	34,7%	50	29,9%	64	38,6%
II	39	22,9%	49	29,3%	24	14,5%
I	34	20%	18	10,8%	27	16,3%
0	22	12,9%	13	7,8%	6	3,6%
σύνολο	170	100%	167	100%	166	100%



Διάγραμμα 4.4.6. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 9 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.6 και το Διάγραμμα 4.4.6, στις απαντήσεις που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 9 και στα τρία στάδια του παρεμβατικού προγράμματος περιλαμβάνονται κυρίως στο επίπεδο III (προπειραματικό:

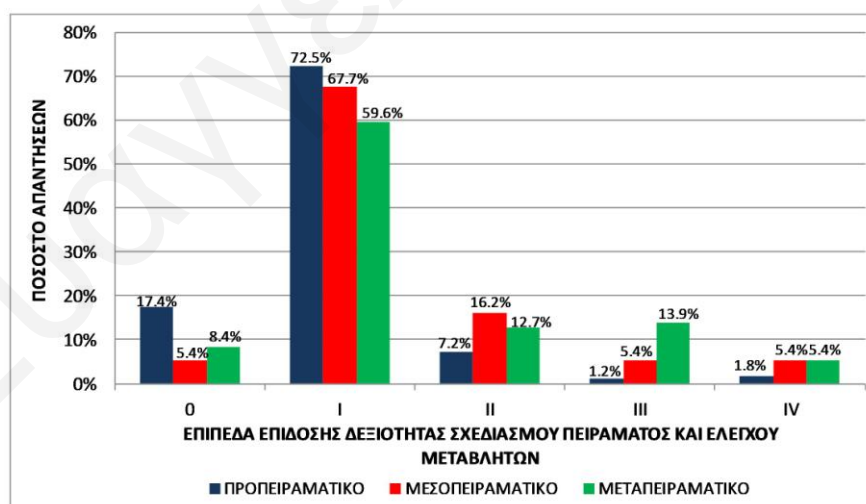
34,7%, μεσοπειραματικό: 29,9%, μεταπειραματικό: 38,6%). Ωστόσο, η βελτίωση στην επίδοση της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών φαίνεται αφενός από τη σταδιακή μείωση του ποσοστού του επιπέδου I (προπειραματικό: 12,9%, μεσοπειραματικό: 7,8%, μεταπειραματικό: 3,6%) και αφετέρου μέσα από τη σταδιακή αύξηση του επιπέδου IV (προπειραματικό: 9,4%, μεσοπειραματικό: 22,2%, μεταπειραματικό: 27,1%).

Στον Πίνακα 4.4.7 και το Διάγραμμα 4.4.7 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 11, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 11 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών.

Πίνακας 4.4.7.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 11 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	3	1,8%	9	5,4%	9	5,4%
III	2	1,2%	9	5,4%	23	13,9%
II	12	7,2%	27	16,2%	21	12,7%
I	121	72,5%	113	67,7%	99	59,6%
0	29	17,4%	9	5,4%	14	8,4%
σύνολο	167	100%	167	100%	166	100%



Διάγραμμα 4.4.7. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 11 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Τα αποτελέσματα που αφορούν στη χορήγηση του έργου αξιολόγησης 11 (Πίνακας 4.4.7, Διάγραμμα 4.4.7) δείχνουν επίσης σταδιακή βελτίωση της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών. Συγκεκριμένα, σε προπειραματικό στάδιο, το μεγαλύτερο ποσοστό

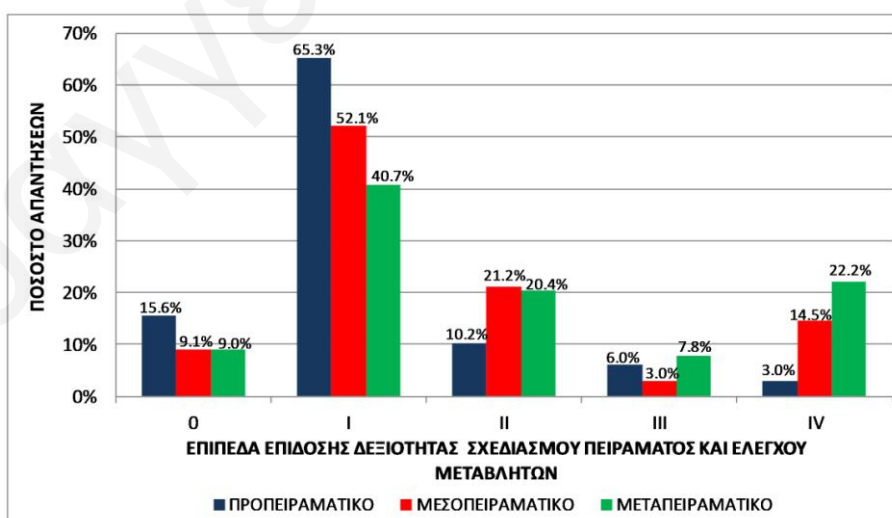
των απαντήσεων (72,5%) στηρίχθηκαν σε προηγούμενες εμπειρίες και δεν περιέγραφαν πείραμα (επίπεδο I). Τα ποσοστά του επιπέδου I μειώνονται στο 67,7% σε μεσοπειραματικό στάδιο και στο 59,6% σε μεταπειραματικό στάδιο. Στο επίπεδο IV τα ποσοστά των απαντήσεων αυξάνονται σταδιακά. Δηλαδή, οι απαντήσεις με αναγνώριση όλων των σωστών μεταβλητών και το σωστό χειρισμό τους σε προπειραματικό στάδιο είναι 1,8%, ενώ σε μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο είναι 5,4%.

Στον Πίνακα 4.4.8 και το Διάγραμμα 4.4.8 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 12, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 12 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών.

Πίνακας 4.4.8.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 12 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	5	3%	24	14,5%	37	22,2%
III	10	6%	5	3%	13	7,8%
II	17	10,2%	35	21,2%	34	20,4%
I	109	65,3%	86	52,1%	68	40,7%
0	26	15,6%	15	9,1%	15	9%
σύνολο	167	100%	165	100%	167	100%



Διάγραμμα 4.4.8. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 12 στα επίπεδα δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Η βελτίωση στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος και ελέγχου μεταβλητών καταδεικνύεται και από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.8 και το Διάγραμμα 4.4.8.

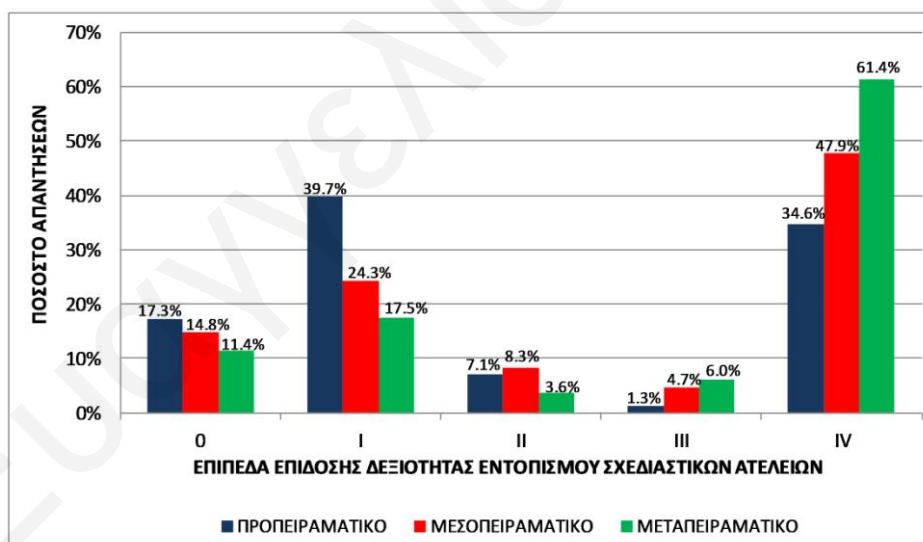
Αφενός, τα ποσοστά των απαντήσεων που στηρίζονται σε προηγούμενες εμπειρίες (επίπεδο I) μειώνονται σταδιακά (προπειραματικό: 65,3%, μεσοπειραματικό: 52,1%, μεταπειραματικό: 40,7%). Αφετέρου, τα ποσοστά των απαντήσεων με αναγνώριση όλων των σωστών μεταβλητών και το σωστό χειρισμό τους (επίπεδο IV) αυξάνονται (προπειραματικό: 3%, μεσοπειραματικό: 14,5%, μεταπειραματικό: 22,2%).

Στον Πίνακα 4.4.9 και το Διάγραμμα 4.4.9 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 14, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 14 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών.

Πίνακας 4.4.9.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 14 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	54	34,6%	81	47,9%	102	61,4%
III	2	1,3%	8	4,7%	10	6%
II	11	7,1%	14	8,3%	6	3,6%
I	62	39,7%	41	24,3%	29	17,5%
0	27	17,3%	25	14,8%	19	11,4%
σύνολο	156	100%	169	100%	166	100%



Διάγραμμα 4.4.9. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 14 στα επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Στον Πίνακα 4.4.9 και το Διάγραμμα 4.4.9 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην επίδοση της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών από τη χορήγηση του έργου αξιολόγησης 14 στο δείγμα 2. Η σταδιακή μείωση των ποσοστών των απαντήσεων που εμπίπτουν στο επίπεδο I (προπειραματικό: 39,7%, μεσοπειραματικό: 24,3%, μεταπειραματικό: 17,5%) και παράλληλα, η σταδιακή αύξηση του ποσοστού των

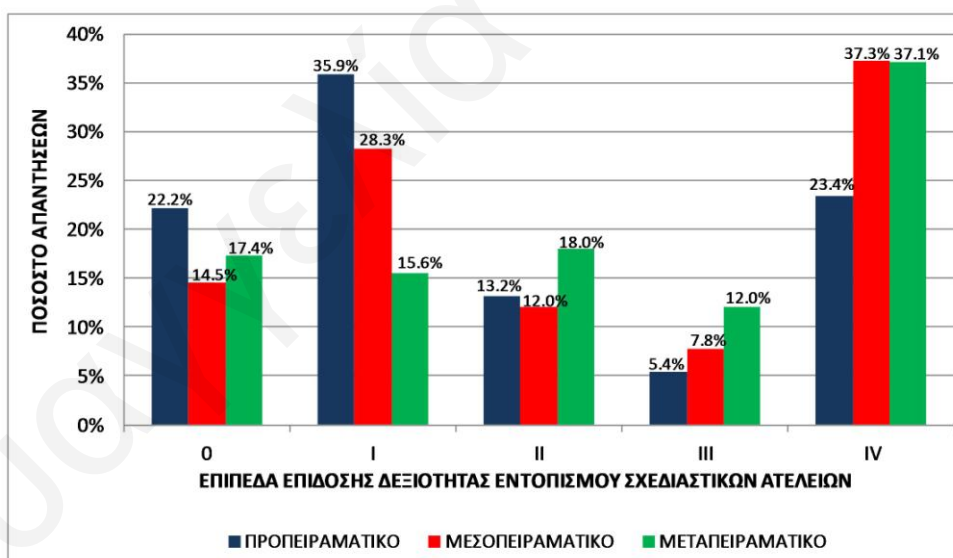
απαντήσεων που εμπίπτουν στο επίπεδο IV (προπειραματικό: 34,6%, μεσοπειραματικό: 47,9%, μεταπειραματικό: 61,4%) καταδεικνύουν γενική βελτίωση της επίδοσης των παιδιών στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών.

Στον Πίνακα 4.4.10 και το Διάγραμμα 4.4.10 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 15, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 15 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών.

Πίνακας 4.4.10.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 15 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	39	23,4%	62	37,3%	62	37,1%
III	9	5,4%	13	7,8%	20	12%
II	22	13,2%	20	12%	30	18%
I	60	35,9%	47	28,3%	26	15,6%
0	37	22,2%	24	14,5%	29	17,4%
σύνολο	167	100%	166	100%	167	100%



Διάγραμμα 4.4.10. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 15 στα επίπεδα δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Τα αποτελέσματα που αφορούν στη χορήγηση του έργου αξιολόγησης 15 επίσης καταδεικνύουν βελτίωση στην επίδοση της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών (Πίνακας 4.4.10, Διάγραμμα 4.4.10). Στο επίπεδο I, τα ποσοστά των απαντήσεων όπου τα παιδιά μαντεύουν την απάντηση ή στηρίζονται σε προηγούμενες παρατηρήσεις και κάνουν προβλέψεις για το αποτέλεσμα, μειώνονται σταδιακά (προπειραματικό: 35,9%,

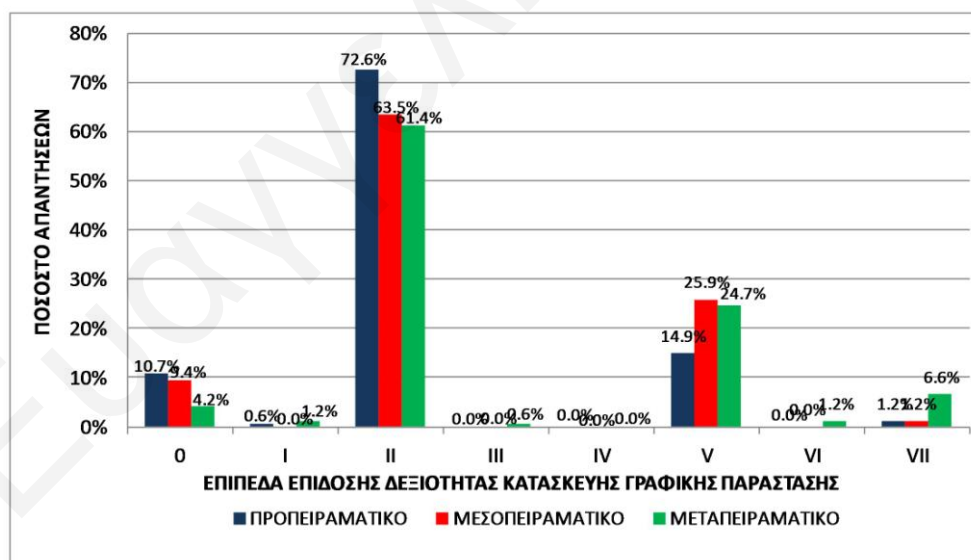
μεσοπειραματικό: 28,3%, μεταπειραματικό: 15,6%). Αντίθετα, στο επίπεδο IV, τα ποσοστά των απαντήσεων όπου τα παιδιά εντοπίζουν το λάθος στο σχεδιασμό και εισηγούνται τρόπους διόρθωσής του ώστε το πείραμα να είναι έγκυρο, αυξάνονται σταδιακά (προπειραματικό: 23,4%, μεσοπειραματικό: 37,1%, μεταπειραματικό: 37,1%).

Στον Πίνακα 4.4.11 και το Διάγραμμα 4.4.11 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 17, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 17 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης.

Πίνακας 4.4.11.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 17 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VII	2	1,2%	2	1,2%	11	6,6%
VI	0	0%	0	0%	2	1,2%
V	25	14,9%	44	25,9%	41	24,7%
IV	0	0%	0	0%	0	0%
III	0	0%	0	0%	1	0,6%
II	122	72,6%	108	63,5%	102	61,4%
I	1	0,6%	0	0%	2	1,2%
0	18	10,7%	16	9,4%	7	4,2%
σύνολο	168	100%	170	100%	166	100%



Διάγραμμα 4.4.11. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 17 στα επίπεδα δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Στα περισσότερα ραβδογράμματα που έφτιαξαν τα παιδιά στο έργο αξιολόγησης 17 (Διάγραμμα 4.4.11) δεν προσδιορίζονται οι μεταβλητές ή δεν γίνεται βαθμονόμηση των αξόνων (επίπεδο II). Τα ποσοστά των απαντήσεων που εμπίπτουν στο επίπεδο II μειώνονται

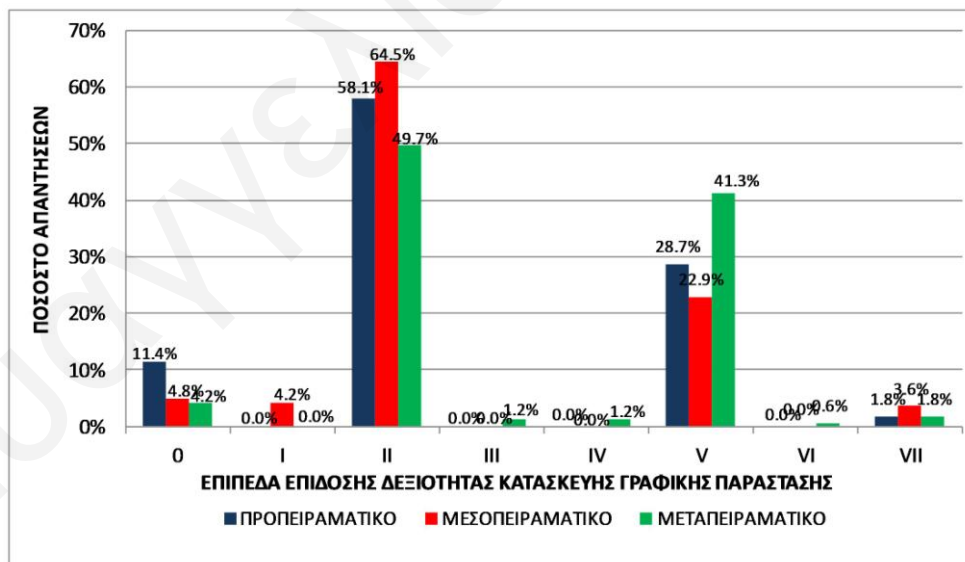
σταδιακά (προπειραματικό: 72,6%, μεσοπειραματικό: 63,5%, μεταπειραματικό: 61,4%), καθώς σε μεταπειραματικό στάδιο αυξάνονται τα ποσοστά των απαντήσεων στο επίπεδο V (24,7%) και VII (6,6%).

Στον Πίνακα 4.4.12 και το Διάγραμμα 4.4.12 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 18, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 18 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης.

Πίνακας 4.4.12.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 18 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VII	3	1,8%	6	3,6%	3	1,8%
VI	0	0%	0	0%	1	0,6%
V	48	28,7%	38	22,9%	69	41,3%
IV	0	0%	0	0%	2	1,2%
III	0	0%	0	0%	2	1,2%
II	97	58,1%	107	64,5%	83	49,7%
I	0	0%	7	4,2%	0	0%
0	19	11,4%	8	4,8%	7	4,2%
σύνολο	167	100%	166	100%	167	100%



Διάγραμμα 4.4.12. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 18 στα επίπεδα δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.12 και το Διάγραμμα 4.4.12 καταδεικνύουν, όπως και στην περίπτωση του έργου αξιολόγησης 17, ότι η πλειοψηφία των παιδιών κατασκευάζει ραβδογράμματα χωρίς να προσδιορίζουν τις μεταβλητές ή να βαθμονομούν τους άξονες (επίπεδο II). Το ποσοστό των απαντήσεων σ' αυτό το επίπεδο

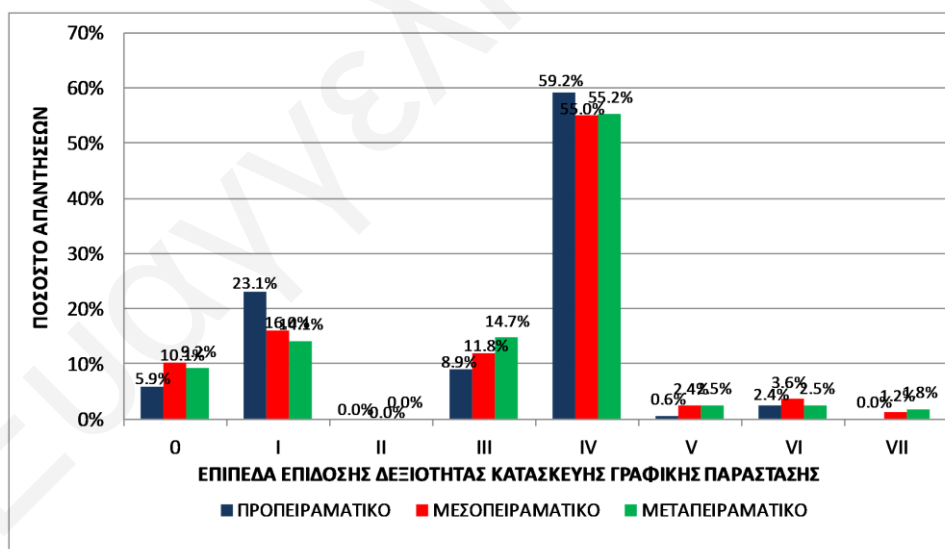
παρόλο που μειώνεται αισθητά, παραμένει ψηλό και σε μεταπειραματικό στάδιο (49,7%). Σε μεταπειραματικό στάδιο, όμως, παρατηρείται σημαντική αύξηση του ποσοστού του επιπέδου V (41,3%), όπου γίνεται σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή είναι προσδιορισμένη μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή βαθμονόμηση των αξόνων.

Στον Πίνακα 4.4.13 και το Διάγραμμα 4.4.13 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 19, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 19 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης.

Πίνακας 4.4.13.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 19 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VII	0	0%	2	1,2%	3	1,8%
VI	4	2,4%	6	3,6%	4	2,5%
V	1	0,6%	4	2,4%	4	2,5%
IV	100	59,2%	93	55%	90	55,2%
III	15	8,9%	20	11,8%	24	14,7%
II	0	0%	0	0%	0	0%
I	39	23,1%	27	16%	23	14,1%
0	10	5,9%	17	10,1%	15	9,2%
σύνολο	167	100%	169	100%	163	100%



Διάγραμμα 4.4.13. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 19 στα επίπεδα δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 4.4.13 παρατηρείται παραμονή υψηλού ποσοστού στο επίπεδο IV και στα τρία στάδια της έρευνας. Δηλαδή, η πλειοψηφία των παιδιών (προπειραματικό: 59,2%, μεσοπειραματικό: 55%, μεταπειραματικό: 55,2%) δεν

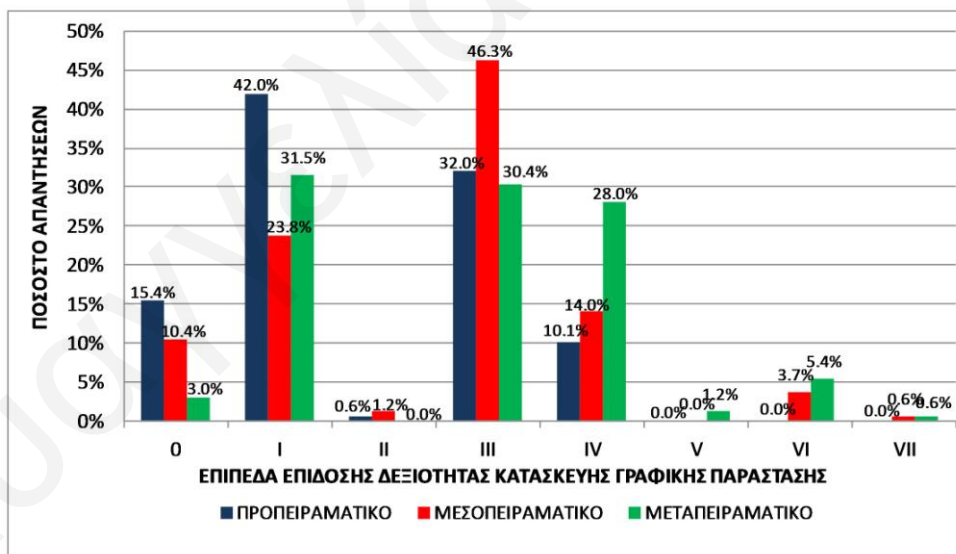
κατασκευάζουν γραμμική γραφική παράσταση, αλλά ραβδογράμματα με σωστή ή διπλή βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίζουν τις μεταβλητές.

Στον Πίνακα 4.4.14 και το Διάγραμμα 4.4.14 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 21, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 21 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης.

Πίνακας 4.4.14.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 21 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VII	0	0%	1	0,6%	1	0,6%
VI	0	0%	6	3,7%	9	5,4%
V	0	0%	0	0%	2	1,2%
IV	17	10,1%	23	14%	47	28%
III	54	32%	76	46,3%	51	30,4%
II	1	0,6%	2	1,2%	0	0%
I	71	42%	39	23,8%	53	31,5%
0	26	15,4%	17	10,4%	5	3%
σύνολο	169	100%	164	100%	168	100%



Διάγραμμα 4.4.14. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 21 στα επίπεδα δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Στην πλειοψηφία των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 21 και στα τρία στάδια της έρευνας, φαίνεται ότι δεν έχει επιλεγεί η κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης (επίπεδα I, III και IV). Το ποσοστό των απαντήσεων που εμπίπτουν στο επίπεδο I, όπου δεν προσδιορίζουν μεταβλητές ή βαθμονομούν άξονες, φαίνεται να μην μεταβάλλεται σημαντικά (προπειραματικό: 42%, μεσοπειραματικό: 23,8%, μεταπειραματικό: 31,5%). Το ίδιο

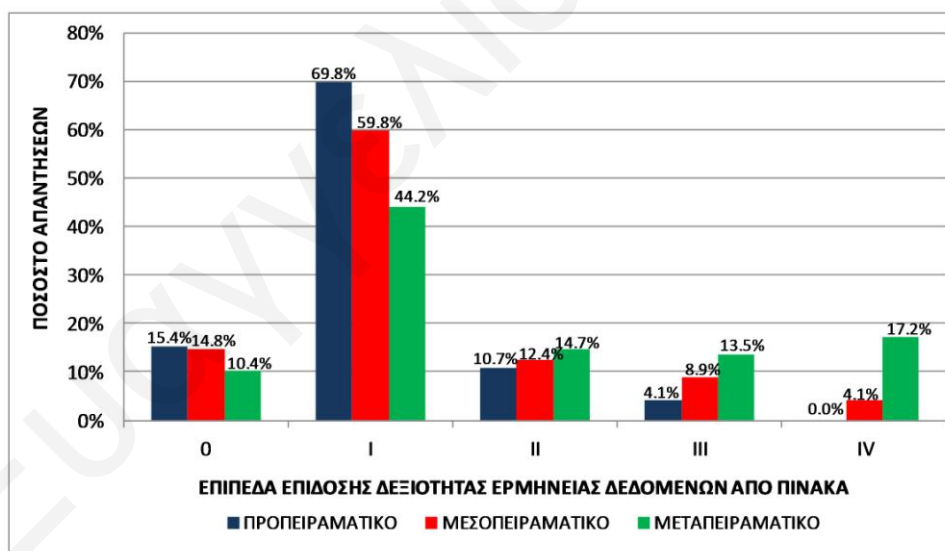
παρατηρείται και στο επίπεδο II, όπου προσδιορίζουν τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές, αλλά δεν βαθμονομούν τους άξονες (προπειραματικό: 32%, μεσοπειραματικό: 46,3%, μεταπειραματικό: 30,4%). Στην περίπτωση του επιπέδου IV, όπου κάνουν σωστή ή διπλή βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίζουν τις μεταβλητές, τα ποσοστά αυξάνονται σταδιακά (προπειραματικό: 10,1%, μεσοπειραματικό: 14%, μεταπειραματικό: 28%).

Στον Πίνακα 4.4.15 και το Διάγραμμα 4.4.15 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 22, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 22 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από Πίνακα.

Πίνακας 4.4.15.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 22 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	0	0%	7	4,1%	28	17,2%
III	7	4,1%	15	8,9%	22	13,5%
II	18	10,7%	21	12,4%	24	14,7%
I	118	69,8%	101	59,8%	72	44,2%
0	26	15,4%	25	14,8%	17	10,4%
σύνολο	169	100%	169	100%	167	100%



Διάγραμμα 4.4.15. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 22 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Τα αποτελέσματα που αφορούν στο έργο αξιολόγησης 22, καταδεικνύουν βελτίωση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα (Πίνακας 4.4.15, Διάγραμμα 4.4.15). Αφενός, μειώνεται σταδιακά το ποσοστό των απαντήσεων στο επίπεδο I, όπου μαντεύουν την απάντηση ή τη δικαιολογούν βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας (προπειραματικό:

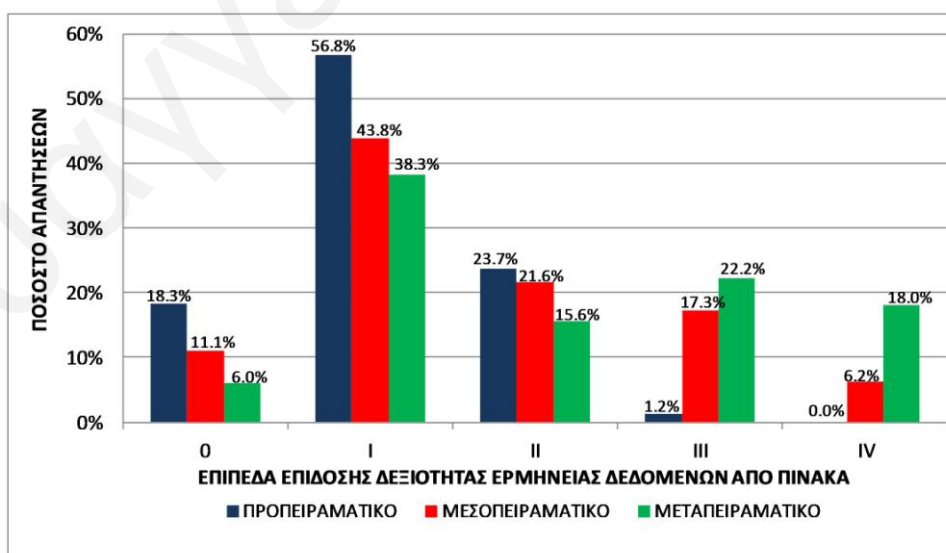
69,8%, μεσοπειραματικό: 59,8%, μεταπειραματικό: 44,2%). Αφετέρου, αυξάνεται σταδιακά παρόλο που είναι μικρό το ποσοστό των απαντήσεων στο επίπεδο III, όπου απομονώνουν μια μεταβλητή και στηρίζονται στις τιμές της χωρίς να αντιπαραβάλλουν με άλλες και να τις αποκλείουν (προπειραματικό: 4,1%, μεσοπειραματικό: 8,9%, μεταπειραματικό: 13,5%). Το ίδιο παρατηρείται και στη μεταβολή των ποσοστών των απαντήσεων που εμπίπτουν στο επίπεδο IV, όπου απομονώνουν μια μεταβλητή στηριζόμενοι στις τιμές της ίδιας αλλά και άλλων μεταβλητών τις οποίες αποκλείει (προπειραματικό: 0%, μεσοπειραματικό: 4,1%, μεταπειραματικό: 17,2%).

Στον Πίνακα 4.4.16 και το Διάγραμμα 4.4.16 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 23, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 23 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα.

Πίνακας 4.4.16.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 23 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	0	0%	10	6,2%	30	18%
III	2	1,2%	28	17,3%	37	22,2%
II	40	23,7%	35	21,6%	26	15,6%
I	96	56,8%	71	43,8%	64	38,3%
0	31	18,3%	18	11,1%	10	6%
σύνολο	169	100%	162	100%	167	100%



Διάγραμμα 4.4.16. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 23 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

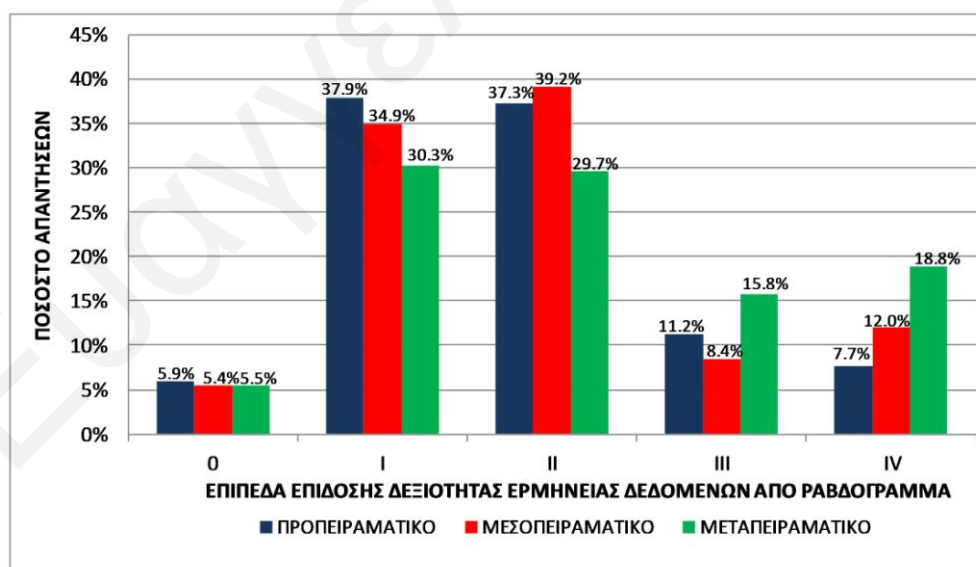
Η βελτίωση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα φαίνεται και στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 23 (Διάγραμμα 4.4.16). Τα ποσοστά του επιπέδου I μειώνονται σταδιακά (προπειραματικό: 56,8%, μεσοπειραματικό: 43,8%, μεταπειραματικό: 38,3%). Τα ποσοστά του επιπέδου III (προπειραματικό: 1,2%, μεσοπειραματικό: 17,3%, μεταπειραματικό: 22,2%) και του επιπέδου IV (προπειραματικό: 0%, μεσοπειραματικό: 6,2%, μεταπειραματικό: 18%) αυξάνονται σταδιακά.

Στον Πίνακα 4.4.17 και το Διάγραμμα 4.4.17 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 25, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 25 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα.

Πίνακας 4.4.17.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 25 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	13	7,7%	20	12%	31	18,8%
III	19	11,2%	14	8,4%	26	15,8%
II	63	37,3%	65	39,2%	49	29,7%
I	64	37,9%	58	34,9%	50	30,3%
0	10	5,9%	9	5,4%	9	5,5%
σύνολο	169	100%	166	100%	165	100%



Διάγραμμα 4.4.17. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 25 στα επίπεδα δεξιότητας Ερμηνεία Δεδομένων από Ραβδόγραμμα σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Οι απαντήσεις που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 25 και στα τρία στάδια της έρευνας εμπίπτουν στην πλειοψηφία τους στο επίπεδο I (προπειραματικό: 37,9%, μεσοπειραματικό:

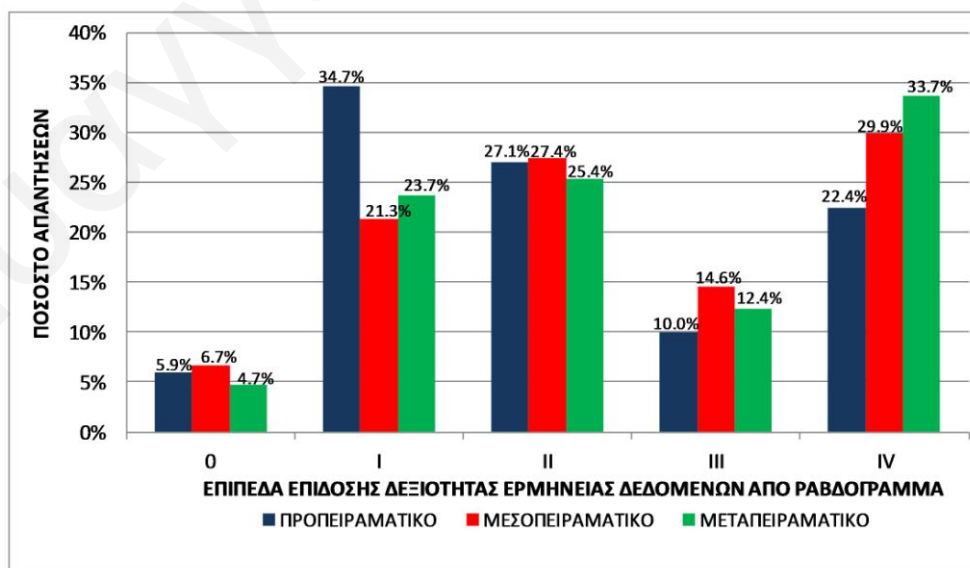
34,9%, μεταπειραματικό: 30,3%) και επίπεδο II (προπειραματικό: 37,3%, μεσοπειραματικό: 39,2%, μεταπειραματικό: 29,7%). Δηλαδή η πλειοψηφία των παιδιών μαντεύουν την απάντηση ή ερμηνεύουν το ραβδόγραμμα ως ρεαλιστική απεικόνιση (επίπεδο I) και κάνουν αόριστη αναφορά στο ραβδόγραμμα χωρίς να συγκρίνουν ή αναφέρουν συγκεκριμένες τιμές από το ραβδόγραμμα (επίπεδο II). Σταδιακά, όμως, παρατηρείται αύξηση του ποσοστού των απαντήσεων στις οποίες στηρίζονται σε συγκρίσεις συγκεκριμένων τιμών από το ραβδόγραμμα (προπειραματικό: 7,7%, μεσοπειραματικό: 12%, μεταπειραματικό: 18,8%).

Στον Πίνακα 4.4.18 και το Διάγραμμα 4.4.18 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 27, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 27 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα.

Πίνακας 4.4.18.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 27 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
IV	38	22,4%	49	29,9%	57	33,7%
III	17	10%	24	14,6%	21	12,4%
II	46	27,1%	45	27,4%	43	25,4%
I	59	34,7%	35	21,3%	40	23,7%
0	10	5,9%	11	6,7%	8	4,7%
σύνολο	170	100%	164	100%	169	100%



Διάγραμμα 4.4.18. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 27 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

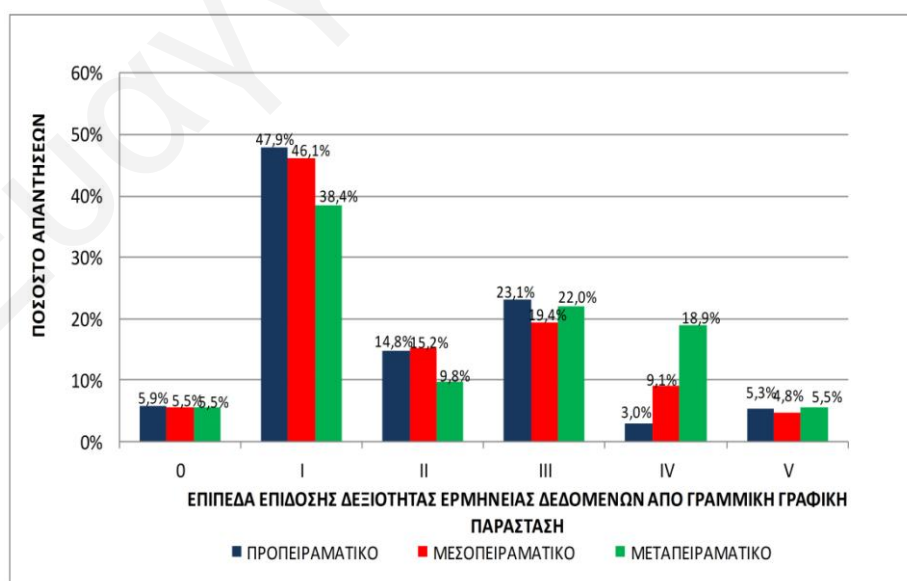
Η κατανομή των απαντήσεων που αφορούν στο έργο αξιολόγησης 27 (Διάγραμμα 4.4.18), το οποίο επίσης μετρά επιδόσεις στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα, είναι ομοιόμορφη με ίσα σχεδόν ποσοστά στα επίπεδα I, II και IV. Η βελτίωση στις επιδόσεις των παιδιών φαίνονται από το γεγονός ότι τα ποσοστά του επιπέδου I μειώνονται σταδιακά (προπειραματικό: 34,7%, μεσοπειραματικό: 21,3%, μεταπειραματικό: 23,7%), ενώ τα ποσοστά του επιπέδου IV (προπειραματικό: 22,4%, μεσοπειραματικό: 29,9%, μεταπειραματικό: 33,7%).

Στον Πίνακα 4.4.19 και το Διάγραμμα 4.4.19 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 28, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 28 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση.

Πίνακας 4.4.19.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 28 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
V	9	5,3%	8	4,8%	9	5,5%
IV	5	3%	15	9,1%	31	18,9%
III	39	23,1%	32	19,4%	36	22%
II	25	14,8%	25	15,2%	16	9,8%
I	81	47,9%	76	46,1%	63	38,4%
0	10	5,9%	9	5,5%	9	5,5%
σύνολο	169	100%	165	100%	164	100%



Διάγραμμα 4.4.19. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 28 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

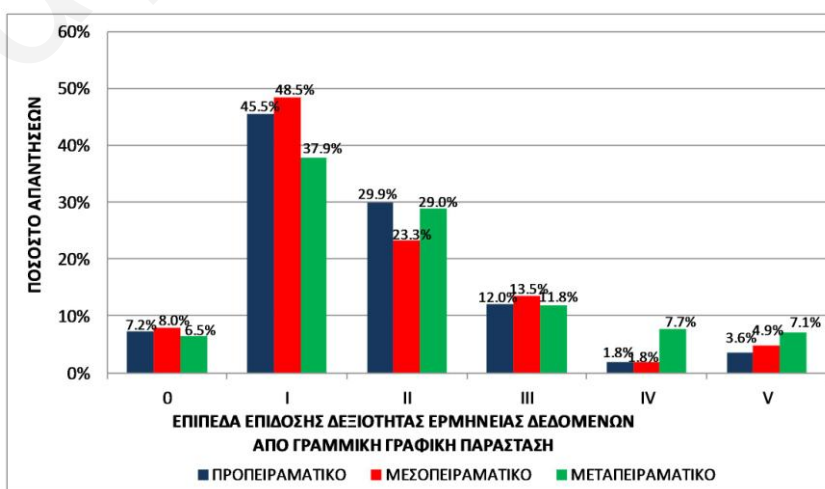
Τα αποτελέσματα που αφορούν στο έργο αξιολόγησης 28 (Πίνακας 4.4.19, Διάγραμμα 4.4.19) καταδεικνύουν ότι η πλειοψηφία των παιδιών και στα τρία στάδια της έρευνας έδωσαν απαντήσεις που εμπίπτουν στο επίπεδο I. Δηλαδή, μαντεύουν την απάντηση ή ερμηνεύουν τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση (προπειραματικό: 47,9%, μεσοπειραματικό: 46,1%, μεταπειραματικό: 38,4%). Παρόλο που η κατανομή των ποσοστών γενικά είναι σταθερή, εντούτοις, παρατηρείται σταδιακή αύξηση του ποσοστού των απαντήσεων που εμπίπτουν στο επίπεδο IV (προπειραματικό: 3%, μεσοπειραματικό: 9,1%, μεταπειραματικό: 18,9%). Δηλαδή, αυξάνεται το ποσοστό απαντήσεων όπου συγκρίνουν δύο σημεία αναφέροντας τιμές μιας παραμέτρου ή μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης.

Στον Πίνακα 4.4.20 και το Διάγραμμα 4.4.20 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 29, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 29 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση.

Πίνακας 4.4.20.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 29 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
V	6	3,6%	8	4,9%	12	7,1%
IV	3	1,8%	3	1,8%	13	7,7%
III	20	12%	22	13,5%	20	11,8%
II	50	29,9%	38	23,3%	49	29%
I	76	45,5%	79	48,5%	64	37,9%
0	12	7,2%	13	8%	11	6,5%
σύνολο	167	100%	163	100%	169	100%



Διάγραμμα 4.4.20. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 29 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

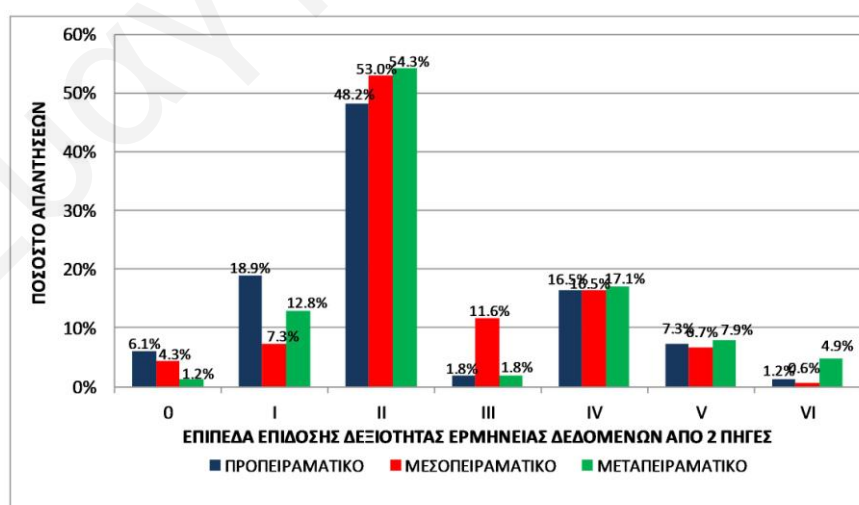
Οι απαντήσεις που έχουν δοθεί στο έργο αξιολόγησης 29, το οποίο μετρά τη δεξιότητα ερμηνείας γραμμικής γραφικής παράστασης δείχνει επίσης συγκέντρωση των ποσοστών στο επίπεδο I (προπειραματικό: 45,5%, μεσοπειραματικό: 48,5%, μεταπειραματικό: 37,9%). Η βελτίωση στην επίδοση της δεξιότητας καταδεικνύεται και σ' αυτή την περίπτωση από την αύξηση του ποσοστού των απαντήσεων που εμπίπτουν στο επίπεδο IV σε μεταπειραματικό στάδιο (7,7%). Επίσης αύξηση του ποσοστού σε μεταπειραματικό στάδιο παρατηρείται και στις απαντήσεις που εμπίπτουν στο επίπεδο V (7,1%).

Στον Πίνακα 4.4.21 και το Διάγραμμα 4.4.21 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 32, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 32 μετρά τις επιδόσεις στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών.

Πίνακας 4.4.21.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 32 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VI	2	1,2%	1	0,6	8	4,9%
V	12	7,3%	11	6,7%	13	7,9%
IV	27	16,5%	27	16,5%	28	17,1%
III	3	1,8%	19	11,6%	3	1,8%
II	79	48,2%	87	53%	89	54,3%
I	31	18,9%	12	7,3%	21	12,8%
0	10	6,1%	7	4,3%	2	1,2%
Σύνολο	164	100%	164	100%	164	100%



Διάγραμμα 4.4.21. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 32 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από 2 πηγές σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

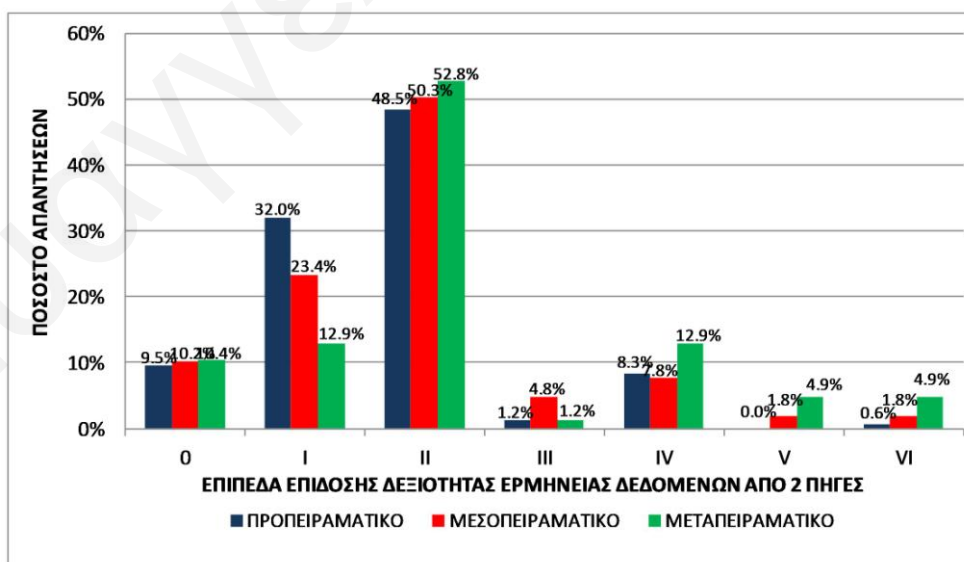
Οι απαντήσεις που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 32 φαίνεται ότι εμπίπτουν στην πλειοψηφία τους στο επίπεδο II (προπειραματικό: 48,2%, μεσοπειραματικό: 53%, μεταπειραματικό: 54,3%). Δηλαδή, στις απαντήσεις τους τα παιδιά στηρίζονται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές χωρίς να τα συγκρίνουν. Κάποια βελτίωση της δεξιότητας φαίνεται μέσα από μικρή αύξηση του ποσοστού των απαντήσεων που εμπίπτουν στο επίπεδο IV (4,9%).

Στον Πίνακα 4.4.22 και το Διάγραμμα 4.4.22 παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν στην κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων που δόθηκαν στο έργο αξιολόγησης 33, το οποίο χορηγήθηκε σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Το έργο αξιολόγησης 33 μετρά τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών.

Πίνακας 4.4.22.

Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 33 σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

επίπεδο	προπειραματικό στάδιο		μεσοπειραματικό στάδιο		μεταπειραματικό στάδιο	
	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό	συχνότητα	ποσοστό
VI	1	0,6%	3	1,8%	8	4,9%
V	0	0%	3	1,8%	8	4,9%
IV	14	8,3%	13	7,8%	21	12,9%
III	2	1,2%	8	4,8%	2	1,2%
II	82	48,5%	84	50,3%	86	52,8%
I	54	32%	39	23,4%	21	12,9%
0	16	9,5%	17	10,2%	17	10,4%
σύνολο	169	100%	167	100%	163	100%



Διάγραμμα 4.4.22. Κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων από δείγμα 2 στο έργο αξιολόγησης 33 στα επίπεδα δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από 2 πηγές σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο

Η εικόνα της κατανομής των ποσοστών των απαντήσεων στο έργο αξιολόγησης 33 είναι παρόμοια με αυτή στο έργο αξιολόγησης 32. Το επίπεδο II συγκεντρώνει τα ψηλότερα ποσοστά και στα τρία στάδια της έρευνας (προπειραματικό: 48,5%, μεσοπειραματικό: 50,3%, μεταπειραματικό: 52,8%). Κάποια βελτίωση της δεξιότητας παρατηρείται λόγω αύξησης του ποσοστού των απαντήσεων που εμπίπτουν στα επίπεδα V και VI σε μεταπειραματικό στάδιο (4,9%).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V: Ανάλυση

Περίληψη

Η περαιτέρω ανάλυση των ποσοτικών αποτελεσμάτων της έρευνας με την εφαρμογή στατιστικών ελέγχων και τεχνικών καταδεικνύει σημαντικά αποτελέσματα που αφορούν στην παρούσα έρευνα. Με την παραγοντική ανάλυση εντοπίζονται οι βασικές δεξιότητες που διέπουν τη διεργασία της διερεύνησης, ενώ με το στατιστικό μοντέλο IRT Partial Credit Rasch αφού ελέγχεται χωριστά ο βαθμός που συνάδουν τα έργα αξιολόγησης στη μέτρηση μιας δεξιότητας, επιχειρείται κατασκευή μιας έγκυρης και αξιόπιστης κλίμακας μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης. Στη συνέχεια, αφού ελέγχεται η κατανομή των δεδομένων με τη μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης, εφαρμόζονται ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney και ο έλεγχος επισημασμένης διάταξης Wilcoxon για σύγκριση βαθμού επιτεύγματος και επίδοσης. Επίσης υπολογίζεται ο συντελεστής συσχέτισης Spearman για εντοπισμό συσχετίσεων μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας περιλαμβάνει επεξεργασία των ποσοτικών δεδομένων με την εφαρμογή διαφόρων στατιστικών τεχνικών και ελέγχων. Η επιλογή και οι δυνατότητες των στατιστικών τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν συζητούνται εκτεταμένα στο Κεφάλαιο III: Μεθοδολογία. Σ' αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή αυτών των τεχνικών. Οι αναφορές και η περιγραφή των αποτελεσμάτων γίνονται βάσει των οδηγιών της APA (2005).

Αποτελέσματα παραγοντικής ανάλυσης

Τα αποτελέσματα από την παραγοντική ανάλυση αφορούν στα δεδομένα που έχουν προκύψει από τη χορήγηση του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης στο δείγμα 1 ($n=337$). Οι διάφοροι έλεγχοι που έγιναν στο πλαίσιο αυτής της ανάλυσης έχουν ως εξής:

(1) Προϋποθέσεις και περιορισμοί παραγοντικής ανάλυσης

Τα δεδομένα είναι σε διατακτική κλίμακα (0-1-2) και όχι σε αναλογική ή ισοδιαστημική. Αυτό, ωστόσο δεν αποτελεί περιορισμό στη χρήση της παραγοντικής ανάλυσης, αφού η όλη διαδικασία χρησιμεύει στον εντοπισμό των πτυχών (παραγόντων) της διερεύνησης και κατά πόσο αυτές συνάδουν με τον τρόπο που δομήθηκε το εργαλείο (Hutcheson & Sofroniou, 1999).

Το μέγεθος του δείγματος ($n=337$) θεωρείται επαρκές αφού είναι >300 (Hutcheson & Sofroniou, 1999) και επιτρέπει τον εντοπισμό των πτυχών (παραγόντων) και τον υπολογισμό του ποσοστού που ερμηνεύεται ο καθένας από τα 33 έργα αξιολόγησης που συναποτελούν το εργαλείο.

(2) Έλεγχος καταλληλότητας δείγματος

Το στατιστικό μέτρο KMO (Kaiser-Mayer-Olkin statistics) έχει τιμή 0.836 και θεωρείται υψηλή αφού είναι >0.7 (Hutcheson & Sofroniou, 1999; Kaiser, 1974). Ως εκ τούτου, το δείγμα θεωρείται κατάλληλο για επεξεργασία με παραγοντική ανάλυση.

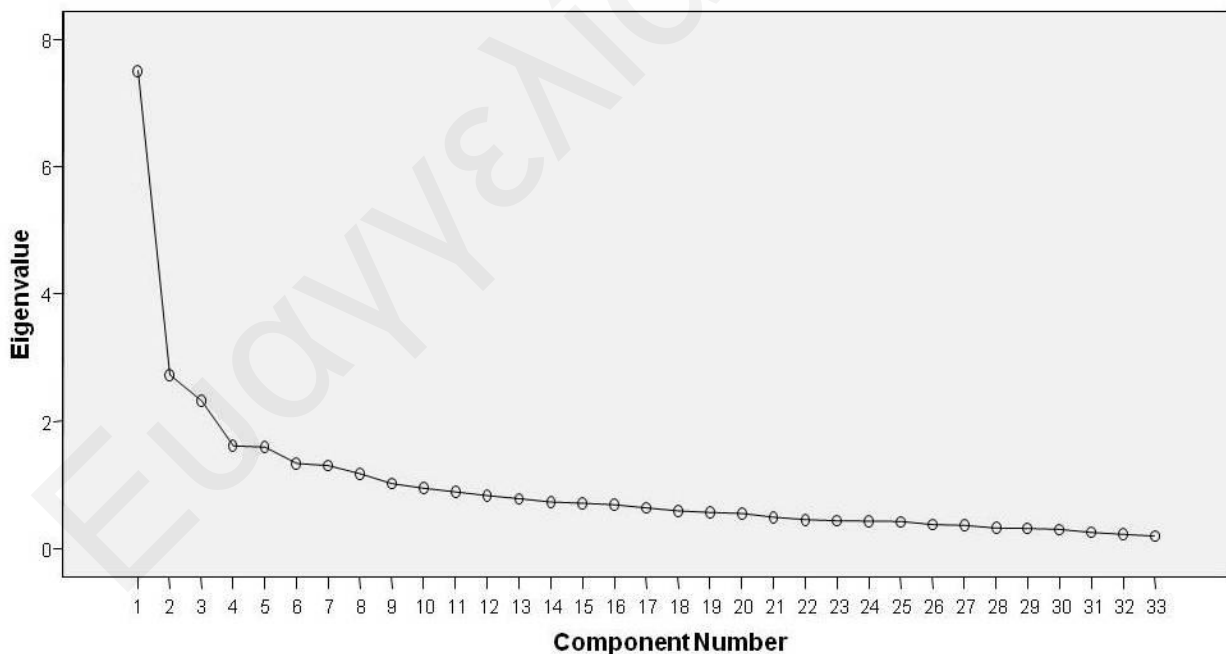
(3) Έλεγχος καταλληλότητας δεδομένων

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του τεστ σφαιρικότητας του Bartlett (Bartlett's Test of Sphericity), τα δεδομένα θεωρούνται κατάλληλα για επεξεργασία με τη στατιστική μέθοδο της παραγοντικής ανάλυσης, αφού υπάρχει στατιστικά σημαντική πιθανότητα ($\chi^2_{(0,528)}=2837.027, p<.05$) να υπάρχουν συσχετίσεις μεταξύ κάποιων μεταβλητών.

(3) Εξαγωγή και επιλογή παραγόντων (μέθοδος ανάλυσης βασικών συνιστώσων (Principal Component Analysis) με Ορθογώνια Περιστροφή των αξόνων με τη μέθοδο Varimax)

Η επιλογή των παραγόντων έγινε με βάση δύο κριτήρια:

- (α) το κριτήριο της ιδιοτιμής (eigenvalue), το οποίο παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.1.1 και
- (β) το κριτήριο του ποσοστού διακύμανσης που ερμηνεύουν οι παράγοντες, το οποίο παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.1.1.



Διάγραμμα 5.1.1. Scree

Πίνακας 5.1.1.

Ποσοστό διακύμανσης που ερμηνεύεται από τους παράγοντες

παράγοντες	αρχικές τιμές ιδιοτιμής (eigenvalues)		
	Σύνολο	ποσοστό διακύμανσης %	αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης %
παράγοντας 1	7.501	22.732%	22.732%
παράγοντας 2	2.723	8.253%	30.985%
παράγοντας 3	2.319	7.028%	38.013%
παράγοντας 4	1.610	4.879%	42.892%
παράγοντας 5	1.588	4.811%	47.703%
παράγοντας 6	1.332	4.037%	51.740%
παράγοντας 7	1.299	3.937%	55.677%
παράγοντας 8	1.171	3.548%	59.224%
παράγοντας 9	1.015	3.077%	62.301%

p<.05

Στο Διάγραμμα 5.1.1 φαίνεται ότι εννέα παράγοντες έχουν ιδιοτιμή >1 και αυτοί κρίνονται ως ερμηνεύσιμοι (Hutcheson & Sofroniou, 1999; Sharma, 1996). Το ποσοστό διακύμανσης το οποίο ερμηνεύεται από τους παράγοντες αυτούς (62.301%), όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.1.1, θεωρείται ικανοποιητικό.

(4) Έλεγχος συνεισφοράς των μεταβλητών

Το ποσοστό της διακύμανσης κάθε μεταβλητής (communalities) σε κάθε παράγοντα (Πίνακας 5.1.2) και οι φορτίσεις των μεταβλητών (loadings) σε κάθε παράγοντα (Πίνακας 5.1.3) καταδεικνύουν τη συνεισφορά των μεταβλητών στους παράγοντες που έχουν εξαχθεί.

Πίνακας 5.1.2.

Ποσοστό διακύμανσης κάθε μεταβλητής στους παράγοντες

έργο αξιολόγησης	ποσοστό διακύμανσης (communalities)	
	αρχικό	μετά την περιστροφή
έργο 1	1.000	.669
έργο 2	1.000	.689
έργο 3	1.000	.619
έργο 4	1.000	.722
έργο 5	1.000	.536
έργο 6	1.000	.595
έργο 7	1.000	.514
έργο 8	1.000	.568
έργο 9	1.000	.560
έργο 10	1.000	.655
έργο 11	1.000	.700
έργο 12	1.000	.688
έργο 13	1.000	.628
έργο 14	1.000	.539
έργο 15	1.000	.488
έργο 16	1.000	.532
έργο 17	1.000	.631
έργο 18	1.000	.729
έργο 19	1.000	.724
έργο 20	1.000	.742
έργο 21	1.000	.700
έργο 22	1.000	.598
έργο 23	1.000	.542
έργο 24	1.000	.500
έργο 25	1.000	.665
έργο 26	1.000	.671
έργο 27	1.000	.583
έργο 28	1.000	.625
έργο 29	1.000	.712
έργο 30	1.000	.720
έργο 31	1.000	.400
έργο 32	1.000	.632
έργο 33	1.000	.689

Στον Πίνακα 5.1.2 φαίνεται ότι μετά την περιστροφή τα ποσοστά διακύμανσης κάθε μεταβλητής (έργου αξιολόγησης) στους παράγοντες (πτυχές διερεύνησης) παίρνουν τιμές από 40% (έργο 31) μέχρι 74,2% (έργο 20). Το αρχικό ποσοστό για κάθε μεταβλητή έχει την τιμή 1, αφού υπολογίζεται για όλη τη διακύμανση των δεδομένων.

Πίνακας 5.1.3.

Φορτίσεις μεταβλητών σε κάθε παράγοντα μετά την περιστροφή

έργο αξιολόγησης	παράγοντες								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
έργο 12	.775	.143	.106	.110	.154	.027	.122	-.005	.059
έργο 11	.742	.073	-.030	.180	.260	-.081	.073	-.166	.061
έργο 10	.720	.049	.096	.111	.122	.098	.189	.225	.041
έργο 7	.597	.094	.338	.108	.106	.028	.042	.075	.048
έργο 9	.588	.097	.087	-.088	.060	.113	-.012	.275	.313
έργο 8	.545	.048	.211	.136	-.055	-.084	.138	.399	-.131
έργο 14	.502	.178	.202	-.011	.020	-.022	.035	.412	-.206
έργο 18	-.003	.808	.066	-.053	.048	.013	.231	.106	-.039
έργο 17	.094	.742	.024	-.030	.037	.124	-.044	.200	.110
έργο 21	.084	.692	.205	.255	.292	-.043	.112	.065	-.060
έργο 20	.172	.665	.355	.311	.110	-.062	-.019	-.157	-.082
έργο 16	.227	.607	.063	.047	-.034	.039	-.041	-.092	.306
έργο 19	.115	.512	.303	.482	.223	-.148	-.125	-.183	.057
έργο 4	.082	.153	.698	-.144	.265	.118	.117	-.157	.248
έργο 5	.127	.137	.670	.127	.076	.070	.047	.085	.129
έργο 6	.339	.130	.628	.172	-.018	-.071	.007	.094	-.155
έργο 15	.325	.277	.399	.142	-.157	-.103	.083	.274	.093
έργο 29	.234	.114	.012	.681	-.340	.047	-.103	-.060	.220
έργο 28	.202	-.015	-.033	.568	.273	.249	-.025	.331	-.117
έργο 30	-.164	.153	.200	.562	.100	.538	.047	.103	-.043
έργο 31	.293	.072	.122	.473	.182	.073	.177	-.010	.035
έργο 33	-.016	.271	.269	.438	.430	-.074	.046	.199	.345
έργο 22	.241	.123	.005	.216	.662	.050	.005	.122	.147
έργο 24	.070	.147	.219	-.039	.613	-.081	-.152	.035	.129
έργο 23	.378	.014	-.013	-.006	.594	.029	.157	-.035	-.137
έργο 26	-.102	.017	.107	.025	-.025	.787	-.121	-.117	-.010
έργο 25	.099	-.013	-.066	.161	.039	.777	.016	.113	-.083
έργο 27	.202	.017	-.056	-.090	-.108	.595	-.122	-.285	.262
έργο 1	.101	.021	.101	-.020	-.194	-.131	.750	.123	.124
έργο 2	.250	.123	.010	.047	.178	-.005	.749	-.016	-.124
έργο 3	.101	.034	.069	.000	.031	-.101	.558	-.104	.519
έργο 13	.220	.063	-.001	.040	.111	-.102	.009	.738	.081
έργο 32	.070	.193	.299	.243	.276	.067	.078	.100	.587

Extraction method: Principal Component Analysis

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization

a. Rotation converged in 15 iterations

Στον Πίνακα 5.1.3 τα έργα αξιολόγησης σειροθετούνται ανάλογα με την τιμή φόρτισης κάθε έργου. Δηλαδή, ανάλογα με το ποσοστό της μεταβλητής (έργο αξιολόγησης) που ερμηνεύεται από κάθε παράγοντα. Οι τιμές φόρτισης καταδεικνύουν ότι το εργαλείο συναποτελείται από εννέα διακριτούς παράγοντες, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από φορτίσεις μεταβλητών σ' αυτούς. Οι φορτίσεις θεωρούνται σημαντικές αφού είναι >0.4 (Hutcheson & Sofroniou, 1999). Όμως, για να θεωρηθεί ότι ένας παράγοντας αντιστοιχεί με μια από τις πτυχές βάσει των οποίων έχει δομηθεί το εργαλείο, θα πρέπει να μπορεί να ερμηνεύσει τουλάχιστον 3 μεταβλητές (έργα) με φόρτιση >0.4 . Ως εκ τούτου, ο παράγοντας 8 (έργο 13: .738) και παράγοντας 9 (έργο 32: .587) δεν μπορούν να αντιστοιχηθούν με καμιά από τις πτυχές της διερεύνησης, αφού μόνο μια μεταβλητή μπορούν να ερμηνεύσουν.

(5) Ερμηνεία/αναγνώριση παραγόντων

Για την ερμηνεία/αναγνώριση των εξαχθέντων παραγόντων έγινε ομαδοποίηση των έργων που μπορεί να ερμηνεύσει ο καθένας (βάσει της ψηλότερης φόρτισης κάθε μεταβλητής) και αντιπαραβάλλεται με την πτυχή, την οποία κάθε έργο έχει κατασκευαστεί για να μετρά. Σε κάθε περίπτωση υπολογίζεται ο δείκτης εσωτερικής αξιοπιστίας cronbach's alpha.

Στους πίνακες 5.1.4A – 5.1.4H παρουσιάζονται τα έργα που ερμηνεύονται από κάθε παράγοντα, η φόρτισή τους και η δεξιότητα που μετρά κάθε έργο.

Πίνακας 5.1.4A.

Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 1

έργο αξιολόγησης	δεξιότητα που μετρά	Φόρτιση
έργο 12		.775
έργο 11		.742
έργο 10		.720
έργο 7	σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	.597
έργο 9		.588
έργο 8		.545
έργο 14	εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	.502

cronbach's alpha = .829

cronbach's alpha (χωρίς το έργο 14) = .823

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.1.4A καταδεικνύουν ότι ο παράγοντας 1 μπορεί να ερμηνεύσει τα έργα 7-12, τα οποία κατασκευάστηκαν για μέτρηση της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών, αλλά και το έργο 14, το οποίο κατασκευάστηκε για αξιολόγηση της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών. Η τιμή του δείκτη αξιοπιστίας cronbach's alpha είναι επαρκής (>0.7) και δεν διαφοροποιείται πολύ στην περίπτωση αποκλεισμού του έργου 14. Αξίζει να σημειωθεί ότι το έργο 14 ερμηνεύεται και από τον παράγοντα 8 (τιμή φόρτισης=.412, Πίνακας 5.1.3).

Πίνακας 5.1.4B.

Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 2

έργο αξιολόγησης	δεξιότητα που μετρά	φόρτιση
έργο 18		.808
έργο 17		.742
έργο 21		.692
έργο 20	κατασκευή γραφικής παράστασης	.665
έργο 16		.607
έργο 19		.512
έργο 18		.808

cronbach's alpha = .796

Ο παράγοντας 2 φαίνεται ότι ερμηνεύει τα έργα 16-21, τα οποία κατασκευάστηκαν για να μετρούν τη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης (Πίνακας 5.1.4B). Ο δείκτης

αξιοπιστίας cronbach's alpha=.796 είναι επαρκής και δείχνει ότι υπάρχει εσωτερική συνέπεια στη μέτρηση των έργων.

Πίνακας 5.1.4Γ.

Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 3

έργο αξιολόγησης	δεξιότητα που μετρά	φόρτιση
έργο 4		.698
έργο 5	διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος	.670
έργο 6		.628
έργο 15	εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	.399

cronbach's alpha = .654

cronbach's alpha (χωρίς το έργο 15) = .607

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.1.4Γ καταδεικνύουν ότι ο παράγοντας 3 μάλλον αντιστοιχεί με τη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος, η οποία μετρείται από τα έργα 4-6 παρά με τη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών που μετρείται με το έργο 15. Η φόρτιση των έργων 4-6 είναι ικανοποιητική (>0.4), σε αντίθεση με τη φόρτιση του έργου 15 που είναι χαμηλή (<0.4). Ο δείκτης αξιοπιστίας cronbach's alpha (=0.654) μειώνεται λίγο με τον αποκλεισμό του έργου 15 (=0.607).

Πίνακας 5.1.4Δ.

Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 4

έργο αξιολόγησης	δεξιότητα που μετρά	φόρτιση
έργο 29		.681
έργο 28	ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	.568
έργο 30		.562
έργο 31	ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	.473
έργο 33		.438

cronbach's alpha = .659

cronbach's alpha (χωρίς το έργο 31)= .608

cronbach's alpha (χωρίς το έργο 33)= .612

cronbach's alpha (χωρίς τα έργα 31 και 33)= .569

cronbach's alpha (χωρίς τα έργα 28, 29 και 30) = .522

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.4Δ δείχνουν ότι ο παράγοντας 4 ερμηνεύει τα έργα 28-30, τα οποία μετρούν την ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση και τα έργα 31 και 33, τα οποία μετρούν την ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών. Η φόρτιση των έργων 28-30 είναι ψηλότερη (>0.5) από τη φόρτιση των έργων 31 και 33 (<0.5). Ο δείκτης αξιοπιστίας cronbach's alpha μειώνεται περισσότερο με τον αποκλεισμό των έργων 28, 29 και 30 παρά με τον αποκλεισμό των έργων 31 και 33.

Πίνακας 5.1.4Ε.

Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 5

έργο αξιολόγησης	δεξιότητα που μετρά	φόρτιση
έργο 22		.662
έργο 24	ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	.613
έργο 23		.594

cronbach's alpha = .577

Στον Πίνακα 5.1.4E φαίνεται ότι ο παράγοντας 5 συνάδει με τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από Πίνακα, την οποία κατασκευάστηκαν για να μετρούν τα έργα 22-24. Η φόρτιση των έργων είναι σημαντική (>0.4), παρόλο που ο δείκτης αξιοπιστίας cronbach's alpha δεν είναι επαρκής (<0.7).

Πίνακας 5.1.4Z.

Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 6

έργο αξιολόγησης	δεξιότητα που μετρά	φόρτιση
έργο 26		.787
έργο 25	ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	.777
έργο 27		.595

cronbach's alpha = .630

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.1.4Z καταδεικνύουν ότι ο παράγοντας 6 συνάδει με τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα. Τα έργα 25-27 έχουν ψηλές φορτίσεις (>0.4).

Πίνακας 5.1.4H.

Έργα αξιολόγησης που ερμηνεύονται από τον παράγοντα 7

έργο αξιολόγησης	δεξιότητα που μετρά	φόρτιση
έργο 1		.750
έργο 2	αναγνώριση μεταβλητών	.749
έργο 3		.558

cronbach's alpha = .587

Ο παράγοντας 7 φαίνεται ότι ταυτίζεται με τη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών (Πίνακας 5.1.4H), η οποία στο εργαλείο μετρείται με τα έργα 1- 3. Οι φορτίσεις των έργων είναι ψηλές (>0.7).

Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου IRT Partial Credit Rasch

Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου IRT Partial Credit Rasch κατά ένα παράγοντα αφορούν στην επεξεργασία δεδομένων από χορήγηση του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης που βρίσκονται σε κλίμακα με τιμές 0-1-2. Πιο κάτω, παρουσιάζονται αποτελέσματα των στατιστικών ελέγχων που έγιναν στο πλαίσιο της εφαρμογής του μοντέλου σε τρεις περιπτώσεις: (α) σε προπείραματικά δεδομένα από το δείγμα 1 ($n=337$) για 33 έργα, (β) σε προπείραματικά δεδομένα από το δείγμα 1 ($n=337$) για 22 έργα και (γ) σε προπείραματικά δεδομένα από το δείγμα 1 και δείγμα 2 ($n=509$) για 33 έργα.

(α) Εφαρμογή του μοντέλου IRT Partial Credit Rasch για δεδομένα από το δείγμα 1 για 33 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

(1) στατιστικός έλεγχος fit statistics για 33 έργα αξιολόγησης

Τα αποτελέσματα από το στατιστικό έλεγχο fit statistics των 33 έργων αξιολόγησης (Πίνακας 5.2.1), τα οποία χορηγήθηκαν σε 337 παιδιά σε προπείραματικό στάδιο, καταδεικνύουν ότι τρεις περιπτώσεις (το έργο 1, το έργο 26 και το έργο 27) δεν ταιριάζουν στο προτεινόμενο μοντέλο μονοδιάστατης κλίμακας μέτρησης Rasch, αφού οι στατιστικοί δείκτες είναι μεγαλύτεροι από 1.3 (Bond & Fox, 2001). Το έργο 1 αφορά σε μέτρηση της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών, ενώ τα έργα 26 και 27 αφορούν σε μέτρηση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα (Παράρτημα II). Γενικά, οι υπόλοιπες τιμές infit κυμαίνονται από 0.75 μέχρι 1.23 και θεωρούνται ότι ταιριάζουν στο μοντέλο της κλίμακας μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης που έχει προκύψει (Bond & Fox, 2001).

Πίνακας 5.2.1.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για 33 έργα αξιολόγησης (v=337)

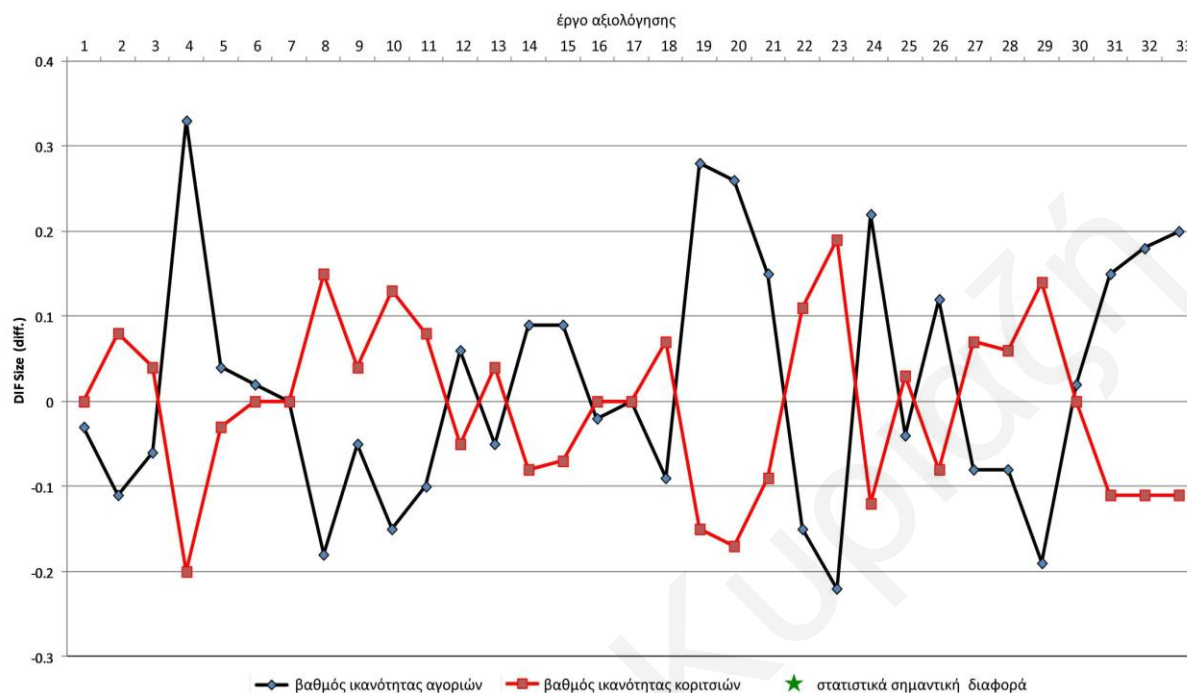
έργο αξιολόγησης	Raw		Measure	SE	Infit		Outfit		
	Score	Count			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	
1	129	308	-.34	.08	1.31	3.4	1.87	3.7	
2	72	297	.10	.10	1.07	.6	1.00	.1	
3	62	313	.27	.11	1.14	1.0	1.43	1.4	
4	113	310	-.05	.09	1.02	.2	1.05	.4	
5	124	312	.03	.10	.93	-.8	.92	-.7	
6	116	297	-.24	.09	.95	-.5	1.06	.4	
7	187	307	-.05	.11	.84	-2.2	.84	-2.3	
8	189	310	-.29	.10	.97	-.3	.96	-.5	
9	231	297	-.71	.11	.95	-.6	.95	-.6	
10	243	312	-.98	.07	.81	-3.5	.71	-3.0	
11	114	291	-.16	.09	.89	-1.2	.71	-2.0	
12	240	314	-.95	.07	.75	-4.6	.70	-3.4	
13	197	311	-.75	.07	1.23	3.6	1.33	2.1	
14	320	297	-1.45	.07	1.09	1.4	1.39	3.0	
15	202	309	-.78	.07	.95	-.9	.86	-1.0	
16	194	307	-.74	.07	1.05	.8	1.12	.9	
17	126	290	-.41	.08	1.05	.6	1.12	.6	
18	126	299	-.36	.08	1.02	.2	1.39	1.6	
19	66	307	.40	.12	.85	-1.1	.70	-1.5	
20	68	289	.46	.12	.79	-1.7	.65	-2.1	
21	53	288	.62	.13	.79	-1.4	.53	-2.4	
22	62	305	1.16	.14	.89	-.9	.76	-1.7	
23	42	291	1.19	.16	.95	-.2	.83	-.8	
24	13	305	1.70	.25	.91	-.1	.59	-.9	
25	101	302	-.06	.09	1.20	1.9	1.26	1.4	
26	90	295	-.03	.10	1.35	2.9	2.13	4.0	
27	177	305	-.60	.08	1.38	5.2	1.74	5.0	
28	82	301	.45	.12	.96	-.3	.95	-.2	
29	59	306	.31	.11	1.06	.5	1.10	.4	
30	47	292	.44	.12	.97	-.1	1.09	.4	
31	89	293	.80	.13	.91	-1.0	.84	-1.4	
32	71	306	.30	.11	.88	-.9	.78	-1.0	
33	39	302	.74	.14	.84	-.8	.80	-.6	
		Mean:	.00	.11	.99	.0	1.03	.0	
		SD:	.68	.03	.16	1.9	.36	2.0	
		Item separation	= 5.89						
		Item reliability	= .97						

Το μοντέλο έχει συντελεστή αξιοπιστίας (item reliability) είναι >.9 και θεωρείται ψηλό και άρα δεν τίθεται θέμα μικρής διακύμανσης του βαθμού δυσκολίας των έργων ή μεγέθους του δείγματος. Επίσης το separation των έργων είναι ικανοποιητικό (=5.89), γεγονός το οποίο καταδεικνύει ότι το δείγμα είναι αρκετά μεγάλο για να επιβεβαιωθεί η ιεράρχηση των έργων στο μοντέλο (Linacre, 2012).

(2α) ανάλυση διαφορικής λειτουργίας των έργων (DIF) για το φύλο

Στο Διάγραμμα 5.2.1 διαφάνηκε ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στο βαθμό ικανότητας στα έργα αξιολόγησης, εκτός από δύο περιπτώσεις (τα έργα 7 και 17 που

αξιολογούν το σχεδιασμό πειράματος & έλεγχο μεταβλητών και την κατασκευή γραφικής παράστασης, αντίστοιχα.



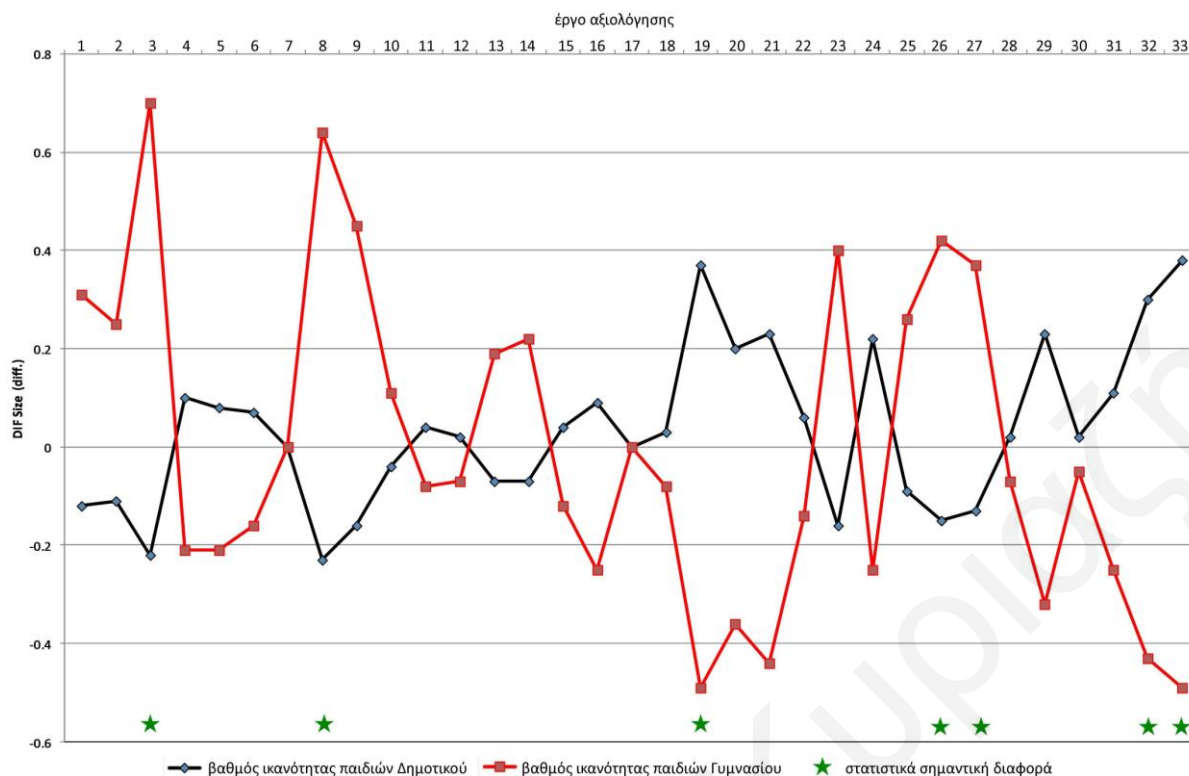
Διάγραμμα 5.2.1. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στα 33 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

Οι μεγαλύτερες διαφορές επισημαίνονται στα έργα 4, 19, 20 και 23, χωρίς, ωστόσο, να είναι στατιστικά σημαντικές.

(2β) ανάλυση διαφορικής λειτουργίας των έργων (DIF) για το επίπεδο εκπαίδευσης

Στην ανάλυση της διαφορικής λειτουργίας των έργων φαίνεται επίσης ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στο βαθμό ικανότητας σε όλα τα έργα αξιολόγησης, εκτός από τα έργα 7 (σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών) και 17 (κατασκευή γραφικής παράστασης) (Διάγραμμα 5.2.2).

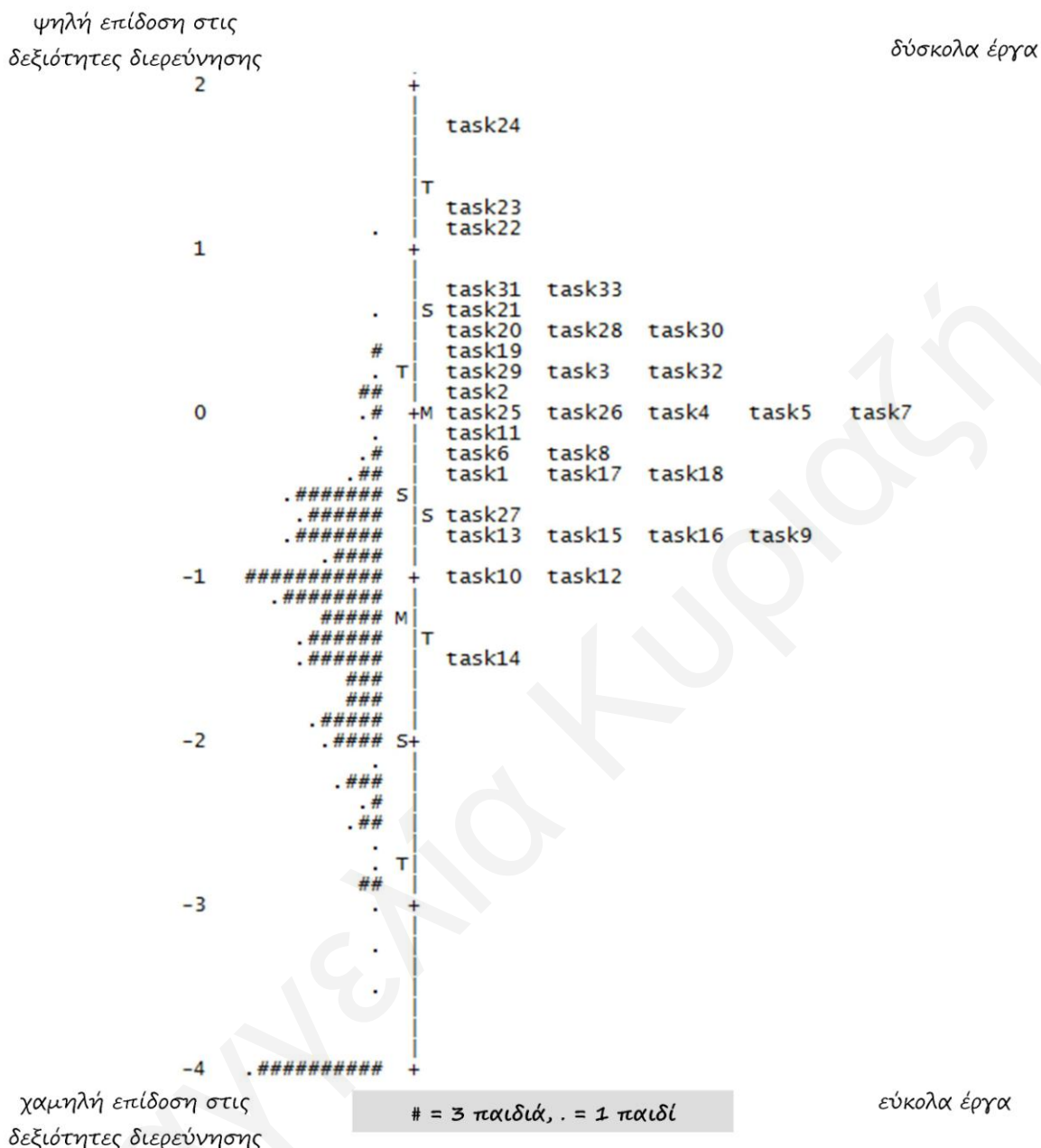
Στα περισσότερα έργα αξιολόγησης ο βαθμός ικανότητας των παιδιών που φοιτούν σε δημοτικό σχολείο είναι ψηλότερος από τον αντίστοιχο των παιδιών που φοιτούν σε γυμνάσιο. Στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου επισημαίνονται στα έργα 3 (αναγνώριση μεταβλητών), 8 (σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών), 19 (κατασκευή γραφικής παράστασης), 26 και 27 (ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα) και 32 και 33 (ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών).



Διάγραμμα 5.2.2. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στα 33 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

(3) κατασκευή κλίμακας μέτρησης (person-item map)

Στο Διάγραμμα 5.2.3 παρουσιάζεται η κλίμακα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης που προέκυψε από την εφαρμογή του μοντέλου για 33 έργα αξιολόγησης. Στην κλίμακα τοποθετούνται η επίδοση των παιδιών και ο βαθμός δυσκολίας των έργων αξιολόγησης. Οι μονάδες της κλίμακας (logits) κυμαίνονται από -4 μέχρι +2.



Διάγραμμα 5.2.3. Κλίμακα μέτρησης δεξιότητων διερεύνησης με 33 έργα αξιολόγησης (n=337)

Τα 33 έργα αξιολόγησης που παρουσιάζονται στην κλίμακα μέτρησης δεξιότητων διερεύνησης (Διάγραμμα 5.2.3) είναι σειροθετημένα ανάλογα με το βαθμό δυσκολίας τους. Η διασπορά των έργων γίνεται σε μεγάλο εύρος της κλίμακας (-1.5 – +2 logits) και η κατανομή τους στην κλίμακα φαίνεται να είναι κανονική, αφού τα περισσότερα έργα συγκεντρώνονται στο μέσο της κλίμακας (έργα 4, 5, 7, 25 και 26) με μέτρια επίπεδα δυσκολίας.

Αρκετά έργα παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό δυσκολίας (τα έργα 22, 23 και 24 έχουν logits > +1, ενώ μόνο το έργο 14 έχει μικρό βαθμό δυσκολίας (logits < -1), γεγονός το οποίο δείχνει ότι είναι μάλλον δύσκολα. Η δυσκολία στην κλίμακα επισημαίνεται κυρίως από την επίδοση

των παιδιών σε σχέση με αυτά τα έργα. Μεγάλος αριθμός παιδιών τοποθετείται πολύ χαμηλά στην κλίμακα ($\text{logits} = -4$). Δηλαδή, έχουν πλήρη αποτυχία στα έργα αξιολόγησης. Επίσης, σε έργα που βρίσκονται ψηλότερα στην κλίμακα με $\text{logits} > +1$ (έργα 24, 22 και 23) φαίνεται ότι δεν δίνεται σωστή απάντηση από κανένα.

(4) σειροθέτηση πτυχών διερεύνησης

Με βάση την κατανομή των έργων αξιολόγησης στην κλίμακα, τα έργα αξιολόγησης μπορούν να σειροθετηθούν βάσει των τιμών logits κατά βαθμό δυσκολίας, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.2.2.

Τα έργα μέτρησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα αποδεικνύονται ως τα δυσκολότερα της κλίμακας με τιμές $> +1$, ενώ τα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών με τιμές < 0 αποδεικνύονται τα πιο εύκολα. Γενικά, έργα που αξιολογούν δεξιότητες που περιλαμβάνουν ερμηνεία δεδομένων αποδεικνύονται πιο δύσκολα. Επίσης, η κατασκευή ραβδογράμματος (έργα 16, 17, 18) φαίνεται να έχει μικρότερο βαθμό δυσκολίας σε σύγκριση με την κατασκευή γραμμικής γραφικής παράστασης (έργα 19, 20, 21).

Πίνακας 5.2.2.

Σειροθέτηση έργων αξιολόγησης με βάση την κλίμακα Rasch

Δεξιότητα	+2 ≥ logit > +1	+1 ≥ logit > 0	0 ≥ logit > -1	-1 ≥ logit > -2
ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	έργο 24			
	έργο 23			
	έργο 22			
ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών		έργο 31		
		έργο 33		
		έργο 32		
κατασκευή γραφικής παράστασης		έργο 21	έργο 16	
		έργο 20	έργο 17	
		έργο 19	έργο 18	
ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση		έργο 28		
		έργο 30		
		έργο 29		
αναγνώριση μεταβλητών		έργο 2	έργο 1	
		έργο 3		
διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος			έργο 4	
			έργο 5	
			έργο 6	
ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα			έργο 25	
			έργο 26	
			έργο 27	
σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών			έργο 7	
			έργο 11	
			έργο 8	
			έργο 9	
			έργο 10	
			έργο 12	
εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών			έργο 13	έργο 14
			έργο 15	

(5) επιλογή/αφαίρεση έργων αξιολόγησης για δημιουργία κλίμακας με 22 έργα αξιολόγησης

Η επιλογή/αφαίρεση έργων αξιολόγησης για την κατασκευή της κλίμακας μέτρησης με 22 έργα γίνεται βάσει προϋποθέσεων που περιγράφονται στο Κεφάλαιο III: Μεθοδολογία. Στον Πίνακα 5.2.3 παρουσιάζονται κατά δεξιότητα διερεύνησης τα έργα που παραμένουν και τα έργα που αφαιρούνται.

Πίνακας 5.2.3.

Επιλογή ή/και αφαίρεση έργων αξιολόγησης για τη δημιουργία κλίμακας μέτρησης με 22 έργα

ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ	αριθμός έργου που αφαιρείται	αριθμός έργου που παραμένει	
αναγνώριση μεταβλητών	1	2	3
διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος	4	5	6
σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	7	8	9
	10	11	12
εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	13	14	15
κατασκευή γραφικής παράστασης	16	17	18
	20	19	21
ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	24	22	23
ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	26	25	27
ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	30	28	29
ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	31	32	33

Με βάση τις προϋποθέσεις, για τη μέτρηση της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών αφαιρείται το έργο 1 και διατηρούνται τα έργα 2 και 3. Το έργο 1 δεν ταιριάζει στο μοντέλο, αφού έχει τιμή $\text{infit} > 1.3$ (Πίνακας 5.2.1, Κεφάλαιο V: Ανάλυση) και θεωρείται overfit (Bowles, 2003; Wright, 1994). Για την αξιολόγηση της ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα αφαιρείται το έργο 26 γιατί έχει τον ίδιο βαθμό δυσκολίας με το έργο 25 και έχει τιμή $\text{infit} > 1.3$. Το έργο 27 παραμένει παρόλο που έχει τιμή $\text{infit} = 1.38$, γιατί στην κλίμακα πρέπει να υπάρχουν δύο πανομοιότυπα έργα που αξιολογούν την ίδια δεξιότητα.

Στις πιο κάτω περιπτώσεις αφαιρείται το ένα από τα δύο έργα με τον ίδιο βαθμό δυσκολίας (Διάγραμμα 5.2.6, Κεφάλαιο V: Ανάλυση):

(α) το έργο 4 (δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος), γιατί έχει τον ίδιο βαθμό δυσκολίας με το έργο 5

(β) το έργο 10 (δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών), γιατί έχει τον ίδιο βαθμό δυσκολίας με το έργο 12

(γ) το έργο 13 (δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών), γιατί έχει τον ίδιο βαθμό δυσκολίας με το έργο 15

(δ) το έργο 30 (δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση), γιατί έχει τον ίδιο βαθμό δυσκολίας με το έργο 28

(ε) το έργο 33 (ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών) γιατί έχει τον ίδιο βαθμό δυσκολίας με το έργο 31.

Τα έργα 7 (δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών), 20 (κατασκευή γραμμικής γραφικής παράστασης), 24 (ερμηνεία δεδομένων από πίνακα) και 16 (κατασκευή ραβδογράμματος) διαγράφονται κυρίως λόγω περιεχομένου, αφού οι τιμές infit των τριών έργων σε κάθε περίπτωση είναι στα πλαίσια και ο βαθμός δυσκολίας τους έχει διαφορές.

(β) Εφαρμογή του μοντέλου IRT Partial Credit Rasch για δεδομένα από το δείγμα 1 για 22 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

(1) στατιστικός έλεγχος fit statistics των 22 έργων αξιολόγησης

Τα αποτελέσματα από το στατιστικό έλεγχο fit statistics των 22 έργων αξιολόγησης, τα οποία χορηγήθηκαν σε 337 παιδιά σε προπειραματικό στάδιο παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.2.4.

Πίνακας 5.2.4.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για 22 έργα αξιολόγησης (v=337)

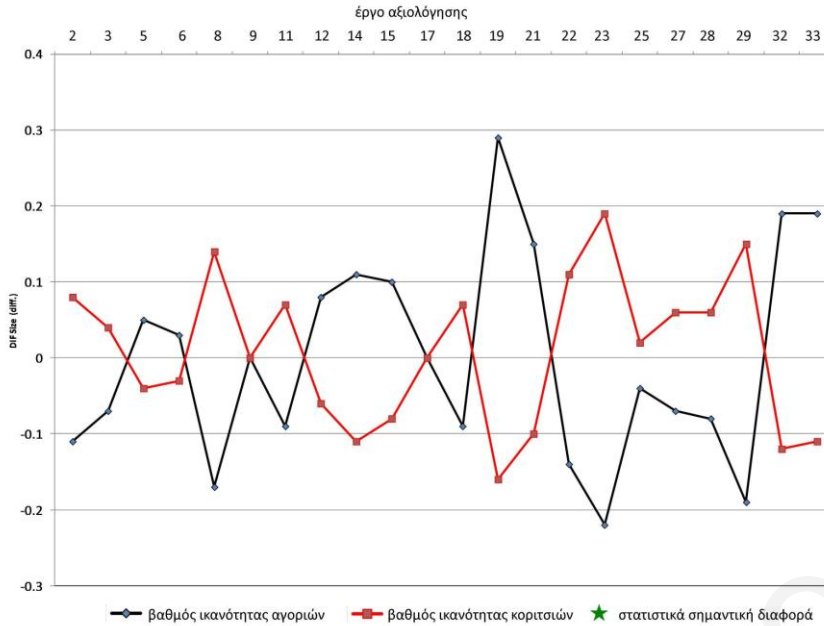
Έργο αξιολόγησης	Raw		Measure	SE	Infit		Outfit	
	Score	Count			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
2	72	297	.13	.10	1.11	.9	1.14	.5
3	62	313	.30	.11	1.19	1.3	1.32	1.1
5	124	312	.05	.10	.96	-4	.99	.0
6	116	297	-.22	.09	.96	-4	1.03	.2
8	189	310	-.29	.10	.99	-1	.98	-.2
9	231	297	-.73	.11	.97	-4	.97	-.4
11	114	291	-.15	.09	.86	-1.5	.66	-2.4
12	240	314	-.96	.08	.74	-4.8	.67	-3.7
14	320	297	-1.48	.08	1.05	.7	1.28	2.1
15	202	309	-.78	.07	.94	-9	.85	-1.1
17	126	290	-.40	.08	1.08	1.0	1.13	.6
18	126	299	-.34	.08	1.04	.5	1.29	1.2
19	66	307	.44	.12	.87	-1.0	.72	-1.3
21	53	288	.66	.13	.80	-1.4	.54	-2.3
22	62	305	1.20	.14	.89	-9	.78	-1.5
23	42	291	1.23	.16	.94	-3	.79	-1.0
25	101	302	-.03	.10	1.27	2.5	1.42	2.0
27	177	305	-.59	.08	1.44	5.7	1.84	5.5
28	82	301	.48	.12	.99	.0	1.07	.5
29	59	306	.35	.11	1.09	.7	1.25	.9
32	71	306	.34	.11	.89	-8	.80	-.9
33	39	302	.79	.14	.85	-8	.75	-.8
		Mean:	.00	.11	1.00	.0	1.01	.0
		SD:	.67	.02	.16	1.9	.30	1.9
		Item separation = 5.95						
		Item reliability = .97						

Τα αποτελέσματα στον Πίνακα 5.2.4 καταδεικνύουν ότι στην κλίμακα μέτρησης Rasch δεν «ταιριάζει» το έργο 27 του οποίου η τιμή infit είναι > 1.3 . Οι υπόλοιπες τιμές κυμαίνονται από .73 - 1.27 και θεωρούνται ότι ταιριάζουν στο μοντέλο της κλίμακας μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης που έχει προκύψει (Bond & Fox, 2001).

Επίσης, στο μοντέλο ο συντελεστής separation των έργων είναι > 3 ($=5.95$) και άρα το δείγμα των απαντήσεων είναι αρκετό (Linacre, 2012). Το ικανοποιητικό μέγεθος δείγματος διαφαίνεται και από το συντελεστή αξιοπιστίας ($=.97$) που είναι ψηλός. Άρα, τα δεδομένα είναι αρκετά και κατ' επέκταση η διακύμανση της δυσκολίας στα έργα και το δείγμα είναι μεγάλα.

(2α) ανάλυση διαφορικής λειτουργίας των έργων (DIF) για το φύλο

Με την ανάλυση διαφορικής λειτουργίας των έργων καταδεικνύεται ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στο βαθμό ικανότητας σε κάθε έργο αξιολόγησης (Διάγραμμα 5.2.4).

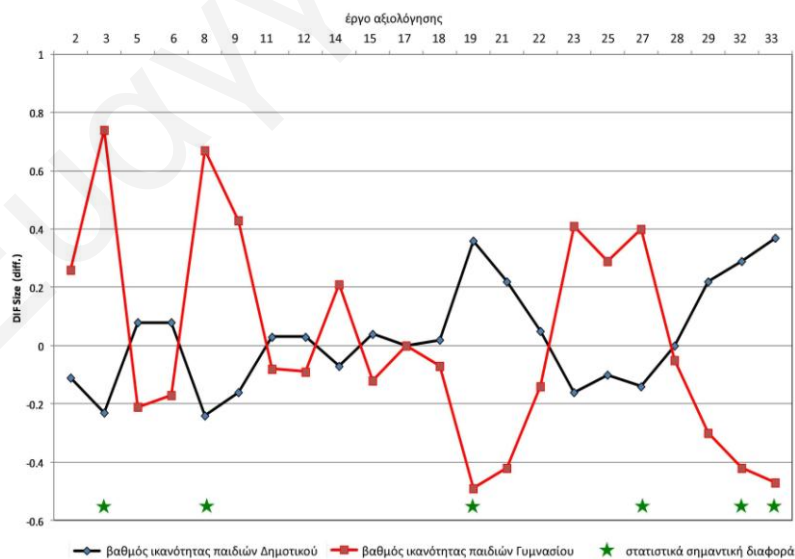


Διάγραμμα 5.2.4. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στα 22 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

Στο Διάγραμμα 5.2.4, παρόλο που διαπιστώνονται μεγάλες διαφορές στο βαθμό ικανότητας στα έργα 19 (κατασκευή γραφικής παράστασης), 23 (ερμηνεία δεδομένων από πίνακα), 29 (ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση), 32 και 33 (ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών), εντούτοις δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

(2β) ανάλυση διαφορικής λειτουργίας των έργων (DIF) για το επίπεδο εκπαίδευσης

Με την ανάλυση διαφορικής λειτουργίας των έργων εξετάστηκε αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου.

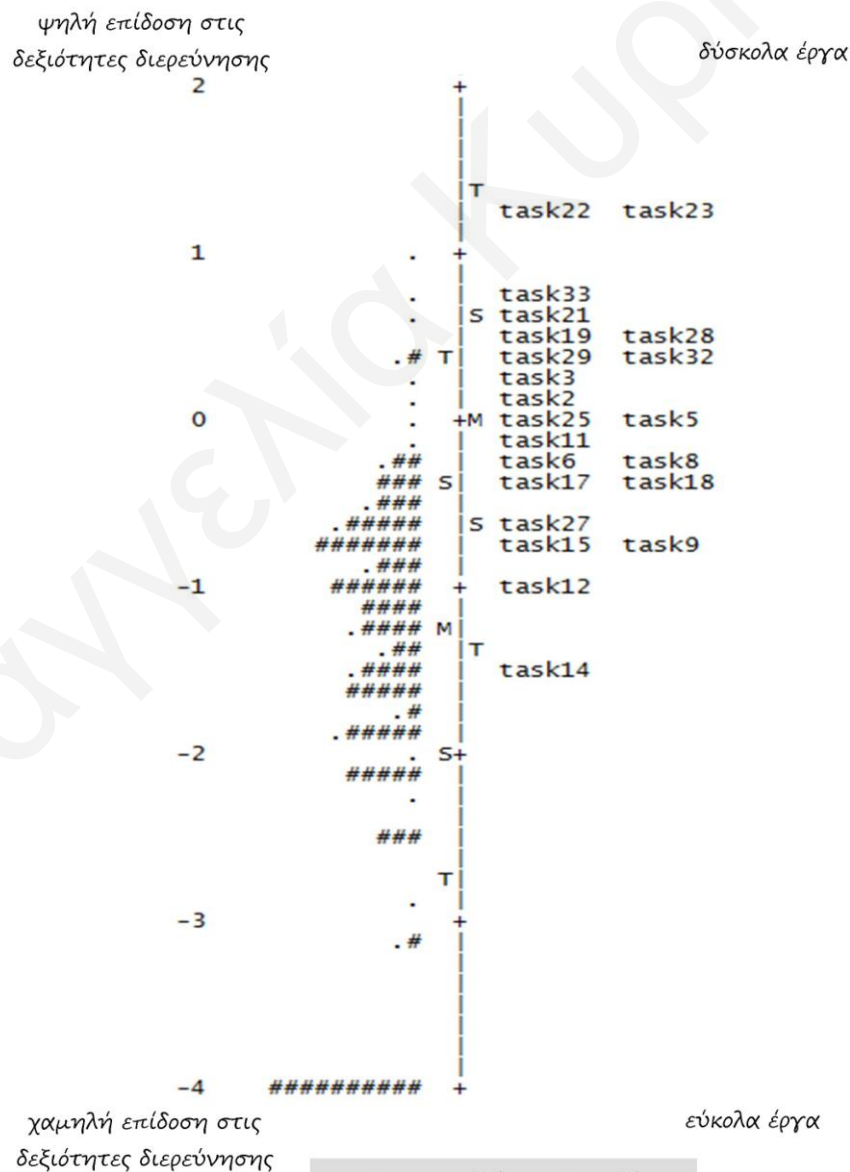


Διάγραμμα 5.2.5. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στα 22 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

Ο βαθμός ικανότητας των παιδιών Δημοτικού στα 22 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης παρουσιάζει διαφορές από το βαθμό ικανότητας των παιδιών Γυμνασίου. Στα έργα 3 (αναγνώριση μεταβλητών), 8 (σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών) και 27 (ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα) τα παιδιά Γυμνασίου έχουν στατιστικά σημαντικά ψηλότερο βαθμό ικανότητας από τα παιδιά Δημοτικού. Στα έργα 19 (κατασκευή γραφικής παράστασης) και 32 και 33 (ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών) τα παιδιά Δημοτικού έχουν ψηλότερο βαθμό ικανότητας με στατιστικά σημαντικές διαφορές.

(3) κατασκευή κλίμακας μέτρησης (person-item map)

Στο Διάγραμμα 5.2.6 παρουσιάζεται η κλίμακα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης που προέκυψε από την εφαρμογή του μοντέλου για 22 έργα αξιολόγησης.



Διάγραμμα 5.2.6. Κλίμακα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης με 22 έργα αξιολόγησης (n=337)

Στο Διάγραμμα 5.2.6 καταδεικνύεται ότι με τη μείωση των έργων αξιολόγησης σε 22, μειώθηκε και το εύρος της διασποράς τους στην κλίμακα Rasch (+1.5 - -1.5 logits). Η διασπορά των έργων στην κλίμακα είναι ομοιόμορφη και η κατανομή τους είναι κανονική, παρόλο που αποδεικνύεται δύσκολη για τα 337 παιδιά που τα διεκπεραίωσαν σε προπειραματικό στάδιο.

Τα έργα 22 και 23 (ερμηνεία δεδομένων από πίνακα) παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό δυσκολίας, ενώ τα έργα 12 (σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών) και 14 (εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών) παρουσιάζουν μικρό βαθμό δυσκολίας. Τα υπόλοιπα έργα θεωρούνται μέτριας δυσκολίας, αφού ο βαθμός τους πλησιάζει το μηδέν.

(γ) Εφαρμογή του μοντέλου *IRT Partial Credit Rasch* για δεδομένα από το δείγμα 1 και δείγμα 2 για 33 έργα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

(1) στατιστικός έλεγχος fit statistics των 33 έργων αξιολόγησης (n=509)

Τα αποτελέσματα από το στατιστικό έλεγχο fit statistics των 33 έργων αξιολόγησης (Πίνακας 5.2.5), που χορηγήθηκαν σε προπειραματικό στάδιο στο δείγμα 1 (n=337) και το δείγμα 2 (n=172), καταδεικνύουν ότι στην κλίμακα μέτρησης Rasch δεν «ταιριάζει» το έργο 27 του οποίου η τιμή infit είναι > 1.3. Οι υπόλοιπες τιμές κυμαίνονται από .75 – 1.3 και θεωρούνται ότι ταιριάζουν στο μοντέλο της κλίμακας μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης που έχει προκύψει (Bond & Fox, 2001).

Πίνακας 5.2.5.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για 33 έργα αξιολόγησης (v=509)

έργο αξιολόγησης	Raw		Measure	SE	Infit		Outfit	
	Score	Count			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
1	27	170	-.39	.17	.91	-.4	1.21	.6
2	88	506	.22	.10	1.06	.5	.83	-.5
3	113	501	-.01	.09	1.00	.1	1.07	.3
4	18	170	.70	.25	1.07	.4	1.22	.8
5	258	503	-.74	.07	.90	-1.7	.85	-1.5
6	235	507	-.71	.07	.94	-.8	.91	-.6
7	38	168	.19	.19	.91	-.6	.83	-1.0
8	241	501	-.46	.08	.84	-2.7	.84	-2.1
9	369	503	-1.22	.07	.82	-3.4	.81	-3.3
10	36	169	-.75	.15	.75	-1.5	.42	-1.8
11	76	500	.49	.11	.76	-2.0	.43	-2.8
12	160	499	-.32	.08	.79	-2.7	.54	-2.5
13	42	170	-.90	.14	.98	-.1	.61	-1.0
14	494	491	-1.87	.06	1.04	.6	1.17	1.3
15	369	500	-1.32	.06	1.02	.4	.97	-.3
16	12	168	-.14	.22	1.00	.1	.46	-.3
17	32	504	.82	.14	1.15	.8	3.06	2.1
18	25	500	.95	.16	1.16	.7	1.75	1.1
19	24	501	1.40	.18	1.03	.2	1.09	.3
20	4	149	1.48	.51	1.01	.2	1.68	1.1
21	21	499	1.88	.21	1.04	.2	1.03	.2
22	114	501	.12	.09	.93	-.7	.87	-.6
23	147	498	-.05	.09	.89	-1.3	.74	-1.9
24	9	170	.77	.32	1.03	.2	.79	-.3
25	187	500	-.40	.08	1.30	3.6	1.34	2.1
26	59	171	-1.02	.13	1.16	1.2	1.27	1.3
27	350	503	-1.23	.07	1.49	7.3	1.75	6.2
28	103	498	.30	.10	1.25	2.3	1.93	3.9
29	69	499	.39	.11	1.01	.1	1.42	1.2
30	9	171	.08	.26	.83	-.3	.20	-.9
31	24	168	-.03	.20	1.00	.1	.83	-.5
32	58	492	.85	.13	.90	-.7	1.16	.7
33	35	499	.91	.14	.82	-.9	.64	-.7
		Mean:	.00	.15	.99	.0	1.05	.0
		SD:	.87	.09	.16	1.9	.54	1.9

(2) στατιστικός έλεγχος fit statistics των 33 έργων αξιολόγησης (v=509) σε κάθε πτυχή της διερεύνησης

Τα αποτελέσματα από το στατιστικό έλεγχο fit statistics των απαντήσεων στα 33 έργα αξιολόγησης για κάθε πτυχή της διερεύνησης παρουσιάζονται σε πίνακες στο Παράρτημα X.

(3) ανάλυση διαφορικής λειτουργίας των έργων (DIF) σε κάθε πτυχή διερεύνησης

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διαφορικής λειτουργίας των έργων όσον αφορά στις διαφορές στο βαθμό ικανότητας (α) μεταξύ των δύο φύλων και (β) μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου σε κάθε δεξιότητα διερεύνησης παρουσιάζονται μέσα από διαγράμματα που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα X.

Αποτελέσματα μη παραμετρικής ανάλυσης διακύμανσης μονής κατεύθυνσης

Με την εφαρμογή της μη παραμετρικής ανάλυσης διακύμανσης Kruskal-Wallis καταδεικνύεται ότι οι έξι ομάδες που συναποτελούνται στο δείγμα 2 ($n=172$) έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συνολική επίδοσή τους ($H_{(5)}=19.92$, $p=.000$), αλλά και την επίδοσή τους σε κάποιες από τις δεξιότητες διερεύνησης (Παράρτημα VIII). Γενικά, διαφάνηκε ότι υπάρχουν διαφορές στη μέση επίδοση της Ε΄ τάξης και Στ΄ τάξης. Ως εκ τούτου, για καλύτερη ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας, τα δεδομένα θα επεξεργαστούν στη συνέχεια ως δύο ανεξάρτητες ομάδες (Ε΄ και Στ΄ τάξη).

Αποτελέσματα μη παραμετρικού ελέγχου Mann-Whitney

Οι δύο ομάδες του δείγματος 2 διαφέρουν σημαντικά στο μέγεθος ($N_{Ε΄\text{τάξης}}=104$, $N_{Στ΄\text{τάξης}}=68$). Η επιλογή τους έγινε βάσει του ενδιαφέροντος των εκπαιδευτικών για συμβολή στην έρευνα (Κεφάλαιο III: Μεθοδολογία). Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του μη παραμετρικού ελέγχου Mann-Whitney για ανεξάρτητα δείγματα (τα οποία παρουσιάζονται λεπτομερώς στο Παράρτημα IX) έδειξαν ότι η μέση επίδοση των παιδιών της Ε΄ τάξης ($r=76.44$) και της Στ΄ τάξης ($r=101.88$) έχει στατιστικά σημαντικές διαφορές ($U=2490$, $p<.05$). Διαφορές παρατηρούνται και στη μέση επίδοση των δύο ομάδων σε άλλες δεξιότητες διερεύνησης. Οι επιδόσεις των παιδιών της Στ΄ τάξης είναι γενικά ψηλότερες από αυτές της Ε΄ τάξης.

Αποτελέσματα ελέγχου προσημασμένης διάταξης Wilcoxon

Η εφαρμογή του στατιστικού ελέγχου προσημασμένης διάταξης Wilcoxon αφορά σε δεδομένα που προέκυψαν από τη χορήγηση του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης (22 έργων) στο δείγμα 2 ($N=172$) για να εξεταστεί αν είναι στατιστικά σημαντική η διαφοροποίηση (α) του επιτεύγματος σε κάθε έργο αξιολόγησης και (β) της επίδοσης στις δεξιότητες διερεύνησης μεταξύ προπειραματικής, μεσοπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης του προγράμματος. Για σκοπούς οργάνωσης, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται κατά δεξιότητα διερεύνησης.

(1) Διαφοροποίηση της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών

Ο Πίνακας 5.3.1A παρουσιάζει τα αποτελέσματα της σύγκρισης του μέσου βαθμού επιτεύγματος μεταξύ προπείραματικής, μεσοπείραματικής και μεταπείραματικής φάσης στα έργα αξιολόγησης 2 και 3, τα οποία αξιολογούν τη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών.

Πίνακας 5.3.1A.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών

δείγμα	έργο αξιολόγησης	X_{median}			Z	p
		προπείραματικό	μεσοπείραματικό	μεταπείραματικό		
Ε' τάξη (N=104)		0	0		-2.58	.010*
	2		1	1	-2.99	.003*
		0		1	-4.39	.000*
	3		1	1	-2.83	.005*
Στ' τάξη (N=68)		0		1	-3.46	.001*
		0		1	-4.71	.000*
	2		1	1	-2.76	.006
		0	1	1	-.96	.336
Στ' τάξη (N=68)		0		1	-3.40	.001*
		0	1		-2.43	.015
	3		1	1	-3.19	.001*
		0		1	-4.16	.000*

* $p < .05$

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.3.1A καταδεικνύουν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών μεταξύ προπείραματικής και μεταπείραματικής φάσης. Συγκεκριμένα, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στο μέσο βαθμό επιτεύγματος των παιδιών της Ε' τάξης στο έργο 2 ($Z=4.39$, $p < .05$) και το έργο 3 ($Z=4.71$, $p < .05$). Αντίστοιχες βελτιώσεις παρατηρούνται και στο μέσο βαθμό επιτεύγματος των παιδιών της Στ' τάξης (έργο 2: $Z=3.40$, $p < .05$ και έργο 3: $Z=4.16$, $p < .05$). Μεταξύ προπείραματικής και μεσοπείραματικής φάσης παρατηρούνται βελτιώσεις στο βαθμό επιτεύγματος της Ε' τάξης (έργο 2: $Z=2.58$, $p < .05$ και έργο 3: $Z=2.83$, $p < .05$). Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ μεσοπείραματικής και μεταπείραματικής φάσης παρατηρούνται στο βαθμό επιτεύγματος της Ε' τάξης στο έργο 2 ($Z=2.99$, $p < .05$) και το έργο 3 ($Z=3.46$, $p < .05$) και στο βαθμό επιτεύγματος της Στ' τάξης στο έργο 3 ($Z=3.19$, $p < .05$).

Η διαφοροποίηση του μέσου όρου επίδοσης στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.3.1B.

Πίνακας 5.3.1B.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών

δείγμα	προπειραματικό		μεσοπειραματικό		μεταπειραματικό		Z	p
	X _{median}	N	X _{median}	N	X _{median}	N		
Ε' τάξη	-5.70	104	-2.90	101			-9.18	.000*
			-2.90	101	-.290	104	-4.08	.000*
Στ' τάξη	-5.70	104			-.290	104	-9.02	.000*
	-5.70	68	-2.90	68			-7.40	.000*
			-2.90	68	-.290	67	-2.82	.005*
	-5.70	68			-.290	67	-7.22	.000*

*p<.05

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του ελέγχου προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon καταδεικνύουν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών σε όλες τις συγκρίσεις (όπου $p < .05$).

(2) Διαφοροποίηση της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

Ο Πίνακας 5.3.2 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της σύγκρισης του βαθμού επιτεύγματος μεταξύ προπειραματικού, μεσοπειραματικού και μεταπειραματικού σταδίου στα έργα αξιολόγησης 5 και 6, που αξιολογούν τη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος.

Πίνακας 5.3.2A.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

δείγμα	έργο αξιολόγησης	X _{median}			Z	p
		προπειραματικό	μεσοπειραματικό	μεταπειραματικό		
Ε' τάξη (N=104)	5	1	1		-4.57	.000*
			1	1	-6.8	.499
	6	1		1	-4.52	.000*
		1	1		-3.10	.002*
Στ' τάξη (N=68)	5		1	1	-2.48	.013*
		1		1	-5.03	.000*
	6	0	1		-4.45	.000*
		1	1	1	-1.72	.086
	6	0		1	-5.11	.000*
		1	1		-3.13	.002*
		1	1	-1.43	.152	
		1		1	-3.83	.000*

*p<.05

Τα αποτελέσματα από τον έλεγχο προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon (Πίνακας 5.3.2A) καταδεικνύουν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο βαθμό επιτεύγματος των παιδιών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, αλλά και πριν και μετά από το όλο

πρόγραμμα στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος. Συγκεκριμένα, ο βαθμός επιτεύγματος των παιδιών της Ε΄ τάξης βελτιώθηκε σημαντικά μεταξύ προπειραματικού και μεσοπειραματικού σταδίου στο έργο 5 ($Z=4.57, p<.05$) και το έργο 6 ($Z=3.10, p<.05$). Οι διαφορές στο μέσο βαθμό επιτεύγματος είναι στατιστικά σημαντικές και μεταξύ προπειραματικού και μεταπειραματικού σταδίου στο έργο 5 ($Z=4.52, p<.05$) και το έργο 6 ($Z=5.03, p<.05$). Αντίστοιχες βελτιώσεις παρατηρούνται και στο μέσο βαθμό επιτεύγματος των παιδιών της Στ΄ τάξης. Υπάρχουν σημαντικές βελτιώσεις στο βαθμό επιτεύγματος μεταξύ προπειραματικού και μεσοπειραματικού σταδίου στο έργο 5 ($Z=4.45, p<.05$) και το έργο 6 ($Z=3.13, p<.05$), αλλά και μεταξύ προπειραματικού και μεταπειραματικού σταδίου (έργο 5: $Z=5.11, p<.05$ και έργο 6: $Z=3.83, p<.05$).

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται και από τη σύγκριση του μέσης επίδοσης στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος (Πίνακας 5.3.2B).

Πίνακας 5.3.2B.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

δείγμα	προπειραματικό		μεσοπειραματικό		μεταπειραματικό		Z	p
	X_{median}	N	X_{median}	N	X_{median}	N		
Ε΄ τάξη	-3.07	104	-2.01	102	-1.39	104	-6.71	.000*
			-2.01	102	-1.39	104	-2.47	.013*
	-3.07	104			-1.39	104	-7.40	.000*
Στ΄ τάξη	-3.07	68	-1.39	68	-1.39	68	-5.62	.000*
			-1.39	68	-1.39	68	-1.83	.068
	-3.07	68	-1.39		-1.39	68	-5.94	.000*

* $p<.05$

Οι διαφορές στη μέση επίδοση στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ προπειραματικού – μεσοπειραματικού τόσο στην Ε΄ τάξη ($Z=6.71, p<.05$) όσο και την Στ΄ τάξη ($Z=5.62, p<.05$). Αντίστοιχες διαφορές παρατηρούνται και μεταξύ προπειραματικού – μεταπειραματικού σταδίου (Ε΄ τάξη: $Z=7.40, p<.05$ και Στ΄ τάξη: $Z=5.94, p<.05$), αλλά και μεταξύ μεσοπειραματικού και μεταπειραματικού σταδίου στην Ε΄ τάξη: $Z=2.47, p<.05$).

(3) Διαφοροποίηση της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

Ο Πίνακας 5.3.3A παρουσιάζει τα αποτελέσματα της σύγκρισης του επιτεύγματος σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο στα έργα αξιολόγησης 8, 9, 11 και 12, τα οποία αξιολογούν τη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών.

Πίνακας 5.3.3Α.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

δείγμα	έργο αξιολόγησης	X_{median}			Z	p
		προπειραματικό	μεσοπειραματικό	μεταπειραματικό		
Ε' τάξη (N=104)	8	1	1		-4.98	.000*
			1	1	-2.18	.029*
	9	1	1		-5.90	.000*
			1	1	-2.64	.008*
	11	1	1		-3.08	.002*
			1	1	-4.72	.000*
	12	1	1		-.541	.589
			1	1	-1.66	.097
	8	1	1		-2.32	.020*
			1	1	-1.84	.066
	9	1	1		-2.84	.005*
			1	1	-3.97	.000*
11	1	1		-4.37	.000*	
		1	1	-.19	.850	
12	1	1		-3.77	.000*	
		1	1	-2.80	.005*	
Στ' τάξη (N=68)	9	1	1		-1.15	.252
			1	1	-3.40	.001*
	11	0	1		-3.03	.002*
			1	1	-.88	.377
	12	0	1		-3.72	.000*
		1	1		-3.41	.001*
	1	1		-1.29	.195	
	1	1		-4.11	.000*	

* $p < .05$

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του ελέγχου προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon (Πίνακας 5.3.3Α) καταδεικνύουν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο βαθμό επιτεύγματος των παιδιών της Ε' τάξης πριν και μετά από όλο το διδακτικό πρόγραμμα στο έργο 8 ($Z=5.90, p < .05$), το έργο 9 ($Z=4.72, p < .05$), το έργο 11 ($Z=2.32, p < .05$) και το έργο 12 ($Z=3.97, p < .05$). Αντίστοιχα, ο μέσος βαθμός επιτεύγματος των παιδιών της Στ' τάξης διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά στο έργο 8 ($Z=3.77, p < .05$), το έργο 9 ($Z=3.40, p < .05$), το έργο 11 ($Z=3.72, p < .005$) και το έργο 12 ($Z=4.11, p < .05$). Η διαφοροποίηση στο μέσο βαθμό επιτεύγματος πριν και μετά το Πανηγύρι είναι στατιστικά σημαντική μόνο στην Ε' τάξη, στο έργο 8 ($Z=2.18, p < .05$), το έργο 9 ($Z=3.08, p < .05$) και το έργο 12 ($Z=3.97, p < .05$). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στο μέσο βαθμό επιτεύγματος της Ε' τάξης (έργο 8: $Z=2.18, p < .05$, έργο 9: $Z=3.08, p < .05$) και της Στ' τάξης (έργο 8: $Z=4.37, p < .05$, έργο 11: $Z=3.03, p < .05$ και το έργο 12: $Z=3.41, p < .05$).

Η εφαρμογή του στατιστικού προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon κατέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές και στη μέση επίδοση στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών (Πίνακας 5.3.3B).

Πίνακας 5.3.3B.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για τη μέση επίδοση στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

δείγμα	προπειραματικό		μεσοπειραματικό		μεταπειραματικό		Z	p
	X _{median}	n	X _{median}	n	X _{median}	n		
Ε' τάξη	-4.88	104	-2.88	101	-2.72	103	-6.09	.000*
	-4.88	104	-2.88	101	-2.72	103	-4.32	.000*
Στ' τάξη	-3.25	68	-1.30	68	-1.30	66	-5.83	.000*
	-3.25	68	-1.30	68	-1.30	66	-2.31	.021
	-3.25	68	-1.30	68	-1.30	66	-6.02	.000*

* $p < .05$

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.3.3B καταδεικνύουν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις του μέσου όρου της επίδοσης στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών σε όλες τις συγκρίσεις εκτός από τη σύγκριση των επιδόσεων μεσοπειραματικού – μεταπειραματικού σταδίου της Στ' τάξης. Σ' αυτή την περίπτωση, η διαφορά στη μέση επίδοση μεταξύ μεσοπειραματικού και μεταπειραματικού σταδίου δεν είναι στατιστικά σημαντική ($Z=2.31, p < .05$).

(4) Διαφοροποίηση της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

Ο Πίνακας 5.3.4A παρουσιάζει τα αποτελέσματα της σύγκρισης του μέσου βαθμού επιτεύγματος σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο στα έργα αξιολόγησης 14 και 15, τα οποία αξιολογούν τη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3.4A, πριν και μετά το όλο πρόγραμμα παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο βαθμό επιτεύγματος των παιδιών της Ε' τάξης στο έργο 14 ($Z=4.97, p < .05$) και της Στ' τάξης στο έργο 14 ($Z=2.68, p < .05$) και το έργο 15 ($Z=3.35, p < .05$). Η διαφορά στο μέσο βαθμό επιτεύγματος των παιδιών της Ε' τάξης στο έργο 14 μεταξύ μεσοπειραματικού και μεταπειραματικού σταδίου είναι επίσης στατιστικά σημαντικός ($Z=3.37, p < .05$). Στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο βαθμό επιτεύγματος υπάρχουν και πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην Ε' τάξη (έργο 14: $Z=2.32, p < .05$ και έργο 15: $Z=2.59, p < .05$) και στην Στ' τάξη (έργο 15: $Z=2.63, p < .05$).

Πίνακας 5.3.4Α.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

δείγμα	Έργο αξιολόγησης	X_{median}			Z	p
		προπειραματικό	μεσοπειραματικό	μεταπειραματικό		
Ε΄ τάξη (N=104)		1	1		-2.32	.020*
	14		1	1	-3.37	.001*
		1		1	-4.97	.000*
Στ΄ τάξη (N=68)		1	1		-2.59	.010*
	15		1	1	-.39	.693
		1		1	-2.318	.020
Ε΄ τάξη (N=104)		1	1		-1.56	.120
	14		1	1	-.79	.428
		1		1	-2.68	.007*
Στ΄ τάξη (N=68)		1	1		-2.63	.009*
	15		1	1	-.75	.452
		1		1	-3.35	.001*

*p<.05

Οι διαφορές στη μέση επίδοση στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3.4B.

Πίνακας 5.3.4B.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

δείγμα	προπειραματικό		μεσοπειραματικό		μεταπειραματικό		Z	p
	X_{median}	N	X_{median}	N	X_{median}	N		
Ε΄ τάξη	-1.30	104	.29	101			-4.10	.000*
			.29	101	-.51	103	-2.16	.031*
	-1.30	104			-.51	103	-5.63	.000*
Στ΄ τάξη	-.600	68	-.510	68			-3.32	.001*
			-.510	68	-.510	65	-9.59	.338
	-.600	68			-.510	65	-4.08	.000*

*p<.05

Οι διαφορές στη μέση επίδοση στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών είναι στατιστικά σημαντικές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (Ε΄ τάξη: $Z=4.10$, $p<.05$ και Στ΄ τάξη: $Z=3.32$, $p<.05$) και πριν και μετά το τέλος του όλου προγράμματος (Ε΄ τάξη: $Z=2.16$, $p<.05$ και Στ΄ τάξη: $Z=4.08$, $p<.05$). Στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση μεταξύ μεσοπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης υπάρχουν μόνο στην Ε΄ τάξη ($Z=2.16$, $p<.05$).

(5) Διαφοροποίηση του επιτεύγματος στη δεξιότητα κατασκευής γραφικών παραστάσεων

Ο Πίνακας 5.3.5Α παρουσιάζει τα αποτελέσματα της σύγκρισης του μέσου βαθμού επιτεύγματος σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο στα έργα αξιολόγησης 17, 18, 19 και 21, τα οποία αξιολογούν τη δεξιότητα κατασκευής γραφικών παραστάσεων.

Πίνακας 5.3.5Α.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης

δείγμα	έργο αξιολόγησης	X_{median}			Z	p
		προπειραματικό	μεσοπειραματικό	μεταπειραματικό		
Ε' τάξη (N=104)	17	1	1		.000	1.00
			1	1	-2.24	.025*
		1		1	-2.12	.034*
	18	1	1		-.577	.564
			1	0	-1.00	.317
		1		0	-1.41	.157
19	0	1		-1.26	.206	
		1	1	-.577	.564	
		0		1	-1.13	.257
	0	0		-1.73	.083	
21		0	0	-1.41	.157	
		0	0	-2.65	.008*	
		1	1	.000	1.00	
	17		1	1	-1.95	.052
Στ' τάξη (N=68)		1		1	-1.95	.052
	18	1	1		-2.00	.046*
			1	1	-.72	.470
		1		1	-1.13	.258
	19	0	1		-.71	.480
			1	1	-.38	.705
	0		1	-.97	.334	
21	0	1		-1.90	.059	
		1	1	-.27	.785	
	0		1	-1.63	.102	

* $p < .05$

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του στατιστικού ελέγχου προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon (Πίνακας 5.3.5Α) καταδεικνύουν ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο βαθμό επιτεύγματος μεταξύ προπειραματικής και μεσοπειραματικής φάσης παρατηρούνται μόνο στην Στ' τάξη (έργο 18: $Z=2.00$, $p < .05$). Μεταξύ μεσοπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βαθμό επιτεύγματος της Ε' τάξης (έργο 17: $Z=2.24$, $p < .05$). Επίσης στατιστικά σημαντικές είναι οι διαφορές στο βαθμό επιτεύγματος πριν και μετά το όλο πρόγραμμα στο έργο 17 (Ε' τάξη: $Z=2.12$, $p < .05$).

Στον έλεγχο προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon διαφάνηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης (Πίνακας 5.3.5B).

Πίνακας 5.3.5B.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για τη μέση επίδοση στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης

δείγμα	προπειραματικό		μεσοπειραματικό		μεταπειραματικό		Z	p
	X _{median}	N	X _{median}	N	X _{median}	N		
Ε΄ τάξη	-2.72	104	-2.03	103			-8.54	.000*
			-2.03	103	-2.03	104	-2.34	.019*
Στ΄ τάξη	-2.72	104			-2.03	104	-8.56	.000*
	-2.72	68	-2.03	68			-6.49	.000*
			-2.03	68	-2.03	68	-.537	.592
	-2.72	68			-2.03	68	-6.34	.000*

*p<.05

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.3.5B, η μέση επίδοση στη δεξιότητα κατασκευής γραφικών παραστάσεων διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ προπειραματικής και μεσοπειραματικής φάσης (Ε΄ τάξη: $Z=8.54$, $p<.05$, Στ΄ τάξη: $Z=6.49$, $p<.05$), μεταξύ μεσοπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης (Ε΄ τάξη: $Z=2.34$, $p<.05$) και μεταξύ προπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης (Ε΄ τάξη: $Z=8.56$, $p<.05$, Στ΄ τάξη: $Z=6.34$, $p<.05$).

(6) Διαφοροποίηση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

Ο Πίνακας 5.3.6A παρουσιάζει τα αποτελέσματα της σύγκρισης στο μέσο βαθμό επιτεύγματος σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο στα έργα αξιολόγησης 22 και 23, τα οποία αξιολογούν τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.3.6A, ο μέσος βαθμός επιτεύγματος στα έργα που αξιολογούν τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά σε όλες τις συγκρίσεις, με επίπεδο σημαντικότητας $p<.05$.

Πίνακας 5.3.6A.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

δείγμα	έργο αξιολόγησης	X_{median}			Z	p
		προπειραματικό	μεσοπειραματικό	μεταπειραματικό		
Ε' τάξη (N=104)	22	0	1		-2.40	.016*
			1	1	-4.41	.000*
	23	0		1	-5.18	.000*
		1	1		-4.52	.000*
Στ' τάξη (N=68)	22	1	1		-2.36	.018*
			1	1	-5.24	.000*
	23	0	1		-2.37	.018*
			1	1	-2.81	.005*
Στ' τάξη (N=68)		0		1	-3.52	.000*
		0	1		-3.07	.002*
	23		1	1	-4.15	.000*
		0		1	-5.03	.000*

*p<.05

Η μέση επίδοση στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα φαίνεται να διαφοροποιείται επίσης στατιστικά σημαντικά (p<.05), σύμφωνα με τα αποτελέσματα από τον έλεγχο προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon (Πίνακας 5.3.6B).

Πίνακας 5.3.6B.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από Πίνακα

δείγμα	προπειραματικό		μεσοπειραματικό		μεταπειραματικό		Z	p
	X_{median}	N	X_{median}	N	X_{median}	N		
Ε' τάξη	-3.35	104	-2.51	102			-8.71	.000*
			-2.51	102	-2.10	103	-4.52	.000*
Στ' τάξη	-3.35	104			-2.10	103	-8.74	.000*
	-3.35	68	-2.51	68			-7.24	.000*
Στ' τάξη			-2.51	68	-1.71	68	-4.38	.000*
	-3.35	68			-1.71	68	-7.08	.000*

*p<.05

(7) Διαφοροποίηση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

Ο Πίνακας 5.3.7A παρουσιάζει τα αποτελέσματα της σύγκρισης του μέσου βαθμού επιτεύγματος σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο στα έργα αξιολόγησης 25 και 26, τα οποία αξιολογούν τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα.

Πίνακας 5.3.7Α.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

δείγμα	έργο αξιολόγησης	X_{median}			Z	p
		προπειραματικό	μεσοπειραματικό	μεταπειραματικό		
Ε' τάξη (N=104)		1	1		-1.33	.182
	25		1	1	-2.48	.013*
		1		1	-3.37	.001*
	27	1	1	1	-2.99	.003*
		1		1	-3.53	.000*
Στ' τάξη (N=68)		1	1		-.08	.934
	25		1	1	-1.83	.068
		1		1	-1.87	.061
	27	1	1	1	-.33	.742
		1	1	1	-.37	.710
		1		1	-.22	.825

* $p < .05$

Σύμφωνα με τα δεδομένα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3.7Α, ο μέσος βαθμός επιτεύγματος των παιδιών της Στ' τάξης δεν έχει στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, ο βαθμός επιτεύγματος των παιδιών της Ε' τάξης διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ προπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης στο έργο 25 ($Z=3.37, p < .05$) και το έργο 27 ($Z=3.53, p < .05$). Ο βαθμός επιτεύγματος των παιδιών της Ε' τάξης βελτιώνεται σημαντικά και πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στο έργο 27 ($Z=2.99, p < .05$), αλλά και μεταξύ μεσοπειραματικού και μεταπειραματικού σταδίου στο έργο 25 ($Z=2.48, p < .05$).

Στον Πίνακα 5.3.7B παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον έλεγχο προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα.

Πίνακας 5.3.7B.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για τη μέση επίδοση στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

δείγμα	προπειραματικό		μεσοπειραματικό		μεταπειραματικό		Z	p
	X_{median}	N	X_{median}	N	X_{median}	N		
Ε' τάξη	-2.82	104	-1.25	102			-4.92	.000*
			-1.25	102	-1.25	104	-1.51	.130
	-2.82	104			-1.25	104	-5.18	.000*
Στ' τάξη	-1.58	68	-2.57	67			-2.25	.822
			-2.57	67	-2.38	67	-1.08	.280
	-1.58	68			-2.38	67	-1.31	.190

* $p < .05$

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.3.7B καταδεικνύουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση των παιδιών της Στ' τάξης. Η μέση επίδοση των παιδιών της Ε' τάξης, όμως, παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις τόσο πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($Z=4.92, p<.05$), όσο και πριν και μετά το όλο πρόγραμμα ($Z=5.18, p<.05$).

(8) Διαφοροποίηση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

Ο Πίνακας 5.3.8Α παρουσιάζει τα αποτελέσματα της σύγκρισης στο μέσο βαθμό επιτεύγματος σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο στα έργα αξιολόγησης 28 και 29, τα οποία αξιολογούν τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση.

Πίνακας 5.3.8Α.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

δείγμα	έργο αξιολόγησης	X_{median}			Z	p	
		προπειραματικό	μεσοπειραματικό	μεταπειραματικό			
Ε' τάξη (N=104)	28	1	1		-0.45	.651	
			1	1	-2.88	.004*	
	29	1		1	-1.76	.078	
			1	1	-0.27	.785	
	Στ' τάξη (N=68)	28	1		1	-1.63	.103
				1	1	-1.76	.079
29		1		1	-0.44	.658	
			1	1	-2.60	.009*	
	1	1		-1.46	.144		
		1	1	-0.90	.369		
			1	1	-2.01	.044	

* $p<.05$

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.3.8Α, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο βαθμό επιτεύγματος της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση εκτός από δύο περιπτώσεις που αφορούν στο μέσο βαθμό επιτεύγματος στο έργο 28: (α) των παιδιών της Ε' τάξης μεταξύ μεσοπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης ($Z=2.88, p<.05$) και (β) των παιδιών της Στ' τάξης στο έργο 28 μεταξύ προπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης ($Z=2.60, p<.05$).

Στον Πίνακα 5.3.8B παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον έλεγχο προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για επιδόσεις στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση.

Πίνακας 5.3.8B.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

δείγμα	προπειραματικό		μεσοπειραματικό		μεταπειραματικό		Z	p
	X _{median}	N	X _{median}	N	X _{median}	N		
Ε΄ τάξη	-2.53	104	-2.48	102			-5.49	.000*
			-2.48	102	-2.48	104	-2.93	.003*
Στ΄ τάξη	-2.53	104			-2.48	104	-6.55	.000*
	-2.53	68	-2.48	67			-4.33	.000*
Στ΄ τάξη			-2.48	67	-2.48	67	-1.67	.095
	-2.53	68			-2.48	67	-4.71	.000*

*p<.05

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 5.3.8B, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση μεταξύ προπειραματικής και μεσοπειραματικής φάσης (Ε΄ τάξη: $Z=5.49$, $p<.05$ και Στ΄ τάξη: $Z=4.33$, $p<.05$), μεταξύ μεσοπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης (Ε΄ τάξη: $Z=2.93$, $p<.05$) και μεταξύ προπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης (Ε΄ τάξη: $Z=6.55$, $p<.05$ και Στ΄ τάξη: $Z=4.71$, $p<.05$).

(9) Διαφοροποίηση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών

Ο Πίνακας 5.3.9Α παρουσιάζει τα αποτελέσματα της σύγκρισης του μέσου βαθμού επιτεύγματος σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο στα έργα αξιολόγησης 32 και 33, τα οποία αξιολογούν τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών.

Ο έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon (Πίνακας 5.3.9Α) έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών πριν και μετά το όλο πρόγραμμα στο έργο 33 (Ε΄ τάξη: $Z=2.11$, $p<.05$ και Στ΄ τάξη: $Z=2.71$, $p<.05$) και το έργο 32 (Στ΄ τάξη: $Z=2.22$, $p<.05$). Στο έργο 33 υπάρχουν σημαντικές βελτιώσεις στο βαθμό επιτεύγματος της Στ΄ τάξης και μεταξύ μεσοπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης ($Z=2.18$, $p<.05$).

Πίνακας 5.3.9Α.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για το βαθμό επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης της δεξιάς ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών

δείγμα	έργο αξιολόγησης	X_{median}			Z	p
		προπειραματικό	μεσοπειραματικό	μεταπειραματικό		
Ε' τάξη (N=104)	32	1	0		-0.905	.366
			0	1	-1.67	.096
	1		1	-0.632	.527	
	1	1		-1.89	.059	
	33		1	1	-0.707	.480
Στ' τάξη (N=68)	32	1	1		-2.11	.035*
		0	1	1	-0.33	.739
	0	1	1	-1.80	.075	
	0	1	1	-2.22	.026*	
	33	0	1	1	-1.00	.317
		0	1	1	-2.18	.029*
		0		1	-2.71	.007*

* $p < .05$

Στατιστικά σημαντικές διαφορές υπάρχουν και στη μέση επίδοση στη δεξιά ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών (Πίνακας 5.3.9B).

Πίνακας 5.3.9B.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για την επίδοση στη δεξιά ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών

δείγμα	προπειραματικό		μεσοπειραματικό		μεταπειραματικό		Z	p
	X_{median}	N	X_{median}	N	X_{median}	N		
Ε' τάξη	-3.78	103	-2.54	101			-7.83	.000*
			-2.54	101	-2.54	98	-1.01	.313
Στ' τάξη	-3.78	103			-2.54	98	-8.04	.000*
	-3.78	68	-2.54	68			-6.76	.000*
Στ' τάξη			-2.54	68	-2.54	67	-1.99	.047
	-3.78	68			-2.54	67	-6.99	.000*

* $p < .05$

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 5.3.9B, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (Ε' τάξη: $Z=7.83$, $p < .05$ και Στ' τάξη: $Z=6.76$, $p < .05$), αλλά και πριν και μετά το όλο διδακτικό πρόγραμμα (Ε' τάξη: $Z=8.04$, $p < .05$ και Στ' τάξη: $Z=6.99$, $p < .05$).

(10) Διαφοροποίηση της συνολικής επίδοσης στις δεξιότητες διερεύνησης

Ο έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon όσον αφορά στη συνολική επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση των παιδιών Ε' και Στ' τάξης σε όλες τις συγκρίσεις.

Πίνακας 5.3.10.

Έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon για τη συνολική επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης

δείγμα	προπειραματικό		μεσοπειραματικό		μεταπειραματικό		Z	p
	X _{median}	N	X _{median}	N	X _{median}	N		
Ε΄ τάξη	-2.57	104	-1.84	104	-1.36	104	-6.86	.000*
	-2.57	104	-1.84	104	-1.36	104	-8.17	.000*
Στ΄ τάξη	-2.14	68	-1.50	68	-0.925	68	-4.66	.000*
	-2.14	68	-1.50	68	-0.925	68	-4.25	.000*
	-2.14	68	-1.50	68	-0.925	68	-6.44	.000*

*p<.05

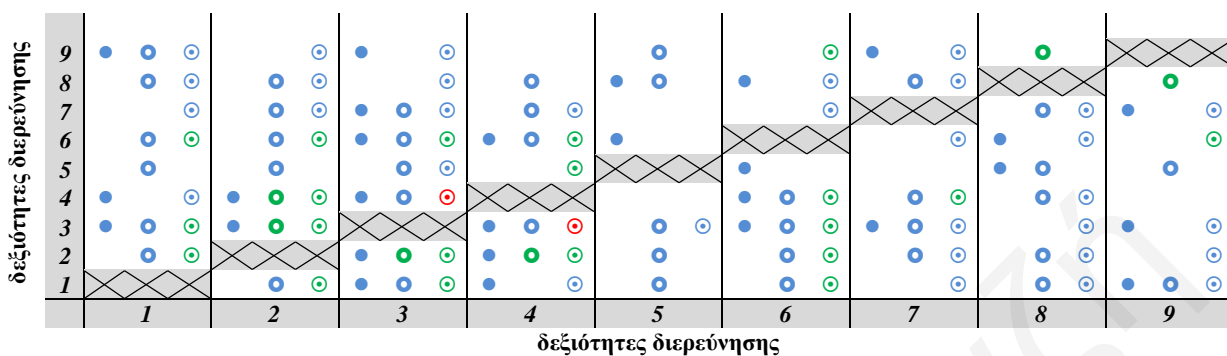
Αποτελέσματα συντελεστή συσχέτισης Spearman rho

Με τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης Spearman γίνεται έλεγχος της συνάφειας μεταξύ των επιδόσεων στις δεξιότητες διερεύνησης (τιμές Rasch) σε προπειραματική, μεσοπειραματική και μεταπειραματική φάση του προγράμματος. Τα αποτελέσματα με τους υπολογιζόμενους συντελεστές Spearman rho (Παράρτημα XI) καταδεικνύουν ότι μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης υπάρχουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις, οι οποίες γενικά αυξάνονται σε αριθμό και σε μέγεθος στην πορεία του προγράμματος.

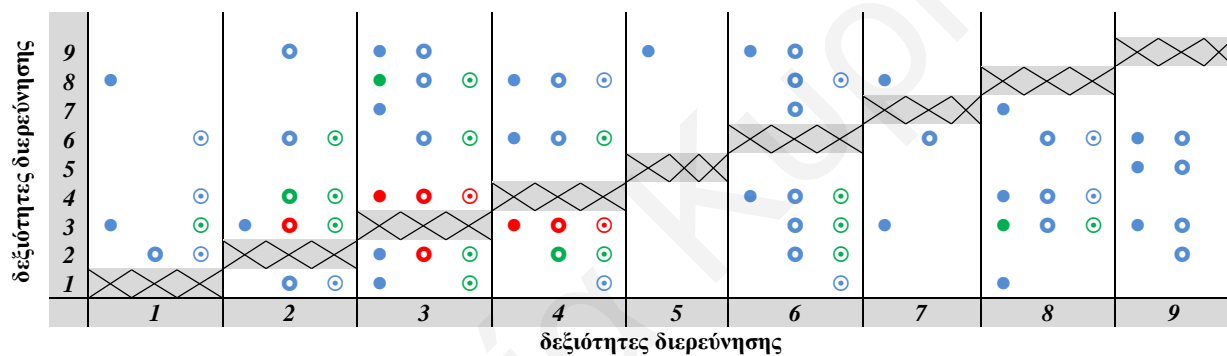
Στα Διαγράμματα 5.4.1A και 5.4.1B αναπαριστώνται με σύμβολα οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις που εντοπίστηκαν σε κάθε στάδιο του προγράμματος στην Ε΄ και την Στ΄ τάξη αντίστοιχα. Στα δύο διαγράμματα είναι εμφανές ότι ο αριθμός των στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων αυξάνεται μεταξύ προπειραματικής, μεσοπειραματικής και μεταπειραματικής φάσης του προγράμματος. Συγκεκριμένα, οι συσχετίσεις που εμπλέκουν τις δεξιότητες αναγνώριση μεταβλητών (αρ. 1), διατύπωση διερευνησίμου ερωτήματος (αρ. 2), σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών (αρ. 3), εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών (αρ. 4) και ερμηνεία δεδομένων από Πίνακα (αρ. 6) αυξάνονται σε αριθμό σε μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο.

Επίσης, στα Διαγράμματα καταδεικνύεται ότι οι περισσότερες συσχετίσεις είναι μικρές ($r < .40$ με γαλάζιο χρώμα), ιδιαίτερα σε προπειραματικό στάδιο. Οι μέτριες συσχετίσεις ($r > .41$ με πράσινο χρώμα) είναι λιγότερες σε αριθμό και εντοπίζονται κυρίως σε μεταπειραματικό στάδιο. Οι δυνατές συσχετίσεις ($r > .61$ με κόκκινο χρώμα) είναι ελάχιστες και σε όλες τις περιπτώσεις εμπλέκουν τη δεξιότητα σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών (αρ. 3), η οποία παρουσιάζει και τις περισσότερες συσχετίσεις. Η δεξιότητα που

παρουσιάζει τις λιγότερες στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις είναι η κατασκευή γραφικής παράστασης (αρ. 5).



Διάγραμμα 5.4.1Α. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης (Ε τάξη)



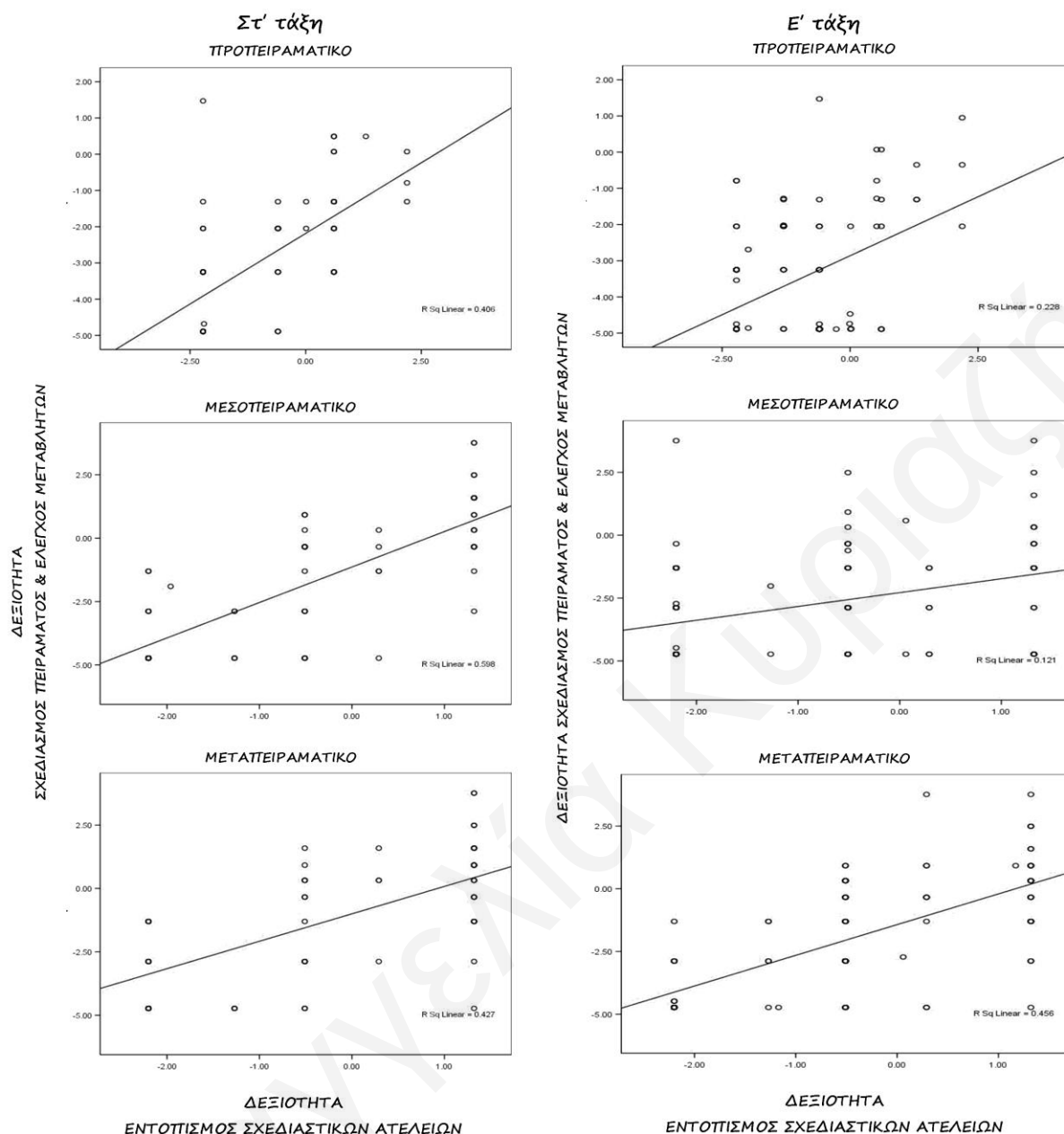
Διάγραμμα 5.4.1Β. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης (Στ τάξη)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ 1:			
συσχέτιση	στάδιο		
	προπειραματικό	μεσοπειραματικό	μεταπειραματικό
μικρή	●	●	●
μέτρια	●	●	●
δυνατή	●	●	●

ΥΠΟΜΝΗΜΑ 2:	
α/α	ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ
1	αναγνώριση μεταβλητών
2	διατύπωση διερευνησίμου ερωτήματος
3	σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών
4	εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών
5	κατασκευή γραφικής παράστασης
6	ερμηνεία δεδομένων από Πίνακα
7	ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα
8	ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση
9	ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών

Στη συνέχεια αναπαριστώνται με διαγράμματα σκεδασμού οι συσχετίσεις που παρουσίασαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς την εξέλιξή τους στην πορεία του προγράμματος.

Η συσχέτιση μεταξύ της δεξιότητας *σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών* και *εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών* στις Στ' και Ε' τάξεις παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.4.2.



Διάγραμμα 5.4.2. Συσχετίσεις μεταξύ δεξιοτήτων σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών και εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών

Τα Διαγράμματα σκεδασμού (Διάγραμμα 5.4.2) για την περίπτωση των επιδόσεων των παιδιών της Στ' τάξης παρουσιάζουν γενική τιμή στο δείκτη r^2 . Περίπου το 40-50% της επίδοσης στη δεξιότητα εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών ερμηνεύεται από την επίδοση στη δεξιότητα σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών. Το ποσοστό παρουσιάζει ελάχιστη αύξηση μετά το τυπικό μέρος του προγράμματος. Στην περίπτωση των επιδόσεων των παιδιών της Ε' τάξης, ο δείκτης r^2 σε προπειραματικό στάδιο είναι σχετικά μικρός ($r^2=0.228$). Μετά την τυπική διδακτική παρέμβαση μειώνεται ($r^2=0.121$), ενώ με το τέλος του προγράμματος παίρνει παρόμοιες τιμές με τις αντίστοιχες της Στ' τάξης ($r^2=0.456$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI: Συζήτηση

Περίληψη

Η αναγνώριση μεταβλητών, η διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος, ο σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών, ο εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών, η κατασκευή γραφικής παράστασης και η ερμηνεία δεδομένων θεωρούνται βασικές δεξιότητες που απαιτούνται κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο. Πρόκειται για διακριτές πτυχές της διεργασίας της διερεύνησης οι οποίες συναποτελούνται από διαβαθμισμένα ποιοτικά επίπεδα και μπορούν να αξιολογηθούν μέσω μιας μονοδιάστατης κλίμακας μέτρησης. Οι πτυχές της διερεύνησης αναπτύσσονται μέσα από τη συμμετοχή στο πρόγραμμα «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο». Στην πορεία ανάπτυξης των δεξιοτήτων διερεύνησης εντοπίζονται διάφορες αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τους, καθώς και δυσκολίες που δυσχεραίνουν την προσπάθεια για διεκπεραίωση μιας διερεύνησης. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι αξιόλογα και μπορούν να αξιοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Περαιτέρω έρευνες συμβάλλουν στην επέκταση των αποτελεσμάτων της παρούσας διατριβής.

Στην παρούσα έρευνα επιχειρείται ενδελεχής μελέτη των δεξιοτήτων διερεύνησης και της ανάπτυξής τους σε παιδιά 10-12 ετών. Ειδικότερα, η έρευνα στοχεύει στην κωδικοποίηση βασικών δεξιοτήτων που υπεισέρχονται στη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων, την ανάπτυξη μιας μονοδιάστατης κλίμακας μέτρησης των βασικών πτυχών της διερευνητικής διεργασίας, τη μελέτη της βελτίωσης των δεξιοτήτων διερεύνησης μέσα από τη συμμετοχή των παιδιών σε Πανηγύρι Επιστήμης, τη χαρτογράφηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης κατά την πορεία ανάπτυξής τους και τον εντοπισμό δυσκολιών που δυσχεραίνουν τις προσπάθειες των παιδιών να διεκπεραιώσουν διερευνήσεις.

Οι σκοποί της έρευνας συνοψίζονται σε πέντε ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία σ' αυτό το κεφάλαιο συζητούνται βάσει των αποτελεσμάτων και σε συνάρτηση με την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Στη συνέχεια συζητούνται οι εκπαιδευτικές προεκτάσεις των ευρημάτων της έρευνας και οι περιορισμοί της.

Συζήτηση ερευνητικών ερωτημάτων

(1) *Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποιες δεξιότητες απαιτούνται σε μια επιστημονική διερεύνηση στο δημοτικό σχολείο;*

Οι διεργασίες, οι δεξιότητες και οι συλλογιστικές στρατηγικές που υπεισέρχονται στη διαδικασία οργάνωσης μιας επιστημονικής διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο

επισημαίνονται γενικά στη βιβλιογραφία ως συστατικά στοιχεία ή συνιστώσες της μεθοδολογίας ή της προσέγγισης που ακολουθείται για επίλυση προβλήματος στις Φυσικές Επιστήμες (Chen & Klahr, 1999; Christensen & Christian, 1997; Collings, 1994; Duschl et al., 2006; Etkina et al., 2006a; 2006b; Gott & Roberts, 2003; 2008; Hamrick & Harty, 1983; Jackson & Janes, 1982; Kind, 1999; Κόκκοτα, 2005; Κολιόπουλος, 2005; Kuhn, 2007; Kuhn, et al., 2008; Κυριαζή κ.ά, 2002a; 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2002; Lawson, 1979; Lorch et al., 2010; Papaevripidou & Constantinou, 2001; Padilla, et al., 1986; Reed et al., 2000; Shaw et al., 2000; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000; Wavering, 1989; Wollman, 1977; Wollman & Lawson, 1977; Zimmerman, 2000; 2005; 2007). Ειδικότερα, στο διδακτικό πρόγραμμα «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» η διερεύνηση προσεγγίζεται ως διεργασία επιστημονικής σκέψης, στην οποία υπεισέρχονται εννέα πτυχές (Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004).

Έχοντας ως βάση αυτή την προσέγγιση, στην παρούσα έρευνα επιλέγονται εννέα δεξιότητες που πιστεύεται ότι εμπλέκονται κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης σε επίπεδο δημοτικού σχολείου. Συγκεκριμένα, η όλη διαδικασία θεωρείται ότι συναποτελείται από έξι πτυχές (αναγνώριση μεταβλητών, διατύπωση διερευνησιμότητας ερωτήματος, σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών, εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών, κατασκευή γραφικών παραστάσεων, ερμηνεία δεδομένων). Η ερμηνεία δεδομένων διακρίνεται σε τέσσερις επιμέρους δεξιότητες (ερμηνεία δεδομένων από πίνακα, από ραβδόγραμμα, από γραμμική γραφική παράσταση και από δύο πηγές) κι έτσι ο αριθμός των δεξιοτήτων ανέρχεται στις εννέα. Η επιλογή αυτών των δεξιοτήτων γίνεται εμπειρικά, βάσει υπάρχουσας τεχνογνωσίας (Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004).

Με σκοπό τη μέτρηση αυτών των δεξιοτήτων, στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας αναπτύσσονται έργα αξιολόγησης για κάθε δεξιότητα διερεύνησης (Παράρτημα ΙΙ). Για την ανάπτυξη των έργων αξιοποιούνται τόσο έργα από προηγούμενη εμπειρία (Κυριαζή κ.ά, 2002a; 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004; Παπαευριπίδου, 2000) όσο και έργα που προτείνονται στη διεθνή βιβλιογραφία (APU, 1987; Chen & Klahr, 1999; Gott & Roberts, 2003; 2008; Κόκκοτα, 2005; Κωνσταντίνου κ.ά, 2002; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000). Η όλη διαδικασία ανάπτυξης των έργων περιγράφεται στο Παράρτημα Ι και αποτελεί μέρος των διαδικασιών διασφάλισης της εγκυρότητας και αξιοπιστίας του εργαλείου μέτρησης, οι οποίες συζητούνται στο πλαίσιο της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 2.

Τα έργα αξιολόγησης χορηγούνται στο δείγμα 1 σε προπείραματικό στάδιο και στη συνέχεια, οι απαντήσεις αναλύονται φαινομενογραφικά (Marton & Booth, 1997; Marton, 1981). Η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των δεδομένων που προκύπτουν από αυτή την ανάλυση διασφαλίζεται με διάφορους τρόπους. Καταρχάς, η ανάλυση των απαντήσεων σε επίπεδα διενεργείται από δύο ερευνητές για εκτίμηση της αξιοπιστίας μεταξύ παρατηρητών (Παράρτημα XII). Έπειτα, η σαφήνεια στην περιγραφή των επιπέδων ελέγχεται από έμπειρους ερευνητές και εκπαιδευτικούς με τεχνογνωσία στον τομέα. Το δείγμα των απαντήσεων από το οποίο προκύπτουν τα επίπεδα θεωρείται αντιπροσωπευτικό σε μέγεθος ($n=337$), αλλά και σε εύρος ηλικίας (9-15 ετών). Ειδικότερα, με το μεγάλο εύρος ηλικίας στο δείγμα επιτυγχάνεται ο εντοπισμός μεγαλύτερης ποικιλίας απαντήσεων και κατ' επέκταση, επιπέδων. Οι απαντήσεις που δίνονται από μαθητές γυμνασίου σε προπείραματικό στάδιο διαφάνηκε ότι δεν έχουν σημαντικές διαφορές από απαντήσεις που δίνονται από μαθητές δημοτικού μετά τη συμμετοχή τους στο παρεμβατικό πρόγραμμα (Πίνακας Π9.4, Παράρτημα IX). Ως εκ τούτου, χορηγώντας το εργαλείο σε μαθητές γυμνασίου σε προπείραματικό στάδιο επιτυγχάνεται η συλλογή απαντήσεων που πιθανότατα δίνουν μαθητές δημοτικού σε μεταπειραματικό στάδιο. Επιπρόσθετα, τα ποσοστά των απαντήσεων στα έργα αξιολόγησης τόσο από το δείγμα 1 όσο και το δείγμα 2 της έρευνας, κατανέμονται κανονικά στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης (Πίνακες 4.3 και Διαγράμματα 4.3, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα). Γι αυτό, η διακύμανση των δεδομένων θεωρείται πολύ καλή.

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν την ύπαρξη διακριτών ποιοτικών επιπέδων για καθεμιά από τις εννέα υποτιθέμενες δεξιότητες διερεύνησης (Πίνακες 4.1, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα). Δηλαδή, εντοπίζονται διαβαθμισμένα επίπεδα, τα οποία αποτελούν ομαδοποιημένες απαντήσεις βάσει του συλλογισμού που χρησιμοποιούν παιδιά ηλικίας 9-15 ετών σε κάθε πτυχή της διερευνητικής διεργασίας.

Τα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης προκύπτουν από έγκυρα και αξιόπιστα δεδομένα. Θεωρούνται γενικεύσιμα και είναι δυνατόν να προκύψουν από διαφορετικούς πληθυσμούς και εργαλεία μέτρησης. Άλλωστε, οι διαφορές που παρουσιάζουν με αντίστοιχα επίπεδα που προτείνονται στη βιβλιογραφία δεν είναι σημαντικές (Etkina et al., 2006a; Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου, κ.ά 2002; Leinhardt et al., 1990; Padilla et al., 1986; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000).

Ο καθορισμός διαβαθμισμένων επιπέδων για την καθεμιά από τις πτυχές της διερευνητικής διεργασίας είναι σημαντικός. Καταρχάς, το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι τουλάχιστον σε θεωρητικό επίπεδο, η διερεύνηση - δεδομένου ότι μετρείται από έργα που περιλαμβάνονται στο εργαλείο που αναπτύχθηκε για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας (Παράρτημα II), διακρίνεται σε πτυχές (Lawson, 1979). Έπειτα, η διαβάθμιση αυτών των πτυχών και ειδικότερα, η διασπορά των απαντήσεων των παιδιών στα διάφορα επίπεδα, δείχνει τη διαφορετικότητα στα επίπεδα των απαντήσεων που μπορούν να δοθούν από δείγμα παιδιών. Το στοιχείο αυτό είναι πολύ σημαντικό κατά την ανάπτυξη μιας προσέγγισης που στοχεύει στην καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης.

Ο εντοπισμός επιπέδων στις δεξιότητες διερεύνησης δείχνει ότι η διερεύνηση δεν εμπεριέχει υψηλές γνωστικές απαιτήσεις με αποτέλεσμα μόνο άτομα με ιδιαίτερα προσόντα να μπορούν να αναπτύξουν (Klahr, 2000; Kuhn, 1989; Kuhn et al., 2000). Αντίθετα, αρκετές από τις απαντήσεις που δόθηκαν από τα παιδιά σε προπειραματικό στάδιο έδειξαν ότι κατέχουν κάποια συστατικά της διεργασίας και άρα, μπορούν να ανταποκριθούν στη διδασκαλία τέτοιων δεξιοτήτων όπως έδειξαν έρευνες που έχουν προηγηθεί (Adey & Shayer, 1994; Chen & Klahr, 1999; Goossens, 1992; Linn et al., 1977; Lorch et al., 2010).

Τα χαμηλότερα επίπεδα δεξιοτήτων περιλαμβάνουν απαντήσεις που υποδηλώνουν ότι σε αρκετές περιπτώσεις τα παιδιά λειτουργούν ως διαισθητικοί επιστήμονες στις επεξηγήσεις τους (Wollman & Lawson, 1977; Wood-Robinson et al., 1999b). Στην προσπάθεια κατανόησης του φυσικού κόσμου ενεργούν αυθόρμητα και υιοθετούν μια δική τους προσέγγιση. Ανατρέχουν στις υπάρχουσες γνωστικές δομές και δίνουν επεξηγήσεις βάσει των αρχικών τους ιδεών χωρίς να χειρίζονται στοιχεία και να ελέγχουν υποθέσεις (Zimmerman, 2000; 2005).

Στην παρούσα έρευνα, με σκοπό την επιβεβαίωση των δεξιοτήτων που υφίστανται στη διεργασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων, γίνεται περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων. Τα δεδομένα που προκύπτουν από τη φαινομενογραφική ανάλυση των απαντήσεων στα έργα αξιολόγησης (επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης) κωδικοποιούνται βάσει διατακτικής κλίμακας με τιμές 0-1-2 (Παράρτημα VI). Σύμφωνα με αυτή την κωδικοποίηση, οι σωστές απαντήσεις των παιδιών, οι οποίες στηρίζονται σε λανθασμένο συλλογισμό, μηδενίζονται. Οι περιπτώσεις αυτές τις περισσότερες φορές οφείλονται στη δυσκολία των παιδιών για γραπτή περιγραφή του συλλογισμού τους. Με τον τρόπο αυτό, όμως, η κωδικοποίηση είναι αυστηρή και κατά συνέπεια δίνεται έμφαση στον εντοπισμό της κατανόησης του

παιδιού μέσω της γραπτής επεξήγησης του συλλογισμού του. Πραγματική κατανόηση θεωρείται ότι υπάρχει, όταν υπάρχει συνέπεια μεταξύ της απάντησης και του συλλογισμού.

Με την παραγοντική ανάλυση των δεδομένων (βαθμός επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης) εντοπίζονται οι περισσότερες από τις υποτιθέμενες πτυχές της διερευνητικής διεργασίας βάσει των οποίων δομήθηκε το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης. Συγκεκριμένα, μόνο οι επτά από τις εννέα πτυχές μπορούν να ερμηνεύσουν τουλάχιστον τρία έργα αξιολόγησης (μεταβλητές) (Hair et al., 1995; Hutcheson & Sofroniou, 1999; Sharma, 1996). Τα έργα που περιλαμβάνονται σε κάθε παράγοντα παρουσιάζουν αρκετά ψηλές φορτίσεις, καθώς ο δείκτης αξιοπιστίας Cronbach's alpha στις περισσότερες περιπτώσεις κρίνεται ικανοποιητικός (Πίνακες 5.1.4, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Με αυτή την ανάλυση, δεν εντοπίζονται οι πτυχές που αφορούν στη μέτρηση της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών (έργα 13, 14 και 15) και της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών (έργα 31, 32 και 33).

Τα αποτελέσματα της παραγοντικής ανάλυσης ενισχύονται με την εφαρμογή του στατιστικού μοντέλου Rasch (Rasch, 1960), ξεπερνώντας με αυτό τον τρόπο τον περιορισμό που τίθεται από την παραγοντική ανάλυση δεδομένων σε διατακτική κλίμακα (Joreskog & Moustaki, 2001). Με την κατασκευή κλίμακας μέτρησης (person-item map) για 33 έργα αξιολόγησης ($n=337$) (Διάγραμμα 5.2.3, Κεφάλαιο V: Ανάλυση) και τον έλεγχο fit των έργων για κάθε δεξιότητα χωριστά (Πίνακες Π10.1, Παράρτημα X) ομαδοποιούνται τα έργα που κατασκευάστηκαν για να μετρούν την ίδια δεξιότητα και σειροθετούνται οι πτυχές της διερευνητικής διεργασίας βάσει τιμών logits (Πίνακας 5.2.2, Κεφάλαιο V: Ανάλυση).

Γενικά, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας που αφορούν στο ερευνητικό ερώτημα 1, καταδεικνύουν ότι κατά τη διεκπεραίωση μιας επιστημονικής διερεύνησης απαιτείται ένα σύνολο από δεξιότητες, οι οποίες είναι διακριτές και μπορούν να λειτουργήσουν και ανεξάρτητα. Κάθε δεξιότητα αναλύεται σε διαβαθμισμένα επίπεδα βάσει της ορθότητας του συλλογισμού που εφαρμόζεται σε κάθε περίπτωση.

(2) Ερευνητικό ερώτημα 2: Μπορούν οι δεξιότητες διερεύνησης να αξιολογηθούν μέσα από μια μονοδιάστατη κλίμακα μέτρησης;

Η μέτρηση και αξιολόγηση των δεξιοτήτων διερεύνησης αποτελεί ζήτημα, το οποίο έχει απασχολήσει και άλλους ερευνητές (Etkina et al., 2006a; 2006b; Gott et al., n.d.1; Gott & Roberts, 2008; Kuhn et al., 1988; Roberts & Gott, 2004). Στην παρούσα έρευνα επιλέγεται ο γραπτός τρόπος αξιολόγησης λόγω των μεγάλων δειγμάτων και δημιουργείται μια τράπεζα από 33 έργα αξιολόγησης που το καθένα αξιολογεί μια συγκεκριμένη πτυχή της διεργασίας.

Η διασφάλιση της αξιοπιστίας και εγκυρότητας του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης αποτελεί μέρος της διαδικασίας για δημιουργία μιας μονοδιάστατης κλίμακας μέτρησης. Κάποια σημεία της διαδικασίας καλύπτονται από διενέργειες που επιχειρούνται για διασφάλιση της αξιοπιστίας και εγκυρότητας των δεδομένων της έρευνας και περιγράφονται στο Κεφάλαιο III: Μεθοδολογία. Στο πλαίσιο της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 3 συζητούνται οι διενέργειες που αφορούν στο εργαλείο καθαυτό.

Η αξιοπιστία του εργαλείου μέτρησης εκτιμάται με τον υπολογισμό του συντελεστή Cronbach's alpha ($=.867$), ο οποίος καταδεικνύει ότι τα έργα που έχουν περιληφθεί στο εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης έχουν σχετικά υψηλή εσωτερική συνέπεια, αφού είναι $>.7$ (Hair et al., 1995; Spector, 1992). Η εγκυρότητα του εργαλείου και συγκεκριμένα, η εγκυρότητα εννοιολογικής κατασκευής διασφαλίζεται ακολουθώντας τη διαδικασία που προτείνεται από τους Pampaka et al (2011; 2012a; 2012b; 2013) και τις οδηγίες των Wolfe & Smith (2007).

Στην παρούσα έρευνα, η διαδικασία αφορά σε δύο κλίμακες. Η πρώτη κλίμακα περιλαμβάνει 33 έργα (τα οποία χορηγούνται σε προπείραματικό στάδιο), ενώ η δεύτερη περιλαμβάνει 22 έργα (τα οποία επιλέγονται βάσει των αποτελεσμάτων της πρώτης κλίμακας και χορηγούνται σε μεσοπείραματικό και μεταπείραματικό στάδιο). Οι περισσότερες από τις διενέργειες που επιχειρούνται για διασφάλιση των επτά πτυχών της εγκυρότητας εννοιολογικής κατασκευής αφορούν και στις δύο κλίμακες. Στη συνέχεια, επισημαίνονται οι διενέργειες που επιχειρούνται στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας για διασφάλιση κάθε πτυχής της εγκυρότητας εννοιολογικής κατασκευής.

(α) περιεχόμενο (content): Το περιεχόμενο των 33 έργων που περιλαμβάνονται στο εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης σχετίζεται με απλά προβλήματα καθημερινής

φύσεως και τα παιδιά καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις ανοικτού τύπου μέσω των οποίων καλούνται να επεξηγήσουν το συλλογισμό τους.

Η χρήση προβλημάτων με θέματα που σχετίζονται με τις προσωπικές εμπειρίες των παιδιών, κατά μία άποψη έχει ως αποτέλεσμα τα παιδιά να στηρίζονται στις αρχικές ιδέες και θεωρίες τους αντί να επεξηγούν το συλλογισμό τους (Schauble, 1996; Sodian et al., 1991). Αυτό δεν αποτελεί περιορισμό στην περίπτωση της παρούσας έρευνας αφού η ανάκληση γνώσεων που βασίζονται σε αρχικές ιδέες είναι αναπόφευκτη. Γι' αυτό και η επεξήγηση συλλογισμού βάσει προσωπικών εμπειριών περιλαμβάνεται στα χαμηλότερα επίπεδα των δεξιοτήτων που έχουν διατυπωθεί στο πλαίσιο του ερευνητικού ερωτήματος 1 (Πίνακες 4.1, Κεφάλαιο IV). Σε ένα από τα επίπεδα στις περισσότερες δεξιότητες, τα παιδιά κάνουν προβλέψεις για το αποτέλεσμα και γενικά, στηρίζονται σε αρχικές τους ιδέες και θεωρίες. Για παράδειγμα, στο επίπεδο I της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα, τα παιδιά μαντεύουν την απάντηση ή τη δικαιολογούν βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας.

Έπειτα, με τη χρήση θεμάτων από την καθημερινή ζωή περιορίζεται η πιθανότητα ένα έργο να μετρά εννοιολογική κατανόηση αντί τη δεξιότητα για την οποία κατασκευάστηκε (Gott & Roberts, 2008). Σ' αυτά τα έργα δεν απαιτούνται ιδιαίτερες γνώσεις σε σχέση με την κατανόηση των εννοιών κι έτσι τα παιδιά εστιάζουν στην επεξήγηση της διεργασίας που διέρχονται κατά τη διεκπεραίωση του έργου. Αν, για παράδειγμα, ένα έργο αξιολόγησης αφορά σε αναγνώριση μεταβλητών που σχετίζονται με τη δύναμη που ασκείται κατά την κρούση ενός αυτοκινήτου (το οποίο διδάσκεται στο σχολείο τουλάχιστον ως έννοια) τότε τα παιδιά που έχουν διδαχτεί το θέμα πιθανότατα να ανακαλέσουν εξειδικευμένες γνώσεις για την έννοια της κρούσης και να κάνουν προβλέψεις για το αποτέλεσμα. Είναι, όμως, πιθανόν, να αναγνωρίσουν πιο εύκολα μεταβλητές σε σχέση με παιδιά που δεν το διδάχτηκαν κι έτσι να δώσουν απάντηση που αντιστοιχεί σε ψηλότερα επίπεδα. Σ' αυτή την περίπτωση, τίθεται θέμα εγκυρότητας των δεδομένων της έρευνας που συλλέγονται σε προπειραματικό στάδιο από δείγμα παιδιών με σημαντική διαφορά ηλικίας, όπως στο δείγμα 1. Επίσης, τίθεται θέμα αξιοπιστίας των δεδομένων που συλλέγονται σε μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο, αφού ενδέχεται η διαφορά στις επιδόσεις μεταξύ των σταδίων να μην οφείλεται στη συμμετοχή στο διδακτικό πρόγραμμα.

Ως εκ τούτου, το περιεχόμενο των έργων αξιολόγησης που αναπτύσσονται για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας αφορά σε απλά ζητήματα καθημερινής φύσεως, τα οποία

δεν απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις και δεν σχετίζονται με θέματα που περιλαμβάνονται είτε στο διδακτικό πρόγραμμα, είτε ως διερεύνηση στο Πανηγύρι Επιστήμης.

Το περιεχόμενο των έργων, η σαφήνεια των οδηγιών τους, αλλά και ο τρόπος διατύπωσής τους ελέγχονται από ακαδημαϊκούς με τεχνογνωσία στο θέμα και εκπαιδευτικούς με σχετική εμπειρία (Παράρτημα Ι). Στο πλαίσιο της κριτικής των έργων αξιολόγησης ελέγχεται επίσης κατά πόσο αυτά μετρούν πραγματικά τη δεξιότητα για την οποία κατασκευάστηκαν. Η προσπάθεια αυτή ενδυναμώνεται με την αξιοποίηση έργων από προηγούμενες έρευνες και υπάρχουσας βιβλιογραφίας (APU, 1987; Chen & Klahr, 1999; Gott & Roberts, 2003; 2008; Κόκκοτα, 2005; Κυριαζή κ.ά, 2002a; 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2002; 2004; Παπαευριπίδου, 2000; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000) και την αναπροσαρμογή τους για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας.

(β) substantive: Κάθε δεξιότητα διερεύνησης μετρείται από τριάδα πανομοιότυπων έργων που περιλαμβάνεται στο εργαλείο (Παράρτημα ΙΙ). Σε κάθε τριάδα, τα έργα διαφέρουν ως προς το συγκεκριμένο αλλά είναι διατυπωμένα με τον ίδιο τρόπο. Έτσι διασφαλίζεται ότι τα παιδιά κάθε φορά επεξηγούν το συλλογισμό τους χωρίς να επηρεάζονται από τη διαφορετικότητα των οδηγιών ή του τρόπου διατύπωσης του προβλήματος ή της ερώτησης.

Η γνωστική διαδικασία που αναμένεται να ακολουθείται κατά τη διεκπεραίωση ενός έργου έχει μελετηθεί διαμέσου της ανασκόπησης της διεθνούς βιβλιογραφίας που αφορά κυρίως σε ορισμούς των δεξιοτήτων που υπεισέρχονται κατά τη διεκπεραίωση διερευνήσεων (Chen & Klahr, 1999; Klahr & Dunbar, 1988; Κόκκοτα, 2005; Κωνσταντίνου κ.ά, 2002; 2004; Padilla et al., 1986; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000) και διατυπώνεται διαγραμματικά με μοντέλα (Διαγράμματα Π13.3 – Π13.8, Παράρτημα ΧΙΙΙ) που προέκυψαν από επιστημολογική ανάλυση των δεξιοτήτων σε προηγούμενη έρευνα (Κυριαζή, 2004). Συγκρίνοντας αυτή τη γνωστική διαδικασία με αποτελέσματα από τη χορήγηση των έργων σε πιλοτική έρευνα (Παράρτημα Ι), τα έργα τροποποιούνται και αναδιαμορφώνονται ανάλογα, μέχρι να πάρουν την τελική τους μορφή (Παράρτημα ΙΙ). Επιπρόσθετα, κατά την πιλοτική χορήγηση των έργων λαμβάνονται υπόψη οι αντιδράσεις των παιδιών κατά τη διεκπεραίωση των έργων και τροποποιούνται αρκετά από τα έργα που φαίνονται χρονοβόρα.

(γ) δομή (structural): Το εργαλείο δομείται με τρόπο που κάθε έργο να αξιολογεί χωριστά καθεμιά από τις πτυχές της διαδικασίας της διερεύνησης (Πίνακας 3.3, Κεφάλαιο ΙΙΙ: Μεθοδολογία). Στην παρούσα έρευνα εντοπίζονται οι περισσότερες πτυχές διαμέσου

παραγοντικής ανάλυσης (Πίνακας 5.1.3, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Με το στατιστικό μοντέλο Rasch υποστηρίζεται η ύπαρξη αυτών των πτυχών με ομαδοποίηση των έργων (Πίνακες Π10.1, Παράρτημα X) και έπειτα, οι πτυχές σειροθετούνται βάσει του βαθμού δυσκολίας των έργων που υπεισέρχονται σ' αυτές (Πίνακας 5.2.2, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Η βαθμονόμηση των πτυχών φαίνεται ότι συνάδει σε μεγάλο βαθμό με τη δομή που δίνεται στο εργαλείο κατά την κατασκευή του.

Επιπρόσθετα, η κλίμακα μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης καταδεικνύεται μονοδιάστατη, βάσει του ελέγχου fit των έργων (Linacre, 2012; Messick, 1995; Wolfe & Smith, 2007). Κάθε έργο που περιλαμβάνεται στην κλίμακα (με 33 ή 22 έργα αξιολόγησης) συνάδει με το μέσο όρο των μετρήσεων των υπολοίπων έργων (Πίνακες 5.2.1 και 5.2.4, Κεφάλαιο V: Ανάλυση), καθώς οι τιμές του separation και του reliability των έργων διατηρούν τις πολύ καλές τιμές τους (Linacre, 2012) δείχνοντας ότι το δείγμα και η διακύμανση της δυσκολίας των έργων είναι ικανοποιητικά.

(δ) γενικευσιμότητα (generalizability): Οι μετρήσεις που προκύπτουν από τη χορήγηση των έργων φαίνεται ότι έχουν τη δυνατότητα να διατηρούν το νόημά τους. Αυτό επισημαίνεται από την ανάλυση διαφορικής λειτουργίας, η οποία εφαρμόζεται για έλεγχο διαφορών σε σχέση με το φύλο (αγόρια-κορίτσια) και επίπεδο εκπαίδευσης (δημοτικό - γυμνάσιο), τόσο για την κλίμακα με 33 έργα όσο και για την κλίμακα με 22 έργα (Διαγράμματα 5.2, Κεφάλαιο V: Ανάλυση) (Wolfe & Smith, 2007). Όσον αφορά στο φύλο, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βαθμό δυσκολίας των έργων μεταξύ αγοριών και κοριτσιών σε καμιά περίπτωση. Αντίθετα, όπως ήταν αναμενόμενο, στην περίπτωση που συγκρίνεται η δυσκολία των έργων ανάμεσα στα παιδιά δημοτικού και γυμνασίου παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές σε κάποια έργα αξιολόγησης. Εφόσον το εργαλείο απευθύνεται σε παιδιά 10-12 ετών και οι δύο ομάδες έχουν διαφορετικό υπόβαθρο, είναι αναμενόμενο να υπάρχει προκατάληψη υπέρ μιας ομάδας (κυρίως των παιδιών δημοτικού). Η ένδειξη προκατάληψης σ' αυτή την περίπτωση δεν επηρεάζει και οι μετρήσεις μπορούν να αποτελέσουν στοιχεία για γενίκευση.

Η δυνατότητα για γενίκευση των μετρήσεων ενισχύεται από το γεγονός ότι οι μετρήσεις προκύπτουν από αξιόπιστα δεδομένα στα οποία προηγείται έλεγχος για αξιοπιστία μεταξύ παρατηρητών (Πίνακας Π12.1, Παράρτημα XII).

(ε) εξωτερική εγκυρότητα (external): Στην παρούσα έρευνα, το εργαλείο χρησιμοποιείται για αξιολόγηση του προγράμματος «*το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο*» (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004).

Χορηγείται σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο του προγράμματος με σκοπό τη μέτρηση πιθανής διαφοροποίησης της επίδοσης στις δεξιότητες που αξιολογούνται. Η χορήγηση του εργαλείου γι' αυτό το σκοπό δείχνει ότι ως εργαλείο έχει τις δυνατότητες να εντοπίζει αυτές τις διαφορές (Πίνακες 5.3, Κεφάλαιο V: Ανάλυση), οι οποίες συζητούνται εκτεταμένα στο πλαίσιο της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 3. Σε προπειραματικό στάδιο το εργαλείο φαίνεται πολύ δύσκολο, τόσο στην περίπτωση της κλίμακας με 33 έργα (Διάγραμμα 5.2.3, Κεφάλαιο V: Ανάλυση), όσο και στην περίπτωση της κλίμακας με 22 έργα (Διάγραμμα 5.2.6, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Οι κλίμακες αυτές δείχνουν ότι η επίδοση των παιδιών κατανέμεται πολύ χαμηλά σε σχέση με το βαθμό δυσκολίας των έργων. Ωστόσο, είναι αναμενόμενο τα παιδιά να έχουν χαμηλές επιδόσεις σε προπειραματικό στάδιο αφού δεν τις έχουν διδαχτεί προηγουμένως. Έπειτα, ένα δύσκολο εργαλείο είναι πιο ευαίσθητο κι έτσι είναι πιο εύκολο μέσω αυτού να εντοπιστούν διαφορές σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις.

(ζ) συνεπαγωγική (consequential): Τα δεδομένα από τη χορήγηση του εργαλείου (επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης, βαθμός επιτεύγματος στα έργα και επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης) προκύπτουν άμεσα και έμμεσα από τη φαινομενογραφική ανάλυση των απαντήσεων των παιδιών στα έργα. Στο πλαίσιο αυτής της ανάλυσης, όπως αναφέρθηκε και στο πλαίσιο της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 1, διασφαλίζεται η αξιοπιστία των παρατηρητών (Πίνακας Π12.1, Παράρτημα XII). Οι εμπλεκόμενοι παρατηρητές καταρτίζονται έτσι ώστε ο καθορισμός των επιπέδων να μην επηρεάζεται από τις προσωπικές τους εμπειρίες. Επίσης, τα επίπεδα εξετάζονται ως προς τη σαφήνεια και αναθεωρούνται από έμπειρους ερευνητές με τεχνογνωσία για το θέμα. Παράλληλα, ελέγχονται και από έμπειρους εκπαιδευτικούς. Επιπρόσθετα, παρόμοια επίπεδα εντοπίζονται από τη χορήγηση του εργαλείου αρχικά στο δείγμα 1 (μεγάλο δείγμα σε μέγεθος και εύρος ηλικίας) και έπειτα, στο δείγμα 2 (μεγάλο δείγμα και εύρος ηλικίας για το οποίο προορίζεται το εργαλείο). Κατά συνέπεια, η ποιότητα των επιπέδων στις δεξιότητες διερεύνησης (και κατ' επέκταση ο βαθμός επιτεύγματος στα έργα και η επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης) διασφαλίζονται ως προς την ποιότητά τους και η ερμηνεία των μετρήσεων αυτών θεωρείται σημαντική.

(η) ερμηνευσιμότητα (interpretability): Οι κλίμακες μέτρησης σε τιμές logits που έχουν προκύψει από το στατιστικό έλεγχο Rasch των δεδομένων από 33 έργα, αλλά και από 22 έργα, δείχνουν ότι το εργαλείο είναι δύσκολο. Παρόλα αυτά, οι στατιστικοί δείκτες (item separation, item reliability και infit) καταδεικνύουν ότι το εργαλείο είναι κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί για το σκοπό για τον οποίο προορίζεται (Bond & Fox, 2001;

Linacre, 2012; Wolfe & Smith, 2007). Δηλαδή, θεωρείται κατάλληλο για μέτρηση και κατ' επέκταση ερμηνεία της ανάπτυξης των δεξιοτήτων διερεύνησης σε παιδιά 10-12 ετών.

Ο έλεγχος των πτυχών διασφάλισης εγκυρότητας εννοιολογικής κατασκευής τους οποίους εισηγούνται οι Wolfe & Smith (2007) κρίνεται ικανοποιητικός τόσο για την κλίμακα μέτρησης με 33 έργα αξιολόγησης όσο και για την κλίμακα με 22 έργα αξιολόγησης. Με την αφαίρεση έργων δημιουργείται μια βελτιωμένη κλίμακα μέτρησης με 22 έργα (Πίνακας 5.2.3, Κεφάλαιο V: Ανάλυση), η οποία επίσης κρίνεται αξιόπιστη και έγκυρη με βάση τον έλεγχο των πτυχών αυτών. Στην κλίμακα με 22 έργα αξιολόγησης ο χρόνος διεκπεραίωσης - ο οποίος αποτελεί ζήτημα για την αξιοπιστία των δεδομένων, μειώνεται, ενώ οι στατιστικοί δείκτες (item separation και reliability) (Πίνακα 5.2.4, Κεφάλαιο V: Ανάλυση) διατηρούν τις πολύ καλές τιμές τους.

Γενικά, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας που αφορούν στο ερευνητικό ερώτημα 2 καταδεικνύουν ότι οι δεξιότητες διερεύνησης μπορούν να αξιολογηθούν μέσα από μια μονοδιάστατη κλίμακα μέτρησης. Το εργαλείο που κατασκευάζεται βάσει των διαδικασιών που περιγράφονται θεωρείται αξιόπιστο και έγκυρο.

(3) *Ερευνητικό ερώτημα 3: Μπορεί το εκπαιδευτικό πρόγραμμα «το Πανηγύρι της Επιστήμης» να λειτουργήσει ως μηχανισμός ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης;*

Η συμμετοχή στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» (Κωνσταντίνου κ.ά., 2004) περιλαμβάνει διεκπεραίωση αυθεντικών διερευνήσεων. Η προσέγγιση της διερεύνησης στο πρόγραμμα μοιράζεται κοινά χαρακτηριστικά με προσεγγίσεις άλλων ερευνητικών προγραμμάτων (*Science: a Process Approach, Warwick Process Science, The Assessment of Practical Science Graded Assessment in Science Project, Developmental Activities Project, AKSIS, ISLE labs, Assessment of Performance Unit*) που προτάθηκαν κατά καιρούς και είχαν παρόμοιες μαθησιακές επιδιώξεις. Συγκεκριμένα, κατά την ανάληψη μιας διερεύνησης τα παιδιά λειτουργούν αυτόνομα (Goldsworthy, 1998; Watson et al., 1999; 2001) και εμπλέκονται σε πρακτική εργασία (AAAS, 1967; Millar, 1998; Roberts & Gott, 2004; Screen, 1986; Tytler et al., 2001). Οι διερευνήσεις τους αφορούν σε ένα πρόβλημα που σχετίζεται με τα ενδιαφέροντά τους. Θέτουν ένα ερώτημα, για το οποίο τα παιδιά αναζητούν στοιχεία για να δώσουν μια απάντηση. Σχεδιάζουν και εκτελούν έγκυρα πειράματα για να συλλέξουν και να ερμηνεύσουν δεδομένα και να στηρίξουν την απάντησή τους. Συνδυάζουν γνώσεις ειδικού και γενικού περιεχομένου για να χειριστούν στοιχεία και θεωρίες με τα οποία θα τεκμηριώσουν την απάντηση που θα δώσουν στο

ερώτημά τους (APU, 1987; Austin, 1998; Duggan & Gott, 1995; 2002; Duggan et al., 1996; Gott & Duggan, 1995; Gott & Roberts, 2008; Roberts & Gott, 2004; Murphy, 1988; Zimmerman, 2000; 2005; 2007). Η όλη πορεία διερεύνησης μέσα από την οποία διέρχονται δεν είναι γραμμική και έχει πολλές ομοιότητες με την επιστημονική ανακάλυψη (Klahr, 2000; Kuhn et al., 1988; 2000).

Η διαφορετικότητα του προγράμματος έγκειται στο ότι συνδυάζει τυπικές, άτυπες και μη τυπικές διεργασίες μάθησης διαμέσου των οποίων πιστεύεται από τους κατασκευαστές του ότι καλλιεργούνται οι δεξιότητες που απαιτούνται για διεκπεραίωση μιας διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο. Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αυτής της καινοτόμας προσέγγισης και ειδικότερα, της μέτρησης του βαθμού ανάπτυξης των δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου της εμπλοκής παιδιών στο πρόγραμμα αποτελεί μέρος της παρούσας έρευνας.

Για το σκοπό αυτό, αξιοποιείται το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης που αναπτύσσεται στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας (Παράρτημα II) για συλλογή έγκυρων και αξιόπιστων στοιχείων που καταδεικνύουν την ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου αυτού του προγράμματος. Με τη χορήγηση του εργαλείου στο δείγμα 2 (172 παιδιά 10-12 ετών) (Πίνακας 3.2, Κεφάλαιο II: Μεθοδολογία) σε προπείραματικό, μεσοπείραματικό και μεταπείραματικό στάδιο (Διάγραμμα 3.2., Κεφάλαιο II: Μεθοδολογία) συλλέγονται απαντήσεις, από την ανάλυση των οποίων προκύπτουν τριών ειδών στοιχεία: (i) κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στα επίπεδα δεξιοτήτων διερεύνησης, (ii) βαθμός επιτεύγματος στα έργα αξιολόγησης και (iii) επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης. Τα αποτελέσματα από τη συλλογή αυτών των στοιχείων για κάθε δεξιότητα χωριστά συζητούνται στη συνέχεια ως μέρος της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 3.

(α) δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών

Η διαφοροποίηση της κατανομής των ποσοστών των απαντήσεων στα έργα που μετρούν τη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών δείχνει βελτίωση στη συγκεκριμένη δεξιότητα (Διαγράμματα 4.4.1 – 4.4.2, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα). Μεγάλο ποσοστό των παιδιών φαίνεται ότι σε προπείραματικό στάδιο στηρίζεται σε αρχικές ιδέες για αναγνώριση μεταβλητών (επίπεδο I). Μετά την τυπική φάση και ιδιαίτερα με το τέλος του προγράμματος, τα ποσοστά των παιδιών που αναγνωρίζουν μεταβλητές και θεωρούν απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχο αυξάνονται (επίπεδο IV). Η βελτίωση στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών επιβεβαιώνεται από στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βαθμό

επιτεύγματος στα έργα σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις (Πίνακας 5.3.1Α, Κεφάλαιο V: Ανάλυση), αλλά και στην επίδοση στη δεξιότητα σε όλες τις περιπτώσεις που εξετάζονται (Πίνακας 5.3.1Β, Κεφάλαιο V: Ανάλυση).

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι με την εμπλοκή των παιδιών στο πρόγραμμα επιτυγχάνεται σημαντική βελτίωση στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών. Δηλαδή, τα παιδιά καθίστανται ικανά να αναγνωρίζουν παραμέτρους που υπεισέρχονται σε ένα φαινόμενο και να επιζητούν τον πειραματικό έλεγχο τους (Gott & Roberts, 2008; Κόκκοτα; 2005; Lawson, 1979). Η δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών φαίνεται ότι προωθείται τόσο διαμέσου τυπικών διαδικασιών μάθησης όσο και στο πλαίσιο της ανάληψης εξατομικευμένων διερευνήσεων από τα παιδιά.

(β) δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

Η ικανότητα υποβολής ερωτήματος σε διερευνήσιμη μορφή μέσω του οποίου να επισημαίνονται η ανεξάρτητη και εξαρτημένη μεταβλητή φαίνεται ότι καλλιεργείται στην πορεία του προγράμματος. Τα ποσοστά των ερωτημάτων σε διερευνήσιμη μορφή παρουσιάζουν ιδιαίτερη αύξηση μετά το τέλος του προγράμματος (Διαγράμματα 4.4.3 – 4.4.4, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα). Οι διαφοροποιήσεις στο βαθμό επιτεύγματος στα έργα και την επίδοση της δεξιότητας είναι στατιστικά σημαντικές κυρίως μετά την τυπική φάση (Πίνακες 5.3.2Α – 5.3.2Β, Κεφάλαιο V: Ανάλυση) όπως ήταν αναμενόμενο αφού η δεξιότητα προσεγγίζεται μεμονωμένα στο πρώτο μάθημα της διδακτικής παρέμβασης. Μεταξύ μεσοπειραματικού και μεταπειραματικού σταδίου οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές ίσως γιατί οφείλονται στις ήδη ψηλές επιδόσεις που έχουν τα παιδιά μετά την τυπική φάση.

Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι τα παιδιά εξοικειώνονται με τη διατύπωση ερωτήματος αυτής της μορφής και την εφαρμόζουν κατά τη διεκπεραίωση των διερευνήσεων τους για συμμετοχή στο Πανηγύρι. Αυτό συμβάλει στη βελτίωση της αυτοπεποίθησής τους να υποβάλουν ερωτήματα και κατ' επέκταση στη δημιουργία θετικών στάσεων προς τη διερώτηση (Feasey, 1998; Harlen, 2006; Κωνσταντίνου κ.ά, 2002).

(γ) δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

Η δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών αξιολογείται από 4 έργα αξιολόγησης, 2 διαφορετικών τύπων. Τα ποσοστά των απαντήσεων στα έργα ενώ πριν το διδακτικό πρόγραμμα συγκεντρώνονται στα χαμηλά επίπεδα και κυρίως στο επίπεδο I, στο

τέλος του προγράμματος κατανέμονται σε ψηλότερα επίπεδα (Διαγράμματα 4.4.5 – 4.4.6 – 4.4.7 – 4.4.8, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα). Ο βαθμός επιτεύγματος στα έργα και η επίδοση στη δεξιότητα παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ προπειραματικού, μεσοπειραματικού και μεταπειραματικού σταδίου στις περισσότερες περιπτώσεις (Πίνακες 5.3.3A – 5.3.3B, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Τόσο η διαφοροποίηση του τρόπου κατανομής των απαντήσεων στα επίπεδα όσο και οι διαφορές στο βαθμό επιτεύγματος στα έργα και στην επίδοση στη δεξιότητα δείχνουν ότι η δεξιότητα βελτιώνεται.

Ο σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών ως θεμελιώδης δεξιότητα της διερεύνησης φαίνεται ότι αναπτύσσεται διαμέσου της συμμετοχής στο διδακτικό πρόγραμμα (Chen & Klahr, 1999; Kuhn, 2007; Kuhn et al., 2008; Lorch et al., 2010; McIntosh, 1995a; NRC, 2012; Reed et al., 2000; Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000; Wollman, 1977; Wollman & Lawson, 1977). Η δεξιότητα φαίνεται να προωθείται διαμέσου της διδακτικής παρέμβασης στο πλαίσιο της οποίας τα παιδιά εμπλέκονται σε δραστηριότητες εφαρμογής της στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών (Chen & Klahr, 1999; Duschl et al., 2006; Klahr, 2000; Kuhn et al., 2008; Wollman, 1977; Wollman & Lawson, 1977; Zimmerman, 2000) και διαμέσου της διεκπεραίωσης αυθεντικών διερευνήσεων για συμμετοχή στο Πανηγύρι Επιστήμης. Τα παιδιά μαθαίνουν να εφαρμόζουν τη συλλογιστική στρατηγική ελέγχου μεταβλητών για να διεκπεραιώνουν έγκυρους πειραματικούς σχεδιασμούς.

(δ) δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

Η δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών περιλαμβάνει αναστοχασμό της εγκυρότητας των πειραματικών σχεδιασμών που επιχειρούν τα παιδιά. Ο βαθμός επιτεύγματος στα έργα 14 και 15 και η επίδοση στη δεξιότητα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις περισσότερες περιπτώσεις (Πίνακες 5.3.4A – 5.3.4B, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Η διαφοροποίηση της δεξιότητας, η οποία φαίνεται και από την κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων στα επίπεδα (Διαγράμματα 4.4.9 – 4.4.10, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα), μάλλον δεν είναι τόσο μεγάλη ίσως λόγω του ότι τα έργα που αξιολογούν αυτή τη δεξιότητα αποδεικνύονται τα πιο εύκολα (Διάγραμμα 5.2.3, Κεφάλαιο V: Ανάλυση) και άρα, δεν εντοπίζονται εύκολα διαφορές σ' αυτά.

Με τη συμμετοχή τους στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, τα παιδιά φάνηκε ότι βελτιώνουν τις ικανότητές τους για εντοπισμό ατελειών στους πειραματικούς τους σχεδιασμούς κι έτσι να διασφαλίζουν την εγκυρότητά τους (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004). Η ανάπτυξη αυτής της

ικανότητας αυτή είναι σημαντική για τη διαπραγμάτευση νέων θεωριών αλλά και το χειρισμό στοιχείων για τεκμηρίωση μιας άποψης (Κόκκοτα, 2005; Kuhn et al., 1988; 2000; Kuhn, 1989).

(ε) δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης

Η κατασκευή γραφικής παράστασης αποτελεί ένα τρόπο παρουσίασης των αποτελεσμάτων μιας διερεύνησης. Παρόλο που στη διδακτική παρέμβαση δεν περιλαμβάνονται δραστηριότητες που αφορούν σ' αυτή τη δεξιότητα, εντούτοις, τα παιδιά είναι δυνατόν να κατασκευάσουν ραβδόγραμμα ή γραμμική γραφική παράσταση στο πλαίσιο της διεκπεραίωσης των διερευνήσεών τους για το Πανηγύρι. Ως εκ τούτου, στην παρούσα έρευνα η δεξιότητα αξιολογείται με έργα που αφορούν και στους δύο τύπους γραφικών παραστάσεων.

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση της δεξιότητας στην πορεία του προγράμματος (Πίνακας 5.3.5B, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Αυτό δεν ισχύει στις πλείστες περιπτώσεις κατά τη διαφοροποίηση του βαθμού επιτεύγματος στα έργα (Πίνακας 5.3.5A, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Οι αλλαγές στην κατανομή των ποσοστών στα επίπεδα είναι γενικά μικρές, καθώς οι απαντήσεις φαίνεται να συγκεντρώνονται σχετικά σε χαμηλά επίπεδα της δεξιότητας (Διαγράμματα 4.4.11 – 4.4.12 – 4.4.13 – 4.4.14, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα επίπεδα στη δεξιότητα επηρεάζονται από το γεγονός ότι στα έργα για κατασκευή γραμμικής γραφικής παράστασης τα παιδιά λανθασμένα προτιμούν την κατασκευή ραβδογράμματος με την οποία προφανώς είναι πιο εξοικειωμένα.

Η σχετικά μικρή διαφοροποίηση που παρατηρείται στη μέτρηση της δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης αφενός οφείλεται στην απουσία δραστηριοτήτων για καλλιέργεια της δεξιότητας στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης και αφετέρου, σε εμπειρίες που αποκτούν τα παιδιά κατά τη διεκπεραίωση εξατομικευμένων διερευνήσεων για συμμετοχή στο Πανηγύρι. Τα παιδιά εμπλέκονται περιστασιακά σε διαδικασίες κατασκευής γραφικών παραστάσεων, ανάλογα με τις διερευνήσεις τους. Πιθανότατα, αρκετά παιδιά να μην εμπλέκονται σε τέτοιες διαδικασίες, εφόσον δεν είναι απαραίτητες για τη διερεύνησή τους. Άλλωστε, η δεξιότητα αυτή διδάσκεται στα Μαθηματικά και η μεταφορά της σε άλλα συγκείμενα (όπως είναι οι διερευνήσεις) δεν είναι εύκολη υπόθεση (Padilla et al., 1986; Gott & Roberts, 2008). Στην παρούσα έρευνα, όμως, φαίνεται ότι με τη συμμετοχή σ' ένα πανηγύρι επιστήμης δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες για προώθησή της.

(στ) δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων

Η μέτρηση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων επιχειρείται διαμέσου έργων που περιλαμβάνουν ερμηνεία από πίνακα, ραβδόγραμμα, γραμμική γραφική παράσταση ή συνδυασμό δύο πηγών. Κάθε περίπτωση προσεγγίζεται ως διακριτή δεξιότητα, όπως άλλωστε επισημαίνεται από την παραγοντική ανάλυση, με εξαίρεση τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών (Πίνακας 5.1.4Δ, Κεφάλαιο V: Ανάλυση).

Η δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα παρουσιάζει διαφοροποιήσεις στην κατανομή των απαντήσεων στα επίπεδα (Διαγράμματα 4.4.16 – 4.4.17, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα). Τόσο ο βαθμός επιτεύγματος στα έργα όσο και η μέση επίδοση των παιδιών στη δεξιότητα παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις περιπτώσεις (Πίνακες 5.3.6Α – 5.3.6Β, Κεφάλαιο V: Ανάλυση).

Στην περίπτωση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα οι στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βαθμό επιτεύγματος στα έργα και την επίδοση είναι πολύ λίγες (Πίνακες 5.3.7Α – 5.3.7Β, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Η μικρή διαφοροποίηση της δεξιότητας φαίνεται και από την κατανομή των απαντήσεων στα επίπεδα (Διαγράμματα 4.4.17 – 4.4.18, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα).

Στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση, η διαφοροποίηση στην κατανομή των απαντήσεων στα επίπεδα είναι μικρή (Διαγράμματα 4.4.19 – 4.4.20, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα) και οι διαφορές στο βαθμό επιτεύγματος στα έργα είναι στατιστικά μη σημαντικός στις περισσότερες περιπτώσεις (Πίνακας 5.3.8Α, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Ωστόσο, οι περισσότερες διαφοροποιήσεις στην επίδοση της δεξιότητας είναι στατιστικά σημαντικές (Πίνακας 5.3.8Β, Κεφάλαιο V: Ανάλυση).

Η δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις στις επιδόσεις της μεταξύ προπειραματικού – μεσοπειραματικού σταδίου και μεταξύ προπειραματικού – μεταπειραματικού σταδίου (Πίνακας 5.3.9Β, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Οι διαφοροποιήσεις που δείχνουν βελτίωση στο βαθμό επιτεύγματος στα έργα που μετρούν τη δεξιότητα είναι σχετικά λίγες (Πίνακας 5.3.9Α, Κεφάλαιο V: Ανάλυση), όπως και η διαφοροποίηση στην κατανομή των απαντήσεων στα επίπεδα (Διαγράμματα 4.4.21 – 4.4.22, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα).

Τα αποτελέσματα που αφορούν στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων δείχνουν γενικά βελτίωση στην πορεία του προγράμματος. Στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα παρατηρούνται οι πιο σημαντικές βελτιώσεις, προφανώς γιατί η δεξιότητα προσεγγίζεται διαμέσου συγκεκριμένης δραστηριότητας στη διδακτική παρέμβαση κι έτσι τα παιδιά κατά τη συμμετοχή τους στο Πανηγύρι εμποδώνουν τη στρατηγική απόδοσης αιτιακών σχέσεων από δεδομένα σε πίνακα. Αυτό, ωστόσο, μπορεί να οφείλεται και στο γεγονός ότι η ερμηνεία δεδομένων από πίνακα συναντάται πιο συχνά παρά η ερμηνεία δεδομένων από γραφικές παραστάσεις, στις οποίες η αναπαράσταση της σχέσης των μεταβλητών είναι πιο αφηρημένη (Ainley et al., 2001; Mevarech & Kramarsky, 1997; Padilla et al., 1986; Rogers, 1998; Wavering, 1989). Επιπρόσθετα, τα έργα που μετρούν τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων - όπως αυτό αποδεικνύεται από την εφαρμογή του στατιστικού μοντέλου Rasch (Διάγραμμα 5.2.3, Κεφάλαιο V: Ανάλυση), είναι τα πιο δύσκολα σε προπειραματικό στάδιο και άρα και πιο ευαίσθητα στον εντοπισμό διαφοροποιήσεων σε σύγκριση με τα υπόλοιπα έργα που περιλαμβάνουν ερμηνεία δεδομένων.

Οι άλλοι τρόποι οργάνωσης (ραβδόγραμμα, γραμμική γραφική παράσταση, συνδυασμός δύο πηγών) προσεγγίζονται στο πλαίσιο της μη τυπικής και άτυπης φάσης του προγράμματος. Ως εκ τούτου, η βελτίωση που παρατηρείται σ' αυτές τις περιπτώσεις δεν είναι ελεγχόμενη. Κάποια παιδιά πιθανόν να εμπλέκονται σε διαδικασίες ερμηνείας δεδομένων από γραφικές παραστάσεις κατά τη διεκπεραίωση της διερεύνησής τους, γεγονός το οποίο δικαιολογεί τη βελτίωση που παρατηρείται σ' αυτές τις δεξιότητες. Η συμμετοχή σ' ένα Πανηγύρι Επιστήμης φαίνεται ότι υποβοηθεί την προώθηση της ικανότητας ερμηνείας δεδομένων γενικότερα, η οποία είναι θεμελιώδης στη διαδικασία χειρισμού στοιχείων και θεωριών για διατύπωση μιας άποψης (Kuhn et al., 1988; 2000; Zimmerman, 2000; 2005; 2007).

Γενικά, τα αποτελέσματα που αφορούν στην απάντηση του ερωτήματος 3 καταδεικνύουν ότι οι δεξιότητες διερεύνησης προωθούνται διαμέσου του προγράμματος «*το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο*». Η συμμετοχή στο πρόγραμμα επιφέρει στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στη συνολική επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης (Πίνακας 5.3.10, Κεφάλαιο V: Ανάλυση), αλλά και στις περισσότερες από τις δεξιότητες που αξιολογούνται και ιδιαίτερα από αυτές που προσεγγίζονται άμεσα στην τυπική φάση του προγράμματος. Αυτό δείχνει ότι η άμεση προώθηση των δεξιοτήτων και γενικότερα της διαδικαστικής κατανόησης που επιχειρείται

στο τυπικό μέρος του προγράμματος είναι αποτελεσματική, όπως υποστηρίζεται και από άλλους ερευνητές (Chen & Klahr, 1999; Duggan et al., 1996; Gott & Duggan, 1996; Gott & Roberts, 2003; 2008; Kuhn et al., 1988; 2004; 2000; Kuhn & Dean, 2005; Lorch et al., 2010; Papaenripidou & Constantinou, 2001; Preece & Janvier, 1992). Οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στο τυπικό μέρος του προγράμματος στοχεύουν στην άμεση προώθηση της διαδικαστικής κατανόησης, δηλαδή στη διδασκαλία δεξιοτήτων χειρισμού στοιχείων. Για παράδειγμα, σε μια δραστηριότητα στο μάθημα «Τροφική δηλητηρίαση» (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004) τα παιδιά καλούνται να χειριστούν τις μεταβλητές που θεωρούν ότι εμπλέκονται στην κατάσταση που μελετάται. Δηλαδή, να αποφασίσουν τι να αλλάζουν, τι να μετρούν και τι να κρατήσουν σταθερό.

Σημαντικές βελτιώσεις παρατηρούνται και στην επίδοση δεξιοτήτων, οι οποίες παρόλο που δεν διδάσκονται στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης, απαιτούνται κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης και τα παιδιά διέρχονται διαμέσου αυτών κατά την ανάληψη διερευνήσεων για συμμετοχή στο Πανηγύρι. Αυτό αποτελεί μια ένδειξη για τα σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα που μπορούν να επέλθουν διαμέσου ενός Πανηγυριού Επιστήμης με τις προδιαγραφές που καθορίζονται στο πρόγραμμα (Blume, 1985; Bunderson & Anderson, 1996; Burtch, 1983; Carlisle & Deeter, 1989; Fort, 1985; Grote, 1995; Laguex & Amols, 1986; Rivard, 1989; Romjue & Clementson, 1992) και γενικότερα διαμέσου μη τυπικών και άτυπων διεργασιών μάθησης (Allen, 1997; Ault & Nagel, 1997; Dynan & Fraser, 1985; Falk, 1997; Fensham, 1999; Heering & Muller, 2002; Hofstein et al., 1997; Koetsch, et al., 1994; Κολιόπουλος, 2005; Κυριαζή κ.ά, 2003; Marek, et al., 2002; Rennie & Williams, 2002; Rix & McSorley, 1999; Sandifer, 1997). Με την αξιοποίηση εναλλακτικών μορφών μάθησης δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες για σύνδεση της μαθησιακής διαδικασίας με την καθημερινότητα και σ' αυτό το πλαίσιο ενδυναμώνονται οι ικανότητες των παιδιών για χειρισμό στοιχείων και θεωριών με σκοπό τη λήψη υπεύθυνων και επαρκώς τεκμηριωμένων αποφάσεων (Hofstein et al., 1997; Κωνσταντίνου et al., 2002; Lee, 1997; Parker & Gerber, 2002; Tytler et al., 2001; Roberts & Gott, 2004). Με αυτό τον τρόπο προωθείται και ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός (DeBoer, 2000).

Τα αποτελέσματα αποτελούν αδιάσειστα στοιχεία τα οποία καταδεικνύουν το πρόγραμμα ως μηχανισμό καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης ενισχύοντας με αυτό τον τρόπο την άποψη ότι είναι εφικτό να καλλιεργηθούν αυτές οι δεξιότητες σε παιδιά 10-12 ετών (Adey & Shayer, 1994; Chen & Klahr, 1999; Gott & Duggan, 1996; Goossens, 1992; Ruffman et

al., 1993; Sodian et al., 1991; Tsai, 1996). Ταυτόχρονα, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας επικυρώνουν αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών σε σχέση με το πρόγραμμα (Κυριαζή, 2004). Ο συνδυασμός διαφορετικών μορφών εκπαίδευσης στο πλαίσιο της αξιοποίησης του πανηγυριού επιστήμης που επιχειρείται στο πρόγραμμα συμβάλει στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων που απαιτούνται για διεκπεραίωση διερευνήσεων στο δημοτικό σχολείο.

(4) Ερευνητικό ερώτημα 4: Τι είδους αλληλεξαρτήσεις εντοπίζονται μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης στην πορεία ανάπτυξής τους;

Στην παρούσα έρευνα, οι δεξιότητες διερεύνησης προσεγγίζονται ως διακριτές πτυχές που συναποτελούνται από διαβαθμισμένα ποιοτικά επίπεδα (Πίνακες 4.1, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα) και μπορούν να μετρηθούν διαμέσου έγκυρων έργων αξιολόγησης (Παράρτημα II). Στην πορεία ανάπτυξής τους, που επιτυγχάνεται στο πλαίσιο του προγράμματος «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» (όπως αυτό συζητείται στο πλαίσιο της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 3), είναι δυνατόν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, αφού πηγάζουν από την ίδια υποστηρικτική δομή νοητικών ενεργειών (Inhelder & Piaget, 1958; Inhelder & Piaget, 1964).

Στα αποτελέσματα από τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης Spearman rho (Παράρτημα XI), εντοπίζονται οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης σε προπειραματικό, μεσοπειραματικό και μεταπειραματικό στάδιο. Από τη χαρτογράφηση αυτών των αλληλεξαρτήσεων (Διαγράμματα 5.4, Κεφάλαιο V: Ανάλυση) επισημαίνονται το είδος, το πλήθος και η δύναμη των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης στην πορεία ανάπτυξής τους, τα οποία συζητούνται στο πλαίσιο της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 4.

Καταρχάς, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών συσχετίζεται στατιστικά σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες δεξιότητες. Αυτό αποτελεί ακόμη μια ένδειξη ότι η δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών διαδραματίζει το βασικότερο ρόλο κατά τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης. Η ανάπτυξη αυτής της δεξιότητας προφανώς επηρεάζει την ανάπτυξη των υπολοίπων και άρα, ο τρόπος προσέγγισής της στο τυπικό μέρος του προγράμματος είναι σωστός (Κωνσταντίνου κ.ά., 2004). Άλλωστε, η επίδραση της στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών σε άλλες συλλογιστικές στρατηγικές και δεξιότητες επισημαίνεται και από άλλους

ερευνητές (Chen & Klahr, 1999; Duschl et al., 2006; Klahr, 2000; Kuhn et al., 2008; Wollman, 1977; Papaevripidou & Constantinou, 2001; Wollman & Lawson, 1977; Zimmerman, 2000).

Η δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης παρουσιάζει τις λιγότερες αλληλεξαρτήσεις και γενικά φαίνεται να λειτουργεί κάπως ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες. Αυτό είναι αναμενόμενο αφού όπως συζητείται και στο πλαίσιο της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 3, η συγκεκριμένη δεξιότητα στο πρόγραμμα προσεγγίζεται περιστασιακά μόνο μέσα από μη τυπικές και άτυπες διεργασίες μάθησης. Τα παιδιά πιθανότατα μεταφέρουν γνώσεις σχετικές με τη δεξιότητα που αποκτούν από το μάθημα των Μαθηματικών (Leinhardt et al., 1990; Padilla et al., 1986). Με τη μεταφορά γνώσης για τους σκοπούς του Πανηγυριού η δεξιότητα εμπεδώνεται καλύτερα και βελτιώνεται, χωρίς ωστόσο να επηρεάζει πολύ την ανάπτυξη πολλών άλλων δεξιοτήτων.

Αρκετές στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με τις υπόλοιπες δεξιότητες παρουσιάζουν και οι δεξιότητες αναγνώρισης μεταβλητών και διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος. Οι δεξιότητες αυτές αποτελούν την έναρξη μιας διερεύνησης (Duschl, et al., 2006; Roden, 2009). Σ' αυτές στηρίζονται και οι υπόλοιπες δεξιότητες που υπεισέρχονται στη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων και κατά συνέπεια, παράλληλα με την καλλιέργειά τους αυξάνονται και οι συσχετίσεις μεταξύ τους. Παρόμοια εικόνα με αρκετές συσχετίσεις που αυξάνονται στη διάρκεια του προγράμματος παρουσιάζει και η δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών. Η δεξιότητα αποτελεί το μεταγνωστικό μέρος της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών και προφανώς οι αλληλεξαρτήσεις της με άλλες δεξιότητες οφείλονται σ' αυτό (Watson et al., 2000).

Αύξηση στον αριθμό των συσχετίσεων παρατηρείται και στις περιπτώσεις των δεξιοτήτων ερμηνείας δεδομένων. Η αλληλεξάρτηση αυτών των δεξιοτήτων μεταξύ τους αλλά και με άλλες δεξιότητες στην πορεία του προγράμματος είναι λογική. Αφού η ερμηνεία δεδομένων, προϋποθέτει ανάλυση και σύνδεση δεδομένων με την υπάρχουσα γνώση είναι αναμενόμενη η συσχέτισή της με άλλες δεξιότητες όπως για παράδειγμα την αναγνώριση μεταβλητών (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2000). Τα παιδιά, εξοικειωμένα πλέον με τη διαδικασία συλλογής στοιχείων από διάφορες πηγές για τεκμηρίωση της άποψής τους, βελτιώνουν τις ικανότητές τους που αφορούν σε ερμηνεία δεδομένων παράλληλα με άλλες δεξιότητες.

Γενικά, ο αριθμός των στατιστικά σημαντικών αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των δεξιοτήτων φαίνεται να αυξάνεται κατά τη διάρκεια του προγράμματος. Η αύξηση των συσχετίσεων στην πορεία ανάπτυξής τους είναι λογική. Οι δεξιότητες παρόλο που είναι διακριτές και μπορούν να προσεγγιστούν ανεξάρτητα, στο πρόγραμμα τοποθετούνται σ' ένα κοινό πλαίσιο. Στην πορεία ανάπτυξής τους ενοποιούνται διαμέσου της όλης διαδικασίας διερεύνησης και συναποτελούν μέρος μιας ενιαίας διεργασίας.

Ο αριθμός των συσχετίσεων μεταξύ των δεξιοτήτων αυξάνεται μετά το τυπικό μέρος του προγράμματος, ενώ παραμένει σταθερός μετά το Πανηγύρι Επιστήμης. Η αύξηση του αριθμού των στατιστικά σημαντικών αλληλεξαρτήσεων μετά την τυπική φάση του προγράμματος αποτελεί ακόμα ένα στοιχείο για την ανάπτυξή τους, ενισχύοντας τα υπόλοιπα στοιχεία που καταδεικνύουν τη βελτίωση που επέρχεται με την εμπλοκή των παιδιών στη διδακτική παρέμβαση (τα οποία συζητούνται στο πλαίσιο της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 3).

Η στασιμότητα στον αριθμό των στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων μετά το τέλος του προγράμματος δείχνει τη σταθερότητα που επέρχεται στις επιδόσεις των παιδιών στις δεξιότητες διερεύνησης και κατά συνέπεια και των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των δεξιοτήτων, η οποία παρατηρείται συνήθως σε τέτοιου είδους έρευνες. Δηλαδή, η σταθεροποίηση του πλήθους των αλληλεξαρτήσεων παρά την εμπλοκή των παιδιών σε μη τυπικές και άτυπες διεργασίες στο πλαίσιο της συμμετοχής τους στο Πανηγύρι, δεν σημαίνει αδυναμία συμβολής αυτών των διεργασιών μάθησης στη διαδικασία ανάπτυξης των δεξιοτήτων. Εξάλλου η συμβολή αυτών των διεργασιών μάθησης στην καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης συζητείται στο πλαίσιο της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 3.

Στη χαρτογράφηση των συσχετίσεων μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης επισημαίνεται ότι γενικά οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις που εντοπίζονται δεν είναι δυνατές (Διαγράμματα 5.4.1, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Αυτό οφείλεται στο ότι πρόκειται για μετρήσεις διακριτών πτυχών της διερευνητικής διεργασίας, που εντοπίζονται με την παραγοντική ανάλυση (Πίνακας 5.1.3, Κεφάλαιο V: Ανάλυση) και εγκυροποιούνται με την εφαρμογή του στατιστικού μοντέλου Rasch (Πίνακες Π10.1, Παράρτημα X). Για το λόγο αυτό, παρά το ότι οι δεξιότητες αναπτύσσονται στην πορεία του προγράμματος, οι συσχετίσεις παραμένουν μέτριες σε δύναμη.

Εξάιρεση αποτελεί η συσχέτιση μεταξύ της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών και της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών, η οποία παρουσιάζεται δυνατή (Διάγραμμα 5.4.1, Κεφάλαιο V: Ανάλυση). Από την εξέταση της συσχέτισης των δύο δεξιοτήτων μέσα από διαγράμματα σκεδασμού (Διάγραμμα 5.4.2, Κεφάλαιο V: Ανάλυση) διαπιστώνεται ότι το ποσοστό ερμηνείας της μιας δεξιότητας από την άλλη δεν είναι μεγάλο. Αυτό είναι ένδειξη ότι παρόλο που και οι δύο στηρίζονται στην κατανόηση της συλλογιστικής στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών, οι δύο δεξιότητες μπορούν να λειτουργήσουν και αυτόνομα (Chen & Klahr, 1999; Kuhn et al., 2000; 2008; Wollman, 1977; Wollman & Lawson, 1977; Zimmerman, 2000; 2005).

Γενικά, τα αποτελέσματα που αφορούν στο ερευνητικό ερώτημα 4, καταδεικνύουν ότι στην πορεία ανάπτυξής τους οι δεξιότητες που απαιτούνται για τη διεκπεραίωση μιας διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο παρουσιάζουν αλληλεξαρτήσεις. Παρόλο που οι δεξιότητες μπορούν να προσεγγίζονται ως αυτόνομες, εντούτοις αποτελούν αναπόσπαστα μέρη μιας ενιαίας διεργασίας. Στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» συνδυάζονται δραστηριότητες που περιέχουν και τα δύο είδη προσέγγισης και σ' αυτό αποδίδεται μεγάλο μέρος της αποτελεσματικότητάς του. Στο τυπικό μέρος περιλαμβάνονται δραστηριότητες προώθησης συγκεκριμένων δεξιοτήτων (π.χ. δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος), αλλά και δραστηριότητες που περιλαμβάνουν συνδυασμό των δεξιοτήτων για διεκπεραίωση διερευνήσεων. Στο μη τυπικό και άτυπο μέρος εφαρμόζονται όλες αυτές οι δεξιότητες για διεκπεραίωση αυθεντικών διερευνήσεων με θέματα που σχετίζονται με τις εμπειρίες τους.

(5) Ερευνητικό ερώτημα 5: Ποιες δυσκολίες δυσχεραίνουν τις προσπάθειες των παιδιών να αναπτύξουν δεξιότητες διερεύνησης σε ένα δομημένο μαθησιακό περιβάλλον;

Τα γνωστικά εμπόδια που δυσχεραίνουν την προσπάθεια διεκπεραίωσης διερευνήσεων από παιδιά 10-12 ετών και κατ' επέκταση, την ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης, αποτελεί ένα από τα ζητήματα που απασχολεί ιδιαίτερα ερευνητές και κατασκευαστές μαθησιακών περιβαλλόντων (Gott & Duggan, 1995; Kuhn et al., 1988; 1995; Κυριαζή, 2004; Murphy, 1988; Sodian et al., 1991). Οι δυσκολίες συνήθως αξιοποιούνται ως δείκτης αποτελεσματικότητας μιας διδακτικής παρέμβασης και βάσει αυτών επιχειρούνται αναθεωρήσεις διδακτικών προσεγγίσεων.

Στην παρούσα έρευνα εντοπίζεται και χαρτογραφείται συγκεκριμένος αριθμός δυσκολιών (Πίνακας Π5.1, Παράρτημα V) μέσα από ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων στα έργα αξιολόγησης και των γραπτών σημειώσεων των παιδιών στα βιβλιάρια διερεύνησης (Denzin & Lincoln, 2000; Μπονίδης, 2004). Στο πλαίσιο της απάντησης του ερευνητικού ερωτήματος 5 συζητούνται οι δυσκολίες που υπαισέρχονται σε κάθε πτυχή της διερεύνησης ανάλογα με τη φύση τους.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι περισσότερες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά κατά τη διεκπεραίωση διερευνήσεων είναι συλλογιστικής φύσεως (Πίνακας 4.2.2, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα). Τέτοιες δυσκολίες αντιμετωπίζονται κυρίως κατά το σχεδιασμό πειράματος και σχετίζονται με τη συλλογιστική στρατηγική ελέγχου μεταβλητών και συγκεκριμένα, το χειρισμό των εμπλεκόμενων μεταβλητών (Kuhn et al., 1988; 1995; Kuhn, 1989).

Μια τέτοια δυσκολία μπορεί να αφορά στον εντοπισμό τρόπου μεταβολής της ανεξάρτητης μεταβλητής (δυσκολία 12). Για παράδειγμα, κατά το σχεδιασμό πειράματος για διερεύνηση της επίδρασης του φωτός στην ανάπτυξη ενός φυτού τα παιδιά δυσκολεύονται να σκεφτούν τη χρήση δύο όμοιων φυτών και εισηγούνται τη χρήση ενός φυτού και τη μετακίνησή του από σκοτεινό χώρο σε χώρο με φως.

Μια άλλη δυσκολία που πηγάζει από την κατανόηση της ίδιας συλλογιστικής στρατηγικής, αλλά υπαισέρχεται στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών, σχετίζεται με τον έλεγχο όλων των εμπλεκόμενων μεταβλητών (δυσκολία 15). Σ' αυτή τη δυσκολία, τα παιδιά εκλαμβάνουν τη μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής ως σχεδιαστικό λάθος και ως εκ τούτου, εισηγούνται να διατηρηθούν σταθερές όλες οι εμπλεκόμενες μεταβλητές. Θεωρούν ότι με αυτό τον τρόπο αυξάνουν την εγκυρότητα ενός πειραματικού σχεδιασμού (Kuhn et al., 1988; 1995). Για παράδειγμα, στη διερεύνηση της επίδρασης του είδους του υγρού στο χρόνο πήξης τα παιδιά θεωρούν ότι θα έπρεπε να χρησιμοποιηθεί το ίδιο υγρό.

Κατά την αναγνώριση μεταβλητών, πολλά παιδιά τείνουν να πιστεύουν ότι η αλλαγή μιας μεταβλητής οπωσδήποτε επηρεάζει και ως εκ τούτου, δεν αναζητούν άλλες μεταβλητές που πιθανόν να εμπλέκονται στο φαινόμενο (δυσκολία 9). Για παράδειγμα, στην κατασκευή ενός κέικ θεωρούν ότι η προσθήκη σοκολάτας οπωσδήποτε επηρεάζει τη ζύμη, εφόσον αυτή είναι η μεταβολή που επιχειρήθηκε.

Συλλογιστικές δυσκολίες αντιμετωπίζονται και κατά την ερμηνεία δεδομένων από πίνακα. Κατά την απόδοση αιτιακών σχέσεων τείνουν να αποδίδουν την αιτία ενός φαινομένου σε

συνδυασμό μεταβλητών (δυσκολία 11). Για παράδειγμα, θεωρούν ότι η μάρκα των παπουτσιών και η ηλικία ενός καλαθοσφαιριστή επηρεάζει την απόδοσή του σ' ένα παιχνίδι. Σ' αυτή την περίπτωση δεν μπορούν να αντιληφθούν ότι θα πρέπει να αποδώσουν την αιτιακή σχέση αποκλείοντας μεταβλητές που σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα δεν μπορούν να επηρεάσουν.

Γενικά, οι δυσκολίες συλλογιστικής φύσεως σχετίζονται με συλλογιστικές στρατηγικές και διεργασίες που υπεισέρχονται στη διερεύνηση. Η ενεργοποίηση αυτών των διεργασιών επέρχεται με την άμεση προώθησή τους κατά τη διδασκαλία (Chen & Klahr, 1999; Duggan et al., 1996; Gott & Duggan, 1996; Gott & Roberts, 2008; Kuhn, et al., 1988; 2004; 2000; Kuhn & Dean, 2005; Papaevripidou & Constantinou, 2001; Preece & Janvier, 1992). Παρόλο που η διδακτική προσέγγιση στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα στηρίζεται σ' αυτή τη φιλοσοφία (Κωνσταντίνου κ.ά, 2004), εντούτοις οι δυσκολίες συλλογιστικής φύσεως μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά και στο πλαίσιο των μη τυπικών και άτυπων διεργασιών μάθησης Heering & Muller, 2002; Heimlich, 1993; Hofstein et al., 1997; Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου κ.ά, 2004; Maarschalk, 1988). Κατά την προετοιμασία για συμμετοχή σε Πανηγύρι Επιστήμης, αλλά και κατά τη διάρκεια της ημέρας του Πανηγυριού, τα παιδιά έχουν την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους ή με τους γονείς τους και να χειριστούν τέτοιου είδους δυσκολίες διαμέσου αυθόρμητων συζητήσεων.

Οι εννοιολογικές δυσκολίες που περιλαμβάνονται στα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συναντώνται συνήθως στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών και τη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος (Πίνακας 4.2.1, Κεφάλαιο IV: Αποτελέσματα). Μια τέτοια δυσκολία σχετίζεται με την ταύτιση μεταβλητών των οποίων η μεταβολή είναι ανάλογη (δυσκολία 2), όπως είναι για παράδειγμα, οι μεταβλητές «φως» και «θερμοκρασία».

Στο μαθησιακό περιβάλλον που δημιουργείται στο πλαίσιο του προγράμματος θεωρείται ότι προωθούνται παράλληλα η ανάπτυξη εννοιολογικής και διαδικαστικής κατανόησης. Ωστόσο, στο τυπικό μέρος του προγράμματος δεν περιλαμβάνεται δραστηριότητα μέσω της οποίας να προωθείται άμεσα προώθηση η κατανόηση εννοιών όπως συμβαίνει με τις διαδικασίες. Θεωρείται ότι η κατανόηση των εννοιών επέρχεται κατά την ανάληψη διερευνήσεων για συμμετοχή στο Πανηγύρι. Εξάλλου, οι διερευνήσεις σε επίπεδο δημοτικού σχολείου σχετίζονται με απλά προβλήματα καθημερινής φύσεως τα οποία περιλαμβάνουν εύκολες έννοιες. Κατά συνέπεια, δυσκολίες που σχετίζονται με κάποιες

από τις έννοιες που εμπλέκονται στις διερευνήσεις των παιδιών μπορούν να προσεγγιστούν εξατομικευμένα.

Τα παιδιά φαίνεται ότι αντιμετωπίζουν και δυσκολίες επιστημολογικής φύσεως. Δηλαδή, δυσκολίες που σχετίζονται με τον τρόπο που αυτά αντιλαμβάνονται ότι επέρχεται η γνώση. Μια δυσκολία επιστημολογικής φύσεως που εντοπίστηκε σχετίζεται με την αδυναμία κατανόησης της σημασίας της οργάνωσης και εκτέλεσης ενός πειράματος για εξήγηση ενός φαινομένου με αποτέλεσμα τα παιδιά να χρησιμοποιούν τις αρχικές τους ιδέες και πεποιθήσεις για να κάνουν υποθέσεις ή/ και προβλέψεις για το αποτέλεσμα του πειράματος (δυσκολία 4). Η δυσκολία αυτή αν και παραπέμπει στην άποψη ότι οι διεργασίες επιστημονικής σκέψης ενεργοποιούνται διαισθητικά πριν το παιδί εμπλακεί σε διαδικασίες μάθησης η οποία έχει επικριθεί από πολλούς επιστήμονες (Amsel & Brock, 1996; Duschl et al., 2006; Klahr, 2000; Kuhn, 1989), εντούτοις φαίνεται ότι πηγάζει από τον τρόπο που τα παιδιά κατανοούν το ρόλο του πειράματος στην παραγωγή έγκυρης και αξιόπιστης γνώσης. Αυτό φαίνεται και από μια άλλη δυσκολία επιστημολογικής φύσεως, η οποία σχετίζεται με το ότι τα παιδιά τείνουν να πιστεύουν ότι κάθε πείραμα έχει στόχο τη βελτίωση μιας κατάστασης (δυσκολία 5). Για παράδειγμα, κατά τον εντοπισμό σχεδιαστικών ατελειών, τα παιδιά μπορεί να αγνοήσουν σχεδιαστικές ατέλειες και να θεωρήσουν το πείραμα έγκυρο, αφού τα αποτελέσματά του είναι χρήσιμα.

Οι δυσκολίες επιστημολογικής φύσεως προφανώς οφείλονται στο γεγονός ότι στο πρόγραμμα θεωρείται ότι η επιστημολογική επάρκεια προωθείται παράλληλα με την εννοιολογική και διαδικαστική κατανόηση που συνδυάζονται σε μια διερεύνηση (Duggan & Gott, 1995). Δηλαδή, δεν περιλαμβάνονται δραστηριότητες στην τυπική φάση μέσω των οποίων να προωθείται αυτή η συνιστώσα.

Η προσπάθεια διεκπεραίωσης διερευνήσεων σίγουρα δυσχεραίνεται και από πρακτικές δυσκολίες, όπως είναι για παράδειγμα η χρήση οργάνων μέτρησης. Τέτοιες δυσκολίες πιστεύεται ότι προσεγγίζονται στο πλαίσιο των μη τυπικών και άτυπων διεργασιών μάθησης, όπου η προσπάθεια των παιδιών στηρίζεται από ενήλικους.

Γενικά, οι δυσκολίες που υπεισέρχονται και δυσκολεύουν τη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων, μπορούν να αντιμετωπιστούν τόσο με τροποποιήσεις στο παρεμβατικό πρόγραμμα, όσο και υιοθέτηση διδακτικών πρακτικών για ειδικό χειρισμό τους. Η διαχείριση των γνωστικών εμποδίων που αποτελούν εύρημα της παρούσας έρευνας συζητείται περαιτέρω στις εκπαιδευτικές προεκτάσεις.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα έρευνα επιχειρείται ενδελεχής μελέτη της ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης σε παιδιά 10-12 ετών. Τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από την έρευνα θεωρούνται αξιόλογα.

Καταρχάς, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι ένα σύνολο από διακριτές δεξιότητες υπαισέρχεται στη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων στο δημοτικό σχολείο. Οι πτυχές αυτές είναι διακριτές και συναποτελούνται από διαβαθμισμένα ποιοτικά επίπεδα.

Οι δεξιότητες διερεύνησης μπορούν να αξιολογηθούν από μια μονοδιάστατη κλίμακα μέτρησης, διαμέσου της οποίας καθορίζεται ο βαθμός δυσκολίας ενός έργου αξιολόγησης σε συνάρτηση με το βαθμό ικανότητας των παιδιών. Το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης θεωρείται αξιόπιστο και έγκυρο.

Η εφαρμογή εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης για αξιολόγηση του εκπαιδευτικού προγράμματος «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο» καταδεικνύει ότι μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ καλό μέσο για καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης. Οι στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις των δεξιοτήτων διερεύνησης στην πορεία του προγράμματος δείχνουν ότι με το συνδυασμό διαφορετικών μορφών μάθησης δημιουργείται ένα μαθησιακό περιβάλλον με αξιόλογα μαθησιακά αποτελέσματα.

Οι αλληλεξαρτήσεις των δεξιοτήτων διερεύνησης στην πορεία ανάπτυξής τους δείχνουν ότι αποτελούν μέρος μιας ενιαίας διεργασίας και ως τέτοιας πρέπει να προσεγγίζεται διαμέσου της διδακτικής διαδικασίας, διατηρώντας παράλληλα το αυτόνομο κάθε πτυχής.

Δυσκολίες εννοιολογικής, συλλογιστικής, επιστημολογικής και πρακτικής φύσεως που διαφάνηκε ότι δυσχεραίνουν την προσπάθεια διεκπεραίωσης διερευνήσεων, αποτελούν σημαντικά στοιχεία κατά την αναθεώρηση διδακτικού υλικού και μαθησιακών περιβαλλόντων γενικότερα.

Εκπαιδευτικές προεκτάσεις

Η συνεισφορά της παρούσας έρευνας στην τεχνογνωσία που αφορά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο είναι πολύ σημαντική. Τα ευρήματα της

έχουν άμεση εφαρμογή στην εκπαίδευση και μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο από εκπαιδευτικούς όσο και από σχεδιαστές μαθησιακών περιβαλλόντων.

Καταρχάς, τα διαβαθμισμένα ποιοτικά επίπεδα για κάθε πτυχή της διερεύνησης που έχουν προκύψει μπορεί να αποτελέσουν δείκτες επιτυχίας των δεξιοτήτων διερεύνησης. Ένας εκπαιδευτικός μπορεί να αξιοποιήσει αυτούς τους δείκτες επιτυχίας τόσο για προσαρμογή της διδασκαλίας στην τάξη του όσο και για αξιολόγησή της. Υπολογίζοντας τα επίπεδα μιας δεξιότητας αποφασίζει για τις διδακτικές στρατηγικές που πρέπει να υιοθετήσει στην τάξη του για την καλλιέργεια μιας δεξιότητας. Έπειτα, μπορεί να μελετήσει τον τρόπο που διαφοροποιούνται αυτά τα επίπεδα για να εκτιμήσει την αποτελεσματικότητα της προσέγγισής του. Τα επίπεδα των δεξιοτήτων μπορούν να αξιοποιηθούν και από κατασκευαστές μαθησιακών περιβαλλόντων με σκοπό την αξιολόγηση και αναθεώρηση του διδακτικού τους υλικού.

Για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας δημιουργήθηκε μια τράπεζα από έργα αξιολόγησης, τα οποία μπορούν επίσης να αξιοποιηθούν για αξιολόγηση διδακτικού υλικού, συλλέγοντας ποσοτικά δεδομένα. Τα έργα αξιολόγησης μπορούν να επιλεγούν βάσει του βαθμού δυσκολίας τους που καθορίζεται στην κλίμακα μέτρησης. Αξιοποιώντας τη βαθμονόμηση των έργων στην κλίμακα μέτρησης μπορεί κάποιος να γνωρίζει εκ των προτέρων αν ένα έργο είναι εύκολο ή δύσκολο σε σχέση με τις δυνατότητες των μαθητών για τους οποίους προορίζεται. Επίσης, η κλίμακα δίνει την ευχέρεια σε κάποιον να επιλέξει έργα με διαφορετικό συγκείμενο, αλλά ίδιας δυσκολίας για να πάρει επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, συλλέγοντας έτσι ποσοτικά στοιχεία για τη βελτίωση μιας δεξιότητας.

Η βαθμονόμηση των πτυχών της διερεύνησης στην κλίμακα είναι επίσης χρήσιμη για σχεδιαστές μαθησιακών περιβαλλόντων, τα οποία εστιάζουν σε καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης. Ο βαθμός δυσκολίας μιας πτυχής της διερεύνησης είναι ένδειξη για την ακολουθία των δραστηριοτήτων που μπορεί να περιληφθεί σ' ένα διδακτικό υλικό.

Οι δυσκολίες που χαρτογραφούνται στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας μπορούν επίσης να αξιοποιηθούν για αναθεώρηση διδακτικού υλικού. Για αντιμετώπιση μιας δυσκολίας μπορεί είτε να τροποποιηθούν οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται σ' ένα διδακτικό υλικό είτε να υιοθετηθούν διδακτικές στρατηγικές για τον κατάλληλο χειρισμό τους.

Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνες

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας μπορούν να επεκταθούν με τη διεκπεραίωση άλλων ερευνών.

Το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης στην παρούσα έρευνα εφαρμόστηκε για αξιολόγηση του εκπαιδευτικού προγράμματος «το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης στο δημοτικό σχολείο». Η εφαρμογή του για αξιολόγηση άλλων διδακτικών υλικών με αυτές τις μαθησιακές επιδιώξεις παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον ως προς τη συλλογή ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων.

Ένα από τα προβλήματα της παρούσας έρευνας ήταν το ότι η διαδικασία συλλογής δεδομένων με το εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης ήταν χρονοβόρα. Η διαδικασία αυτή, παρόλο που έγινε πιο σύντομη με τη μείωση του αριθμού των έργων που περιλήφθηκαν στο εργαλείο, εντούτοις θα μπορούσαν να γίνουν κι άλλες τροποποιήσεις σ' αυτό χωρίς να επηρεάζεται η αξιοπιστία και η εγκυρότητά του. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν τα έργα να μετατραπούν σε έργα πολλαπλής επιλογής απαντήσεων. Δηλαδή, να περιλαμβάνουν απαντήσεις αντίστοιχες με τα επίπεδα των δεξιοτήτων. Επιπρόσθετα, το εργαλείο θα μπορούσε να διεκπεραιώνεται μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Στην παρούσα έρευνα αξιολογούνται δεξιότητες, οι οποίες δεν προσεγγίζονται στο πλαίσιο της τυπικής φάσης της παρέμβασης, παρά μόνο περιστασιακά στη μη τυπική και άτυπη φάση του προγράμματος, όπως είναι για παράδειγμα η κατασκευή γραφικής παράστασης. Θα ήταν χρήσιμο το διδακτικό υλικό του προγράμματος να ενισχυθεί με δραστηριότητες που αφορούν σ' αυτή τη δεξιότητα έτσι ώστε να διαφανεί κατά πόσο η βελτίωση αυτών των δεξιοτήτων οφείλεται σε συνδυασμό και των τριών διεργασιών μάθησης.

Η παρούσα έρευνα περιορίζεται σε εντοπισμό δυσκολιών που υπεισέρχονται στη διαδικασία διεκπεραίωσης διερευνήσεων κυρίως λόγω περιορισμένου χρόνου. Η μέτρηση της συχνότητας που εμφανίζονται αυτές οι δυσκολίες στη πορεία μιας παρέμβασης, θα ήταν επίσης ενδιαφέρον και με αυτό τον τρόπο ενισχύονται τα στοιχεία που καθιστούν το εκπαιδευτικό πρόγραμμα ως άριστο μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης. Η συχνότητα εμφάνισης ενός συνόλου δυσκολιών θα μπορούσε να αποτελέσει ένα συμπληρωματικό ποιοτικό δείκτη βαθμού ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης διαμέσου ενός παρεμβατικού προγράμματος.

Στο πλαίσιο της έρευνας θα μπορούσαν επίσης να συλλεχθούν δεδομένα που αφορούν σε αναστοχασμό της πορείας διεκπεραίωσης μιας διερεύνησης, μέσα από αναστοχαστικά ημερολόγια. Με αυτό τον τρόπο ενισχύεται η τεχνογνωσία για την πορεία διεκπεραίωσης διερευνήσεων και κατ' επέκταση, της ανάπτυξης διδακτικού υλικού. Παρόμοιο ενδιαφέρον έχει η μελέτη των επιστημολογικών αντιλήψεων σε σχέση με την ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης και ειδικότερα, το πώς το επιστημολογικό προφίλ κάποιου επηρεάζει αυτή την πορεία καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης.

Ευαγγελία Κυριαζή

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AAAS (1967). *Science - A Process Approach*. Washington, DC: Author.
- AAAS (1989). *Science for all Americans*. Washington, DC: Author.
- Adey, P. & Shayer, M. (1994). *Really raising standards: Cognitive intervention and academic achievement*. London: Routledge.
- Aikenhead, G. (2005). Science-Based Occupations and the Science Curriculum: Concepts of Evidence. *Science Education*, 89, 242 - 275.
- Ainley, J., Pratt, D. & Nardi, E. (2001). Normalising: Children's Ability to Construct Meanings for Trend. *Educational Studies in Mathematics*, 45, 131 - 146.
- Allen, S. (1997). Using Scientific Inquiry Activities in Exhibit Explanations. *Science Education*, 81 (6), 715-734.
- American Psychological Association (2005). *Concise Rules of APA Style*. Washington, DC: APA Publications.
- Amsel, E. & Brock, S. (1996). The development of evidence evaluation skills. *Cognitive Development*, 11, 523-550.
- APU (1987). Assessing Investigations at Ages 13 and 15. *Science Report for Teachers*, 9. London: Welsh Office and Department of Education for Northern Ireland.
- Αλεξόπουλος, Δ. (1998). *Ψυχομετρία: Σχεδιασμός Τεστ και ανάλυση ερωτήσεων*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ault, C. & Nagel, N. (1997). Teachers and Science Museums: Creating Interest in Science. *Science Education International*, 8 (1), 33 - 37.
- Austin, L. (1998). Choosing concepts for investigation. *Physics Education Research*, 33 (2), 114 - 118.
- Bandy, M. (1983). See How They Grow. *Science and Children*, 21 (2), 42-43.
- Blume, S. (1985). Science Investigations. *Science and Children*, 23 (2), 19.
- Bond, T. & Fox, M. (2001). *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Boone, W. & Scantlebury, K. (2006). The role of Rasch analysis when conducting science education research utilizing multiple-choice tests. *Science Education*, 90 (2), 253-269.
- Bowles, R. (2003). Rejecting best items? *Rasch Measurement Transactions*, 17 (1), 917.
- Bunderson, D. & Anderson, T. (1996). Preservice Elementary Teachers Attitudes Toward Their Past Experience With Science Fairs. *School Science and Mathematics*, 96 (7), 371-377.

- Burtch, B. (1983). Who needs the competitive edge? *Science and Children*, 20 (4), 12-14.
- Carey, S. (1985). *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge: MIT Press.
- Carlisle, R. & Deeter, B. (1989). A Research Study of Science Fairs. *Science and Children*, 26 (4), 24-26.
- Chen, Z. & Klahr, D. (1999). All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the Control of Variables Strategy *Child Development*, 70 (5), 1098-1120
- Chin, C. (2001). Learning in Science: What Do Students' Questions Tell Us About Their Thinking? *Educational Journal*, 29 (2), 85-103.
- Christensen, A. & Christian, B. (1997). Dealing With Data. *The Science Teacher*, 64 (6), 38 - 41.
- Cohen, L., Manion, L. & Keith, M. (2008). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Collings, J. N. (1994). Some Fundamental Questions about Scientific Thinking. *Research in Science and Technological Education*, 12 (2), 161-173.
- Czerniak, C. & Lumpe, A. (1996). Predictors of Science Fair Participation Using the Theory of Planned Behavior. *School Science and Mathematics*, 96 (7), 355 - 361.
- DeBoer, G. (2000). Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 582 - 601.
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2000). *Introduction: The discipline and practice of qualitative research*. London: Sage Publications.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες* (E. E. Φυσικών, Trans.). Αθήνα: Τροχαλία.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1998). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών* (M. Χατζή, Trans.). Αθήνα: Τυπωθήτω - Γιώργος Δαρδάνος.
- Duggan, S. & Gott, R. (1995). The place of investigation in practical work in the UK National Curriculum for Science. *International Journal of Science Education*, 17 (2), 137 - 147.
- Duggan, S. & Gott, R. (2002). What Sort of Science Education Do We Really Need? *International Journal of Science Education*, 24 (7), 661 - 679.
- Duggan, S., Johnson, P. & Gott, R. (1996). A critical point of investigative Work: Defining Variables. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (5), 461-474.
- Duschl, R., Schweingruber, H. & Shouse, A. (2006). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: The National Academies Press.

- Dynan, M. & Fraser, B. (1985). Informal Learning of Science *Monograph in the Faculty of Education Research Seminar and Workshop Series*.
- Επιτροπή Νεων Αναλυτικών Προγραμμάτων. (2008). Πρόταση Επιτροπής προς το Συμβούλιο Δημοτικής και Μέσης Εκπαίδευσης. Retrieved from http://www.moec.gov.cy/analytika_programmata/pdf/keimeno_epitropis_analytiko_programma.pdf
- Eraut, M. (2004). Informal learning in the workplace. *Studies in Continuing Education*, 26(2), 247 - 273.
- Etkina, E., Murthy, S., & Zou, X. (2006b). Using introductory labs to engage students in experimental design. *American Journal of Physics*, 74 (11), 979 - 986.
- Etkina, E., Van Heuvelen, A., White - Brahinia, S., Brookes, D., Gentile, M., Murthy, S. et al. (2006a). Scientific Abilities and their Assessment. *Physics Education Research*, 2, 1-15.
- Falk, J. (1997). Testing a Museum Exhibition Design Assumption: Effect of Explicit Labelling of Exhibit Clusters on Visitor Concept Development. *Science Education*, 81(6), 679 - 687.
- Feasey, R. (1998). Effective Questioning in Science. In R. Sherrington (Ed.), *ASE Guide to Primary Science Education*. Hatfield: The Association for Science Education.
- Fensham, P. (1999). School science and public understanding os science. *International Journal of Science Education.*, 21 (7), 755 - 763.
- Fisher, B. (1997). Computer Modelling for Thinking about and Controlling Variables. *School Science Review*, 79 (287), 87-90.
- Fort, D. (1985). Getting a Jump on the Science Fair. *Science and Children*, 23 (2), 20-23.
- Foulds, K. & Gott, R. (1988). Structuring Investigations in the Science Curriculum. *Physics Education Research*, 23 (6), 347-351.
- Gardner, D. (1996). Bringing Families and Sciences Together. *Science and Children*, 34 (2), 14-16.
- Gerber, B., Cavallo, A. & Marek, E. (2001). Relationships among Informal Learning Environments, Teaching Procedures and Scientific Reasoning Ability. *International Journal of Science Education*, 23 (5), 535-549.
- Goldsworthy, A. (1998). Learning to Investigate. In R. Sherrington (Ed.), *ASE Guide to Primary Science Education* (pp. 63 - 70). Cheltenham: Stanley Thornes.
- Goldsworthy, A., Wood-Robinson, V., & Watson, R. (1999). Improving Investigations from the AKSIS Project: Relationships - What's the problem? *Education in Science*, 183, 22-23.

- Goossens, L. (1992). Training scientific thinking in children and adolescents: A critical commentary and quantitative integration. In A. Demetriou, M. Shayer & A. Efklides (Eds.), *Neo-Piagetian theories of cognitive development: Implications and applications for education*, 160-179. London: Routledge. .
- Gott, R. & Roberts, R. (2003). A written test for procedural understanding: a case study into pupil's performance. Paper presented at ESERA 2003. Amsterdam.
- Gott, R. & Duggan, S. (1995). *Investigative work in the Science Curriculum*. USA: Open University Press.
- Gott, R. & Duggan, S. (1996). Practical work: its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*, 18(7), 791-806.
- Gott, R., Duggan, S., Roberts, R. & Hussain, A. (n.d.1). Research into Understanding Scientific Evidence Retrieved March 2009, from http://www.dur.ac.uk/~ded0www/evidence_main1.htm
- Gott, R. & Murphy, P. (1987). Assessing Investigation at Ages 13 and 15. Science Report for Teachers. London: HMSO.
- Gott, R. & Roberts, R. (2003). *A written test for procedural understanding: a case study into pupil's performance*. Paper presented at the ESERA, Amsterdam.
- Gott, R. & Roberts, R. (2008, December, 8 2008). Concepts of evidence and their role in open-ended practical investigations and scientific literacy; background to published papers. Retrieved April 2009.
- Gowen, L. & Marek, E. (1993). Science Fairs: Step by Step. *Science Teacher*, 60 (1), 37-41.
- Greenwood, A. (1996). Science Is Part of the Big Picture. *Science and Children*, 33 (7), 32-34.
- Grote, M. G. (1995). Science teacher educators' opinions about science projects and science fairs. *Journal of Science Teacher Education*, 6 (48), 48-52.
- Hair, F., Anderson, R., Tatham, R. & Black, W. (1995). *Multivariate Data Analysis with Readings*, London: Prentice-Hall International.
- Halpern, D. F. (1999). Esperanto and the tower of Babel: A taxonomy of thinking. *Psychology*, 6(3), 255 - 264.
- Hamrick, L. & Harty, H. (1983). Science Fairs: A Primer for Parents. *Science and Children*, 20(5), 23-25.
- Hansen, B. (1983). Planning a Fair with a Flair. *Science and Children*, 20(4), 9-11.
- Harlen, W. (2006). Teachers' and Children's Questioning. In W. Harlen (Ed.), *ASE Guide to Primary Science Education*. Hatfield: Association for Science Education.

- Heckman, P., Confer, C. & Hakim, D. (1994). Planting Seeds: Understanding Through Investigation. *Educational Leadership*, 51 (5), 36 - 39.
- Heering, P. & Muller, F. (2002). Cultures of experimental practice - an approach in a museum. *Science & Education*, 11, 203-214.
- Heimlich, J. (1993). Nonformal Environmental Education: Toward a Working Definition. *The Environmental Outlook*, 2 - 8.
- Hofstein, A., Bybee, R. & Legro, P. (1997). Linking Formal and Informal Science Education through Science Education Standards. *Science Education International*, 8(3), 31-37.
- Hutcheson, G. & Sofroniou, N. (1999) *The Multivariate Social Scientist*. Sage: London.
- Inhelder, B. & Piaget, J. (1958). *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. New York: Basic Books.
- Inhelder, B. & Piaget, J. (1964). *The Early Growth of Logic in the Child*. New York: W.W. Norton and Company.
- Jackson, W. & Janes, B. (1982). The investigators. *Science and Children*, 20(3), 6-8.
- Jakupcak, J. Rushton, R., Jakupcak, M., & Lundt, J. (1996). Inclusive Education. *The Science Teacher*, 63(5), 40 - 43.
- Joreskog, K. G. & Moustaki, I. (2001). Factor analysis of ordinal variables: A comparison of three approaches. *Multivariate Behavioral Research*, 36, 347-387.
- Kaiser, H.F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-36.
- Κατσής, Α., Σιδερίδης, Γ. & Εμβαλωτής, Α. (2011) Στατιστικές μέθοδοι στις Κοινωνικές Επιστήμες, Αθήνα: Τόπος.
- Kind, P. M. (1999). Performance Assessment in Science--What Are We Measuring? *Studies in Educational Evaluation*, 25(3), 79-94.
- Klahr, D. (2000). *Exploring Science. The Cognition and Development of Discovery Processes*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual search space during scientific reasoning. *Cognitive Science*(12), 1-48.
- Koetsch, P., Danniels, M., Goldman, T. & Leahy, C. (1994). Student Curators: Becoming Lifelong Learners. *Educational Leadership*, 51(5), 54 -57.
- Κόκκοτα, Π. (Ed.). (2005). *Διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση* Αθήνα: τυπωθήτω - Γιώργος Δαρδανός.
- Κολιόπουλος, Δ. (2005). *Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών* Αθήνα: Μεταίχμιο.

- Κολιόπουλος, Δ., Κωνσταντίνου, Κ. & Ευαγόρου, Μ. (2005). Το "Πανηγύρι της Επιστήμης" στο Δημοτικό σχολείο. Στο Κολιόπουλος, Δ. (εκδ.), *Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Kruglak, H. (1951). *Experimental outcomes of laboratory instruction in elementary college physics*. Paper presented at the Iowa Colloquium College Physicists, Iowa.
- Kruglak, H. (1952). Achievement of physics students with and without laboratory work. *American Journal of Physics*, 20(136), 14 -16.
- Kruglak, H. (1954). The measurement of laboratory achievement. Part II. Paper-pencil laboratory achievement tests. *American Journal of Physics*, 22(442), 452 - 462.
- Κουμαράς, Π. (2002). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής*. Θεσσαλονίκη: Χριστοδουλίδη.
- Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96, 674 - 689.
- Kuhn, D. (2007). Reasoning about Multiple Variables: Control of Variables Is Not the Only Challenge. *Science Education*, 91(5), 710-726.
- Kuhn, D., Amsel, E. & O' Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. San Diego, CA: Academic Press.
- Kuhn, D., Amsel, E. & O' Loughlin, M. (2000). *The Development of Scientific Thinking Skills*. New York: Academic Press Inc.
- Kuhn, D. & Dean, D. (2005). Is developing scientific thinking all about learning to control variables? *Psychological Science*, 16, 866 - 870.
- Kuhn, D., Garcia-Mila, M., Zohar, A. & Andersen, C. (1995). Strategies of Knowledge Acquisition. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 60 (4), 1-162.
- Kuhn, D., Katz, J. & Dean, D. (2004). Developing reason. *Thinking & Reasoning*, 10(2), 197-219.
- Kuhn, D. & Pease, M. (2006). Do children and adults learn differently? *Journal of Cognition and Development*, 7, 279-293.
- Kulas Lingenfelter, L. (1995). I wonder... Teaching through children's questions to a rich, student - driven science curriculum. *Science and Children*, 32(4), 16-18.
- Kyriazi-Kefala, P. & Kyriazi-Hadjimarkou, A. (2005, 13th - 16th July 2005). *The Science Fair at the 1st Primary School of Sotera Famagusta as a Means for Developing Investigative Skills*. Paper presented at the 2nd International Conference on Hands on

- Science: "Science in a Changing Education", Rethymno: The Laboratory for Science Teaching, Department of Education, University of Crete.
- Kyriazi, E. (2005, 13th - 16th July 2005). *The Science Fair at the 2nd Primary School of Avgorou as a Means for Developing Investigative Skills*. Paper presented at the 2nd International Conference on Hands on Science: "Science in a Changing Education", Rethymno: The Laboratory for Science Teaching, Department of Education, University of Crete.
- Κυριαζή, Ε. (2004). *Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο καλλιέργειας δεξιοτήτων διερεύνησης*. Magister Artium Thesis στη Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λευκωσία.
- Κυριαζή, Ε., Κυριαζή - Κεφάλαια, Π. & Κωνσταντίνου, Κ. (2002α). *Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης επιστημονικής σκέψης στο δημοτικό σχολείο*. Άρθρο που παρουσιάστηκε στο 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο: «Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και η Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Ρέθυμνο: 8 -12 Μαΐου 2002.
- Κυριαζή, Ε., Κυριαζή – Κεφάλαια, Π., Κωνσταντίνου, Κ. & ΕΟΜΦΕ. (2002β). *Το Πανηγύρι της Επιστήμης*. Οργάνωση Πανηγυριού Επιστήμης για παιδιά Δημοτικής Εκπαίδευσης, 2010, from <http://lsg.ucy.ac.cy/sciencefair/>
- Κυριαζή, Ε., Κυριαζή - Κεφάλαια, Π. & Κωνσταντίνου, Κ. (2004). *Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως μέσο ανάπτυξης επιστημονικής σκέψης στο δημοτικό σχολείο*. Άρθρο που παρουσιάστηκε στο VIII Παγκύπριο Συνέδριο Παιδαγωγικής Εταιρείας Κύπρου: «Σύγχρονες Τάσεις στην Εκπαιδευτική Έρευνα και Πρακτική», Λευκωσία.
- Κυριαζή, Ε., Κυριαζή – Κεφάλαια, Π. & Κωνσταντίνου, Κ. (2003). *Το Πανηγύρι της Επιστήμης*. Μια μη τυπική μορφή εκπαίδευσης για καλλιέργεια επιστημονικής σκέψης στο δημοτικό σχολείο. *Οικογένεια και Σχολείο*, 165, 149 - 154.
- Κωνσταντίνου, Κ., Καλυφόμεντου, Ν., Κυριαζή, Ε., Παπαδούρης, Ν., Παπαευριπίδου, Μ. & Νικολάου, Χ. (2004). *Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης*. Λευκωσία: Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου.
- Κωνσταντίνου, Κ. & Κυριαζή, Ε. (2005). *Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης*. *Βιβλιάριο Διερεύνησης*. Λευκωσία: Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου.
- Κωνσταντίνου, Κ., & Παπαευριπίδου, Μ. (2005). *Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης*. *Βιβλίο Μαθητή*. Λευκωσία: Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου.

- Κωνσταντίνου, Κ., Φερωνύμου, Γ., Κυριακίδου, Ε., & Νικολάου, Χ. (2002). *Οι Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο: Βοήθημα για την Νηπιαγωγό*. Λευκωσία: Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου.
- Laguex, B. J. & Amols, H. I. (1986). Make your Science Fair Fairer. *The Science Teacher*, 53(2), 24-28.
- Lamb, W. & Brown, P. (1984). Meet Me at the Fair. *Science Teacher*, 51(8), 32 - 35.
- Lawson, A. (1979). Combining Variables, Controlling Variables, and Proportions: Is There a Psychological Link? . *Science Education*, 63(1), 67-72.
- Lee, O. (1997). Scientific Literacy for All: What Is It, and How Can We Achieve It? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(3), 219-222.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O. & Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of Educational Research*, 60, 1-64.
- Levin, K. & Levin, R. (1991). How to judge a Science Fair. *The Science Teacher*, 58(2), 43-45.
- Lorch, Jr., R. F., Lorch, E. P., Calderhead, W. J., Dunlap, E. E., Hodell, E. C., & Freer, B. D. (2010). Learning the control of variables strategy in higher and lower achieving classrooms: Contributions of explicit instruction and experimentation. *Journal of Educational Psychology*, 102(1), 90-101.
- Linn, M. C., Chen, B. & Their, H. (1977). Teaching Children to Control Variables: Investigation of a Free-Choice Environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(3), 249 - 255.
- Linacre, J. M. (2012). Winsteps® Rasch measurement computer program. Beaverton, Oregon: Winsteps.com
- Maarschalk, J. (1988). Scientific Literacy and Informal Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(2), 35-46.
- Marek, E., Boram, R., Laubach, T., & Gerber, B. (2002). Conceptual Understanding Resulting from Interactive Science Exhibits. *Journal of Elementary Science Education*, 14(2), 39-50.
- Marton, F. (1981). Phenomenography - Describing Conceptions of the World Around us. *Instructional Science*, 10, 177-200.
- Marton, F., & Booth, S. (1997). *Learning and awareness*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- McIntosh, T. (1995a). Problem-Solving Processes. *The Science Teacher*, 62(4), 16-19.

- McIntosh, T. (1995b). Problem-Solving Practice: Challenging Students to Design Experiments and Organize Data. *The Science Teacher*, 62(6), 48-50.
- McNay, M. (1985). The need to explore: Non-experimental Science Projects. *Science and Children*, 23(2), 17-19.
- Meisner, R., Lehn, D., Heath, C., Burch, A., Gammon, B. & Reisman, M. (2007). Exhibiting Performance: Co-participation in science centers and museums. *International Journal of Science Education*, 29(12), 1531-1555.
- Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50 (9), 741-749.
- Metz, K. E. (1993). Preschoolers' developing knowledge of the pan balance: From new representation to transformed problem solving. *Cognition and Instruction*, 11(1), 31-93.
- Metz, K. E. (1995). Reassessment of Developmental Constrains on Children's Science Instruction. *Review of Educational Research*, 65(2), 93-127.
- Metz, K. E. (2004). Children's understanding of scientific inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design. *Cognition and Instruction*, 22, 219-290.
- Mevarech, Z. & Kramarsky, B. (1997). From verbal descriptions to graphic representations: Stability and change in students' alternative conceptions. *Educational Studies in Mathematics*, 32, 229 - 263.
- Μπονίδης, Κ. (2004). *Το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου ως αντικείμενο έρευνας: διαχρονική εξέταση της σχετικής έρευνας και μεθοδολογικές προσεγγίσεις*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Millar, R. (1998). Student's Understanding of the Procedures of Scientific Enquiry in In Tiberghien, A., Jossem, E. & Barojas, J. (Eds.), *Connecting Research in Physics Education*. UK: International Commission on Physics Education.
- Murphy, P. (1988). Insights into pupil's responses to practical investigations from the APU. *Physics Education Research*, 23, 330 - 336.
- Newton, L. (2001). Teaching for Understanding in Primary Science. *Evaluation & Research in Education*, 15(3), 143-153.
- NRC. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC. (2012). *A Framework for K-12 Science of Education. Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academy Press.

- Padilla, M., McKenzie, D. & Shaw, E. (1986). An Examination of the Line Graphing Ability of Students in Grades Seven Through Twelve. *School Science Review and Mathematics*, 86(1), 20 - 26.
- Pampaka, M., Kleanthous, I., Hutcheson, G. & Wake, G. (2011). Measuring mathematics self efficacy as a learning outcome. *Research in Mathematics Education*, 13(2), 169-190.
- Pampaka, M., Williams, J. & Hutcheson, G. (2012a). Measuring students' transition into university and its association with learning outcomes. *British Educational Research Journal*, 38 (6), 1041–1071.
- Pampaka, M., Williams, J., Hutcheson, G., Black, L., Davis, P., Hernandez-Martinez, P., & Wake, G. (2013). Measuring Alternative Learning Outcomes: Dispositions to study in Higher Education. *Journal of Applied Measurement*, 14(2), 197-218.
- Pampaka, M., Williams, J., Hutcheson, G. D., Wake, G., Black, L., Davis, P., & Hernandez-Martinez, P. (2012b). The association between mathematics pedagogy and learners' dispositions for university study. *British Educational Research Journal*, 38(3), 473-496.
- Papaevripidou, M. & Constantinou, P. C. (2001). *Development of Procedural Skills in Science through the use of an interactive database: an example from designing experiments*. Paper presented at the 5th International Conference: «Computer Based Learning in Science». BRNO, Czech Republic: Masaryk University.
- Παπαευριπίδου, Μ. (2000). *Διδακτικό υλικό για καλλιέργεια δεξιοτήτων αναγνώρισης και ελέγχου μεταβλητών*. ΒΑ, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λευκωσία.
- Parker, V. & Gerber, B. (2002). Performance - Based Assessment, Science Festival Exhibit Presentations, and Elementary Science Achievement. *Journal of Elementary Science Education*, 14(2), 59-67.
- Phillips, D. & Phillips, D. G. (1994). Beans, Blocks, and Buttons: Developing Thinking. *Educational Leadership*, 51(5), 50 - 53.
- Preece, J. & Janvier, C. (1992). A Study of the Interpretation of Trends in Multiple Curve Graphs of Ecological Situation. *School Science and Mathematics*, 92, 299-306.
- Pyle, E. (1996). Influences on Science Fair Participant Research Design Selection and Success. *School Science and Mathematics*, 96(8), 400-406.
- Rasch, G. (1960). *Probabilistic Models for some Intelligence and Attainment Tests*. Chicago: University of Chicago Press.
- Reed, D., Miller, C. & Braught, G. (2000). Empirical investigation throughout the CS curriculum. *ACM SIGCSE Bulletin*, 32(1), 202 - 206.

- Rennie, L. & Williams, G. (2002). Science Centers and Scientific Literacy: Promoting a Relationship with Science. *Science Education.*, 86, 706-726.
- Rice, J. (1983). A Special Science Fair. LD Children Learn What They Can Do. *Science and Children.*, 20 (4), 15-17.
- Rivard, L. (1989). A teacher's Guide to Science Fairing. *School Science and Mathematics*, 89(3), 201-207.
- Rix, C. & McSorley, J. (1999). An investigation into the role that school-based interactive science centres may play in the education of primary-aged children. *International Journal of Science Education*, 21(6), 577 - 593.
- Roberts, R. & Gott, R. (2004). A written test for procedural understanding: a way forward for assessment in the UK science curriculum? *Research in Science & Technological Education.*, 22(1).
- Roden, J. (2009). Raising and Analysing Questions and Use of Secondary Sources. In H. Ward, J. Roden, C. Hewlett & J. Foreman (Eds.), *Teaching Science in the Primary Classroom*. London: Sage Publications.
- Rogers, L. T. (1998). *Probing the hidden secrets of graphs*. Paper presented at the *Hands on Experiments in Physics Education- Proceedings of the GIREP*, Duisburg.
- Romjue, M. & Clementson, J. (1992). An Alternative Science Fair. *Science and Children*, 30(2), 22 - 24.
- Ρούσσοις, Π. & Τσαούσης, Γ. (2006). *Στατιστική Εφαρμοσμένη στις Κοινωνικές Επιστήμες*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ruffman, T., Perner, J., Olson, D. R. & Doherty, M. (1993). Reflecting on scientific thinking: children's understanding of the hypothesis-evidence relation. *Child Development*, 64, 1617-1636.
- Ruiz-Primo, M. A. & Shavelson, R. J. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 569-600.
- Sandifer, C. (1997). Time-Based Behaviors at an Interactive Science Museum: Exploring the Differences between Weekday/Weekend and Family/Nonfamily Visitors. *Science Education.*, 81(6), 689-701.
- Schauble, L. (1996). The Development of Scientific Reasoning in Knowledge - Rich Contexts. *Developmental Psychology*, 32(1), 102 - 119.
- Schauble, L., Klopfer, L. E. & Raghavan, K. (1991). Students' transition from an engineering model to a science model of experimentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 859-882.

- Screen, P. (1986). The Warwick Process Science Project. *School Science Review*, 68(242), 12-16.
- Shaw, D., Cook, C. & Ribelin, T. (2000). Science Fairs for All. *Science and Children.*, 38(2), 14 - 19.
- Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- So, W. (2003). Learning Science through investigations: an experience with Hong Kong Primary School Children. *International Journal of Science and Mathematics Education*, (1), 175-200.
- Sodian, B., Zaitchik, D. & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development.*, 62, 753-766.
- Spector, P. E. (1992). Summated rating scale construction: An Introduction. *Quantitative Applications in the Social Sciences*, p.34, Sage, Beverly Hills CA.
- Σπυροπούλου-Κατσάνη, Δ. (2000). *Διδακτικές και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Εκδόσεις Τυποθήτω.
- SPSS Inc. (2005). *SPSS for Windows, Version 14.0*. Chicago, SPSS Inc.
- Stafford, T. (2009). Teaching Students to form Effective Questions. *Knowledge Quest*, 38(1), 323-337.
- Teachworth, M. (1987). Surviving a Science Project. *The Science Teacher.*, 54(1), 34-36.
- Tsai, C. (1996). The "Qualitative" Differences in Problem-Solving Procedures and Thinking Structures between Science and Nonscience Majors. *School Science and Mathematics.*, 96(6), 283-289.
- Tytler, R., Cripps Clark, J. & Darby, L. (2009). Educating the whole child through science: A portrait of an exemplary science teacher. *Teaching Science - The Journal of the Australian Science Teachers Association*, 55(3), 23-27.
- Tytler, R., Duggan, S. & Gott, R. (2001). Dimensions of Evidence, the Public Understanding of Science and Science Education. *International Journal of Science Education.*, 23(8), 815 - 832.
- VanDeman, B. & Parfitt, P. (1985). The Nuts and the Bolts of Science Fairs. *Science and Children*, 23(2), 14-16.
- Walsh, W.B. & Betz, N. (2001). *Tests and assessment*. Upper Saddle River, NU: Prentice Hall.
- Ward, A. (1994). Planning, Organizing and Staging a School Science Fair. *School Science Review.*, 75(273), 41-47.

- Watson, R., Goldsworthy, A. & Wood Robinson, V. (1999). What is not fair with investigations? *School Science Review*, 80(292), 101-106.
- Watson, R., Goldsworthy, A. & Wood Robinson, V. (2000). Improving Investigations from the AKSIS Project: What is this investigation all about? - Describing the investigation clearly. *Education in Science*(187), 14-15.
- Watson, R., Goldsworthy, A. & Wood Robinson, V. (2001). SC1: Beyond the fair test. In J. Sears & P. Sorensen (Eds.), *Issues in Science Teaching*. London: Routledge Farmer.
- Wavering, M. J. (1989). Logical reasoning necessary to make line graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(5), 373 - 379.
- Wolfe, E. W. & Smith Jr., E. V. (2007). Instrument Development Tools and Activities for Measure Validation Using Rasch Models: Part II - Validation Activities. *Journal of Applied Measurement*, 8(2), 204-234.
- Wollman, W. (1977). Controlling Variables: Assessing Levels of Understanding. *Science Education*, 61(3), 371 - 383.
- Wollman, W. & Lawson, A. (1977). Teaching the Procedure of Controlled Experimentation: A Piagetian Approach. *Science Education*, 61(11), 57 - 70.
- Wood-Robinson, V., Watson, R. & Goldsworthy, A. (1999a). Improving Investigations from the AKSIS Project: What do you know? *Education in Science.*, 184, 22-23.
- Wood-Robinson, V., Watson, R. & Goldsworthy, A. (1999b). Improving Investigations from the AKSIS Project: What Kind of Question? What kind of Enquiry? *Education in Science.*, 185, 16 - 17.
- Wood, V. (1994). A Close-Up Look at How Children Learn Science. *Educational Leadership*, 51(5), 33-35.
- Wright, B. D. (1994). Data analysis and fit. *Rasch Measurement Transactions*, 7(4), 324.
- Zimmerman, C. (2000). The Development of Scientific Reasoning Skills. *Developmental Review.*, 20, 99 - 149.
- Zimmerman, C. (2005). The development of scientific reasoning: What psychologists contribute to an understanding of elementary science learning. Paper commissioned by the National Academies of Science (National Research Council's Board of Science Education, Consensus Study on Learning Science, Kindergarten through Eighth Grade).
http://www7.nationalacademies.org/bose/Corinne_Zimmerman_Final_Paper.pdf.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172-223.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Ευαγγελίου Κυριαζή

Διαδικασία κατασκευής εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης

Η διαδικασία κατασκευής του εργαλείου μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης έγινε σε 3 φάσεις οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια.

1^η φάση: επιλογή έργων αξιολόγησης

Στην 1^η φάση αρχικά έγινε συλλογή έργων αξιολόγησης. Έχουν συλλεχθεί έργα, τα οποία

(α) αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο ερευνών που αφορούσαν στην αξιολόγηση του προγράμματος «Το Πανηγύρι της Επιστήμης ως Μέσο Καλλιέργειας Δεξιοτήτων Διερεύνησης στο Δημοτικό Σχολείο» (Κυριαζή, 2004; Κωνσταντίνου κ.α., 2004; Παπαευριπίδου, 2000) και

(β) προτείνονται στη διεθνή βιβλιογραφία και αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο άλλων ερευνών που σχετίζονται με μέτρηση δεξιοτήτων διερεύνησης (APU, 1987; Κόκκοτα, 2005; Gott & Roberts, 2003; 2008).

Στη συνέχεια επιλέγηκαν 36 έργα αξιολόγησης, τα οποία κρίθηκαν κατάλληλα για χρήση στην παρούσα έρευνα, σύμφωνα με την άποψη ερευνητών και εκπαιδευτικών με τεχνογνωσία στο θέμα. Τα 36 έργα αξιολογούσαν 9 πτυχές (δεξιότητες) της διερευνητικής διεργασίας όπως αυτές ορίστηκαν σε προηγούμενες έρευνες που αφορούν στο Πανηγύρι της Επιστήμης (Κυριαζή, 2004).

Τα έργα που επιλέγηκαν διαμορφώθηκαν βάσει της υπάρχουσας τεχνογνωσίας, έτσι ώστε οι οδηγίες τους να είναι σαφείς και να μην προκύπτουν αυτού του είδους δυσκολίες κατά τη διεκπεραίωσή τους. Για έλεγχο της σαφήνειας των οδηγιών, ζητήθηκε από εκπαιδευτικούς να τα απαντήσουν και να εισηγηθούν τροποποιήσεις στις οδηγίες τους. Για κάθε δεξιότητα κατασκευάστηκαν 3 έργα, τα οποία είχαν παρόμοια δομή αλλά διαφορετικό συγκείμενο. Το συγκείμενο είχε σχέση με ζητήματα απλά παρμένα από την καθημερινή ζωή και δεν προαπαιτούσε εξειδικευμένες γνώσεις.

Για τις δεξιότητες αναγνώρισης μεταβλητών, σχεδιασμού πειραμάτων και ελέγχου μεταβλητών, διατύπωσης ερωτήματος και κατασκευής γραφικών παραστάσεων κατασκευάστηκαν 6 έργα (2 τριάδες), όπως παρουσιάζεται στον πίνακα Π1.1.

2^η φάση: πιλοτική χορήγηση των έργων αξιολόγησης δεξιοτήτων διερεύνησης

Στην 2^η φάση επιχειρήθηκε πιλοτική χορήγηση των έργων αξιολόγησης σε παιδιά που συμμετείχαν σε πανηγύρι επιστήμης (50 παιδιά από δημοτικό σχολείο στην επαρχία Αμμοχώστου). Το εργαλείο χορηγήθηκε σε τρεις χρονικές στιγμές: πριν και μετά την τυπική διδακτική παρέμβαση και μετά το πανηγύρι επιστήμης. Κάθε έργο χορηγήθηκε 2 φορές, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα Π1.1.

Πίνακας Π1.1.

Έργα αξιολόγησης που χορηγήθηκαν σε πιλοτική φάση

ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ	ΦΑΣΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ		
	ΠΡΟΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	ΜΕΣΟΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	ΜΕΤΑΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ
αναγνώριση μεταβλητών διατύπωση διερευνησίμου ερωτήματος σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών εντοπισμός εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών κατασκευή γραφικών παραστάσεων ερμηνεία δεδομένων από πίνακα ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	1,2, 2,2, 4,5 7, 8, 10, 11 1,3, 2,3, 13, 14 16, 17, 19, 20, 22, 23 25, 26 28, 29 31, 32 34, 35	1,2, 3,2, 3, 6 7, 9, 10, 12 1,3, 3,3, 13, 15 16, 18 19, 21, 22, 24 25, 27 28, 30 31, 33 34, 36	2,2, 3,2, 5, 6 8, 9, 11, 12 2,3, 3,3, 14, 15 17, 18 20, 21, 23, 24 26, 27 29, 30 32, 33 35, 36

Η χορήγηση των έργων αξιολόγησης έδειξε ότι η διεκπεραίωσή τους (24 έργα σε κάθε φάση) ήταν μια χρονοβόρα διαδικασία. Κάποια έργα που αποτελούνταν από 2 μέρη φαίνεται να έκαναν ακόμα πιο πολύπλοκη την όλη διαδικασία. Τα αποτελέσματα από αυτή την εφαρμογή έδειξαν επίσης ότι τα παιδιά που απάντησαν στα έργα:

(α) αντιμετώπισαν δυσκολίες που αφορούσαν στο συγκεκριμένο κάποιου έργου, τον τρόπο διατύπωσης των οδηγιών του και τις εικόνες που περιλάμβανε. Η συχνότητα εμφάνισης αυτών των δυσκολιών παρέμενε σταθερή στις διάφορες φάσεις της παρέμβασης αλλά και τα έργα που εντοπιζόταν.

(β) αντιμετώπισαν εννοιολογικές, συλλογιστικές, επιστημολογικές και πρακτικές δυσκολίες. Η διαφοροποίηση της συχνότητας εμφάνισης κάθε δυσκολίας σε κάθε φάση

της διδακτικής παρέμβασης σε κάθε έργο χωριστά έδειξε βελτίωση στην επίδοση των παιδιών.

3^η φάση: τελική επιλογή και διαμόρφωση των έργων αξιολόγησης

Στην 3^η φάση της διαδικασίας επιχειρήθηκε εκ νέου επιλογή των έργων που θα συμπεριλαμβάνονταν στο εργαλείο. Καταρχάς, απορρίφθηκαν έργα, στα οποία εντοπίστηκαν σοβαρές δυσκολίες ως προς την κατανόησή τους. Το συγκείμενο τέτοιων έργων συνήθως δεν σχετιζόταν με τις εμπειρίες και τα ενδιαφέροντα των παιδιών. Έπειτα, στα επιλεγμένα έργα έγιναν διορθώσεις που αφορούσαν στη διατύπωση των οδηγιών ή στη διαμόρφωση των σχημάτων που περιλάμβαναν. Επιπλέον, διαφοροποιήθηκαν έργα που αποτελούνταν από 2 μέρη-ερωτήσεις. Το καθένα από τα 33 έργα που περιλήφθηκαν στο ερωτηματολόγιο περιείχε μόνο ένα μέρος-ερώτηση, η οποία στόχευε στην αξιολόγηση μιας συγκεκριμένης δεξιότητας.

Περαιτέρω διορθώσεις στα έργα που περιλήφθηκαν στην τελική μορφή του ερωτηματολογίου σ' αυτή τη φάση έγιναν μετά από συζήτηση με έμπειρο ερευνητή (επόπτης καθηγητής).

Τα έργα ήταν οργανωμένα ανά τριάδες, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 3.3 (Κεφάλαιο III: Μεθοδολογία).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Ευαγγελικό Κυριακή

ΕΡΓΟ 1: Δυο κορίτσια συζητούν:



Διάβασε προσεκτικά τι είπαν τα δυο κορίτσια.

Με ποια από τις δύο συμφωνείς; Εξήγησε γιατί συμφωνείς μαζί της.

ΕΡΓΟ 2: Δυο παιδιά συζητούν:

Εγώ έβαλα χυμό πορτοκαλιού στη ζύμη και ήταν καλύτερη η γεύση του κέικ. Η πρόσθεση χυμού από πορτοκάλι στη ζύμη επηρεάζει τη γεύση του.



Γιατί το λες αυτό; Κάτι άλλο μπορεί να επηρεάζει τη γεύση του κέικ.

Διάβασε προσεκτικά τι είπαν τα δυο παιδιά.

Με ποιο από τα δύο συμφωνείς; Εξήγησε γιατί συμφωνείς μαζί του.

ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΚΥΡΙΑΖΗ

ΕΡΓΟ 3: Δυο παιδιά συζητούν:

Οι βόλοι κυλούν πιο εύκολα
στο πάτωμα της κουζίνας. Η
επιφάνεια επηρεάζει την
κύλισή τους.

Γιατί το λες αυτό;
Κάτι άλλο μπορεί να
επηρεάζει την κύλιση
των βόλων.

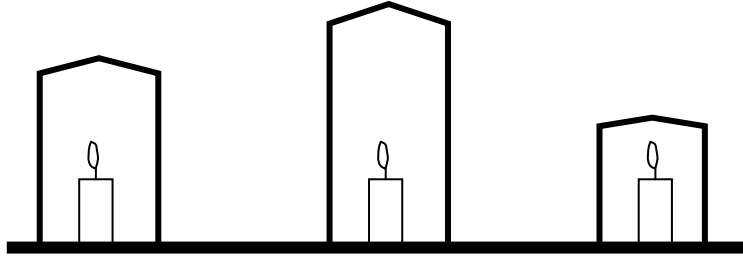


Διάβασε προσεκτικά τι είπαν τα δυο παιδιά.

Με ποιο από τα δύο συμφωνείς; Εξήγησε γιατί συμφωνείς μαζί του.

ΕΡΓΟ 4: Ο Πέτρος έκανε το ακόλουθο πείραμα:

Πήρε τρία ίδια κεριά και τα άναψε ταυτόχρονα. Ακολούθως, τοποθέτησε πάνω από κάθε κερί ένα δοχείο διαφορετικού όγκου και μέτρησε το χρόνο που χρειάστηκε το κάθε κερί για να σβήσει.



Τι ήθελε να διερευνήσει ο Πέτρος με το πείραμά του;

Ευαγγελία Κυριαζή

ΕΡΓΟ 5: Η Αντωνία έκανε το ακόλουθο πείραμα:

Τοποθέτησε τρία όμοια δοχεία με ίσες ποσότητες από αναψυκτικό, πορτοκαλάδα και νερό στο θάλαμο του ψυγείου της. Παρατήρησε το χρόνο που χρειάστηκε το καθένα για να μετατραπεί σε πάγο.



150 cm³ αναψυκτικό



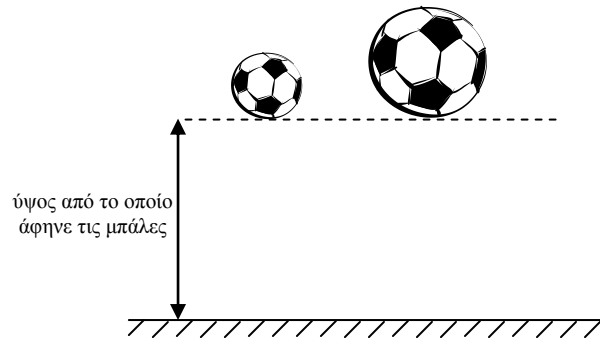
150 cm³ πορτοκαλάδα



150 cm³ νερό






Τι ήθελε να διερευνήσει η Αντωνία με το πείραμά της;

ΕΡΓΟ 6: Η Μυρτώ πήρε δύο μπάλες από ίδιο υλικό αλλά διαφορετικού μεγέθους. Τις άφηνε να πέφτουν ελεύθερα από το ίδιο ύψος σε ξύλινο πάτωμα και μετρούσε το ύψος που αναπηδούσαν.



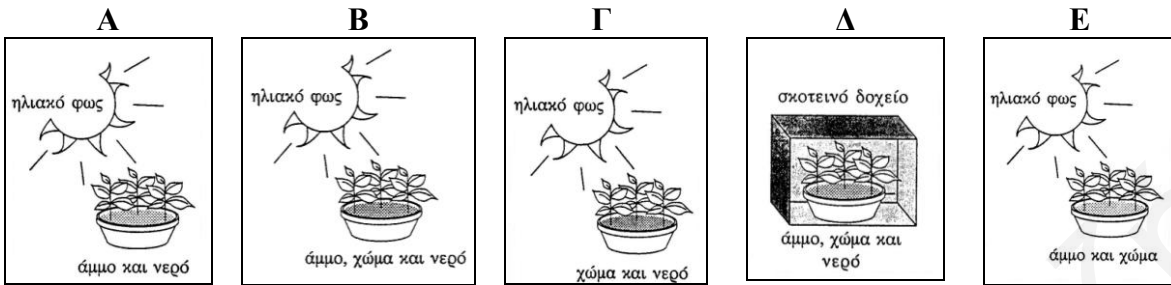
Τι ήθελε να διερευνήσει η Μυρτώ με το πείραμά της;

ΕΡΓΟ 10: Η Ευτυχία πιστεύει ότι η ποσότητα του νερού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να διαλυθεί η ζάχαρη σ' αυτό. Για να διερευνήσει αυτό που πιστεύει πρέπει να οργανώσει ένα πείραμα χρησιμοποιώντας όσες από τις πιο κάτω πειραματικές διατάξεις χρειάζονται.

A	B	Γ	Δ	E
				
100 cm ³ νερό 2 κουταλάκια ζάχαρη	100 cm ³ νερό 3 κουταλάκια ζάχαρη	200 cm ³ νερό χωρίς ζάχαρη	200 cm ³ νερό 2 κουταλάκια ζάχαρη	200 cm ³ νερό 1 κουταλάκι ζάχαρη

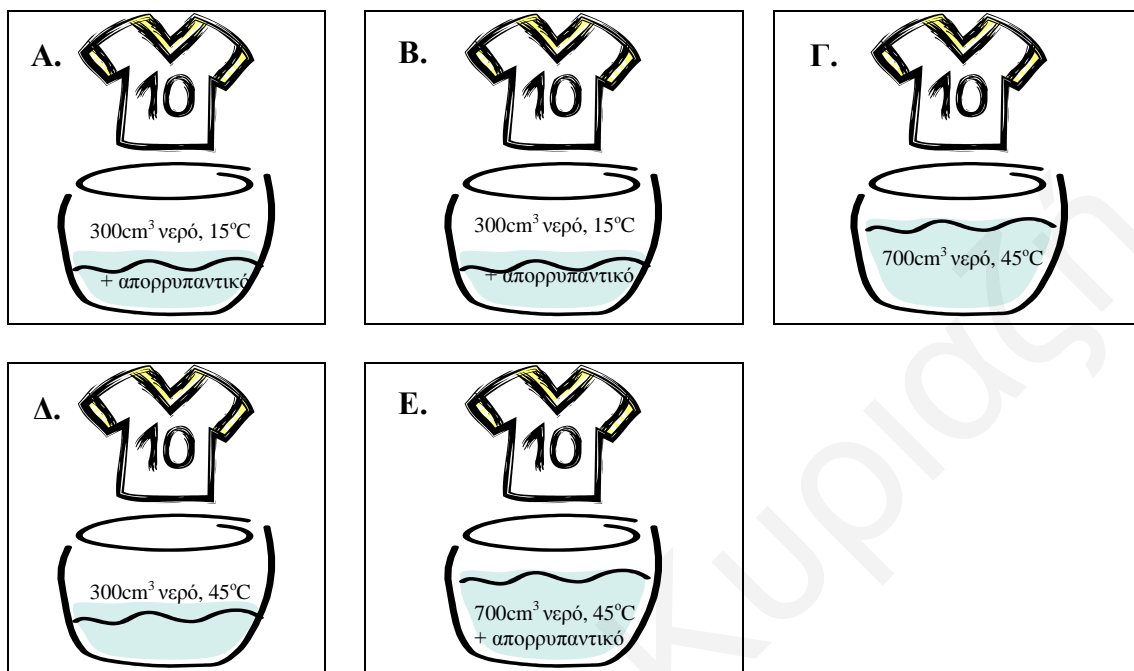
Ποια ή ποιες από τις πιο πάνω πειραματικές διατάξεις πρέπει να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση του πειράματός της; Εξήγησε πώς σκέφτηκες για να καταλήξεις στην επιλογή σου.

ΕΡΓΟ 11: Ο Δημήτρης πιστεύει ότι για να αναπτυχθούν σωστά τα φυτά, πρέπει να υπάρχει άμμος μέσα στο χώμα. Για να διερευνήσει αυτό που πιστεύει πρέπει να οργανώσει ένα πείραμα χρησιμοποιώντας όσες από τις πιο κάτω πειραματικές διατάξεις χρειάζονται.



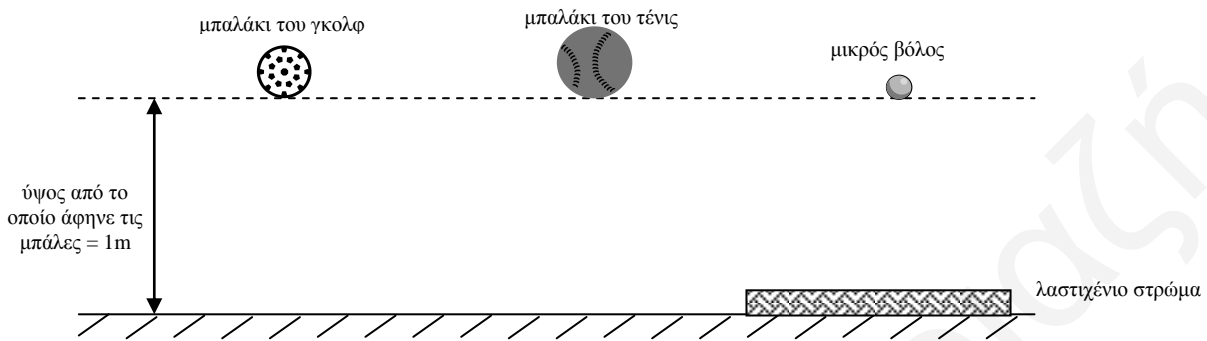
Ποια ή ποιες από τις πιο πάνω πειραματικές διατάξεις πρέπει να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση του πειράματός του; Εξήγησε πώς σκέφτηκες για να καταλήξεις στην επιλογή σου.

ΕΡΓΟ 12: Η κυρία Ελπίδα πιστεύει ότι οι φανέλες του γιου της καθαρίζουν πιο εύκολα όταν προσθέσει απορρυπαντικό στην μπουγάδα. Για να διερευνήσει αυτό που πιστεύει πρέπει να οργανώσει ένα πείραμα χρησιμοποιώντας όσες από τις πιο κάτω πειραματικές διατάξεις χρειάζονται.



Ποια ή ποιες από τις πιο πάνω πειραματικές διατάξεις πρέπει να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση του πειράματός της; Εξήγησε πώς σκέφτηκες για να καταλήξεις στην επιλογή σου.

ΕΡΓΟ 13: Ο Πέτρος ήθελε να διερευνήσει αν το είδος της μπάλας επηρεάζει το ύψος που αναπηδά όταν κτυπήσει στο πάτωμα. Πήρε ένα μπαλάκι του γκολφ, ένα μπαλάκι του τένις και ένα μικρό βόλο. Άφηνε τις μπάλες να πέφτουν από το ίδιο ύψος, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα:

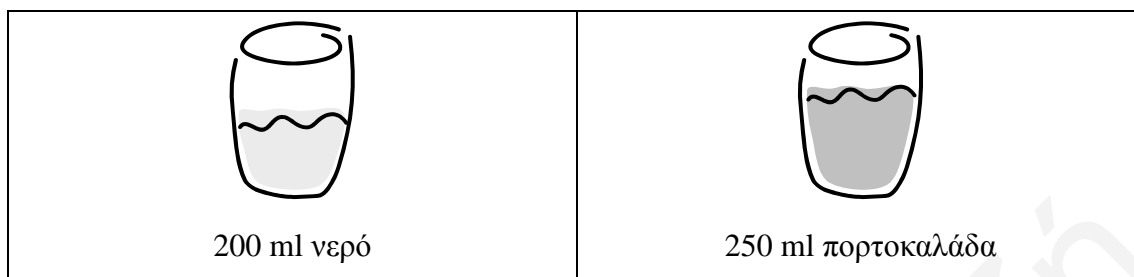


Μετρούσε το ύψος που αναπηδούσε η κάθε μπάλα.

Πιστεύεις ότι το πείραμα που έκανε είναι έγκυρο (δίκαιο); _____

Αν ναι, εξήγησε πώς το σκέφτηκες. Αν όχι, εξήγησε πώς το ξέρεις.

ΕΡΓΟ 14: Η Ελένη ήθελε να διερευνήσει αν το είδος του υγρού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να πήξει. Για να το διαπιστώσει αυτό πήρε δύο όμοια ποτήρια, έβαλε στο ένα 200 ml νερό και στο άλλο 250 ml πορτοκαλάδα όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα:

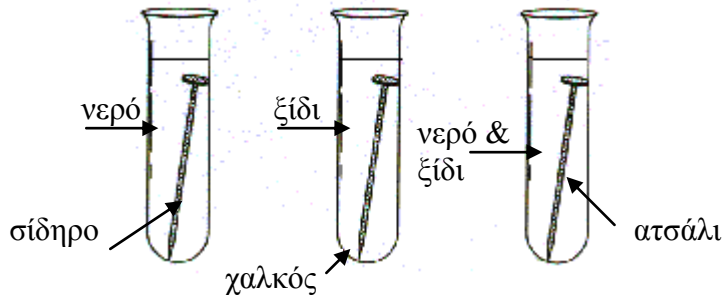


Τα τοποθέτησε στο θάλαμο του ψυγείου της και παρατήρησε ποιο από τα δύο υγρά μετατράπηκε σε πάγο πρώτο.

Πιστεύεις ότι το πείραμα που έκανε είναι έγκυρο (δίκαιο); _____

Αν **ναι**, εξήγησε πώς το σκέφτηκες. Αν **όχι**, εξήγησε πώς το ξέρεις.

ΕΡΓΟ 15: Η Μαρίνα ήθελε να διερευνήσει αν το είδος του καρφιού επηρεάζει το χρόνο που σκουριάζει. Για να το διαπιστώσει αυτό πήρε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες. Έβαλε στον πρώτο ένα **σιδερένιο** καρφί, στο δεύτερο ένα **χάλκινο** καρφί και στον τρίτο ένα **ατσάλινο** καρφί. Στη συνέχεια έβαλε **νερό** στον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα, **ξίδι** στο δεύτερο σωλήνα και **νερό μαζί με ξίδι** στον τρίτο σωλήνα.



Άφησε τους τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες στην κουζίνα για μια εβδομάδα και στο τέλος παρατήρησε σε ποιους από τους τρεις το καρφί είχε σκουριάσει.

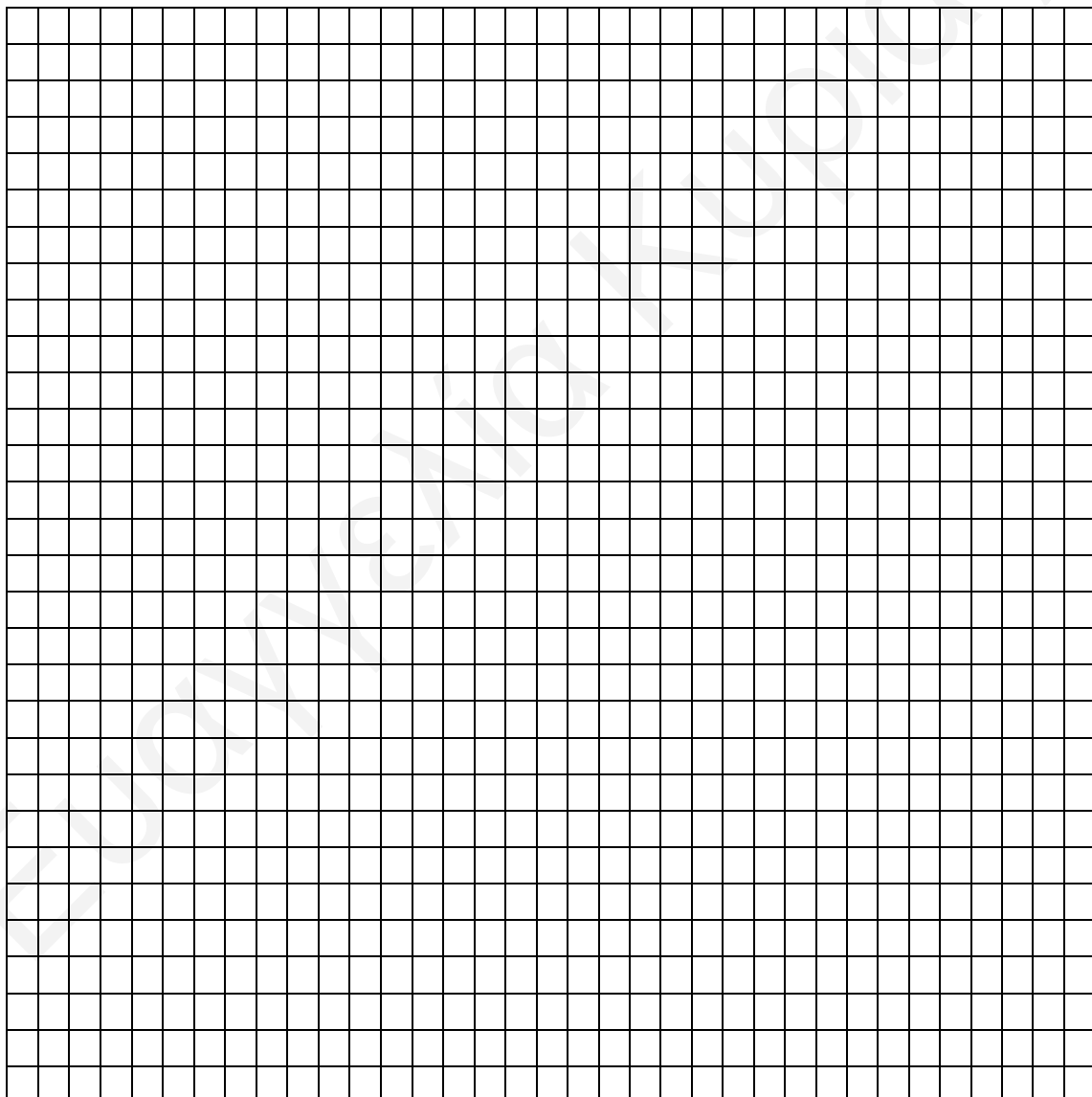
Πιστεύεις ότι το πείραμα που έκανε είναι έγκυρο (δίκαιο); _____

Αν **ναι**, εξήγησε πώς το σκέφτηκες. Αν **όχι**, εξήγησε πώς το ξέρεις.

ΕΡΓΟ 16: Η Μελίνα γέμισε τρία όμοια δοχεία με νερό διαφορετικής θερμοκρασίας στο κάθε ένα. Μέτρησε το χρόνο που χρειάζεται να διαλυθούν δύο κουταλάκια μαγειρικής σόδας σε κάθε δοχείο. Κατέγραψε τις μετρήσεις της σε πίνακα:

Δοχείο	Χρόνος διάλυσης μαγειρικής σόδας
A – καυτό νερό	12 δευτερόλεπτα
B – χλιαρό νερό	17 δευτερόλεπτα
Γ – κρύο νερό	30 δευτερόλεπτα

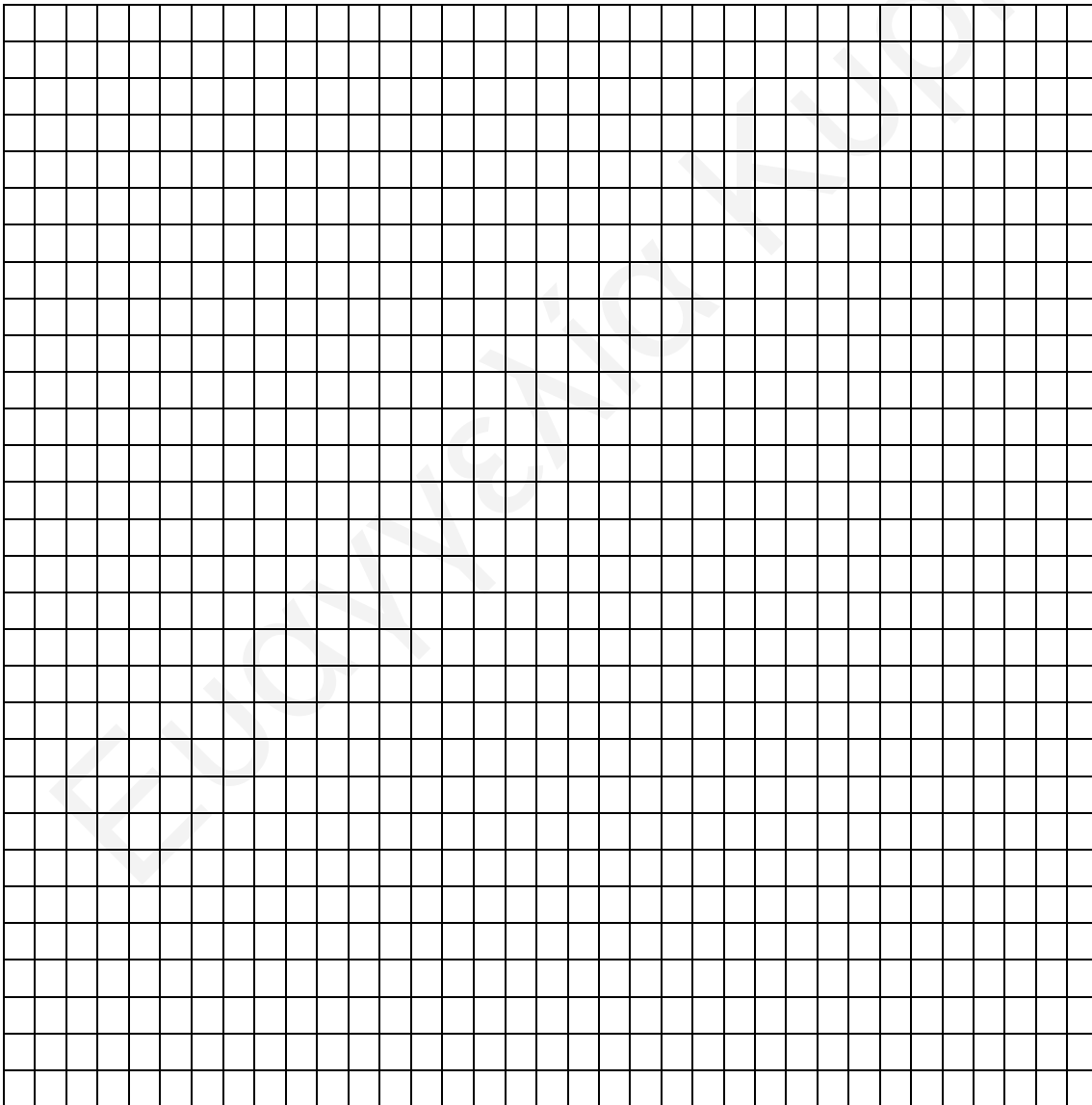
Ήθελε να παρουσιάσει τα αποτελέσματα σε γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω:



ΕΡΓΟ 17: Ο Λεωνίδας κατέγραψε το χρώμα των αυτοκινήτων που πέρασαν από συγκεκριμένο σημείο στη Λευκωσία σε διάρκεια τεσσάρων ωρών. Κατέγραψε τις μετρήσεις του στον πιο κάτω πίνακα:

Χρώμα αυτοκινήτου	Αριθμός αυτοκινήτων
άσπρο	85
ασημί	64
χρυσό	49
γαλάζιο	24
μαύρο	55

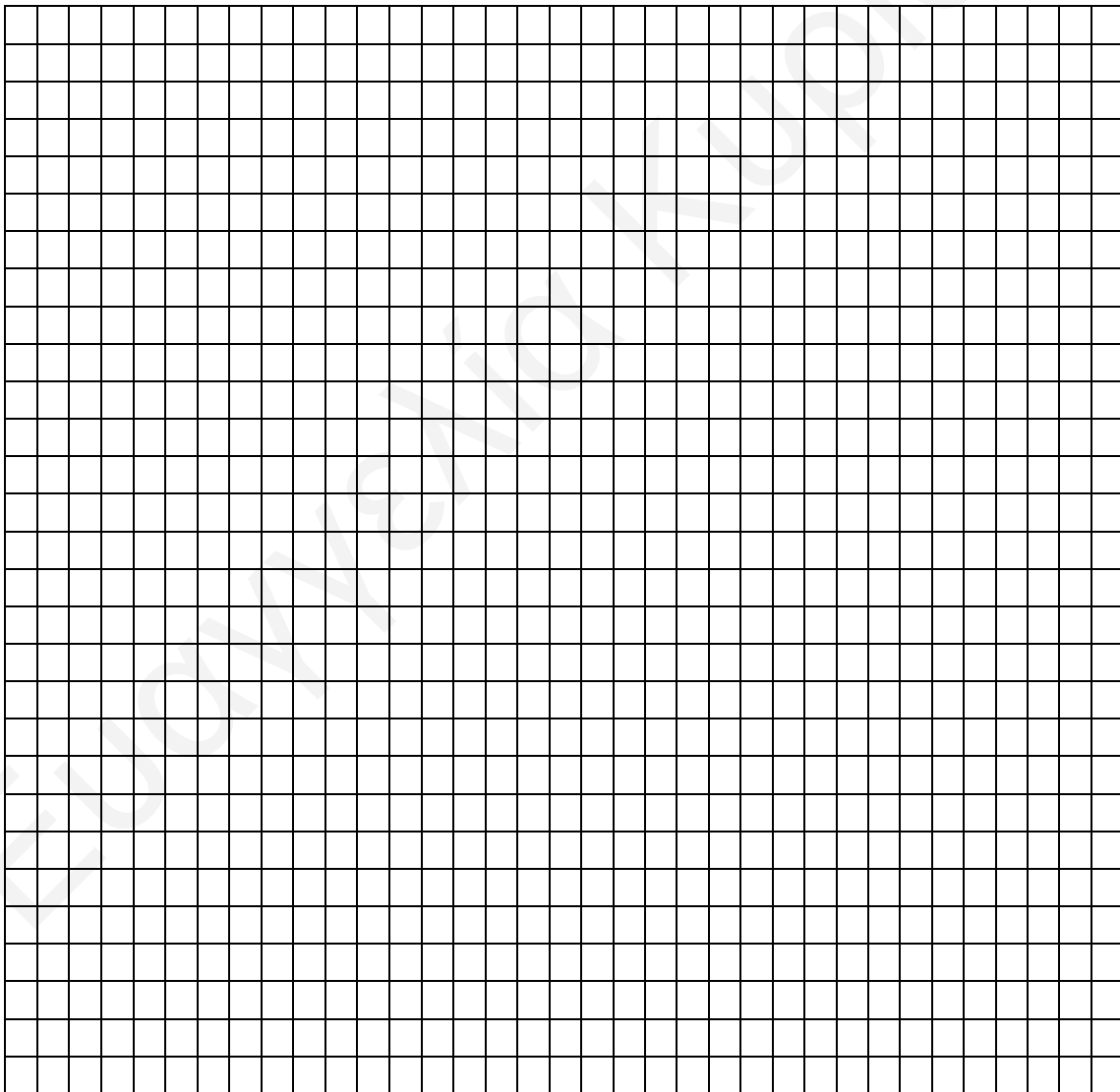
Ήθελε να παρουσιάσει τα δεδομένα σε γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω:



ΕΡΓΟ 18: Η Λουκία κατέγραψε τις απόψεις του κόσμου για το νέο πάρκο που κτίστηκε στην πόλη. Στη συνέχεια οργάνωσε τα δεδομένα που συνέλεξε σε πίνακα:

άποψη	αριθμός απόψεων
μ' αρέσει πάρα πολύ	150
μ' αρέσει πολύ	115
μ' αρέσει αρκετά	100
μ' αρέσει λίγο	125
δεν μ' αρέσει καθόλου	70

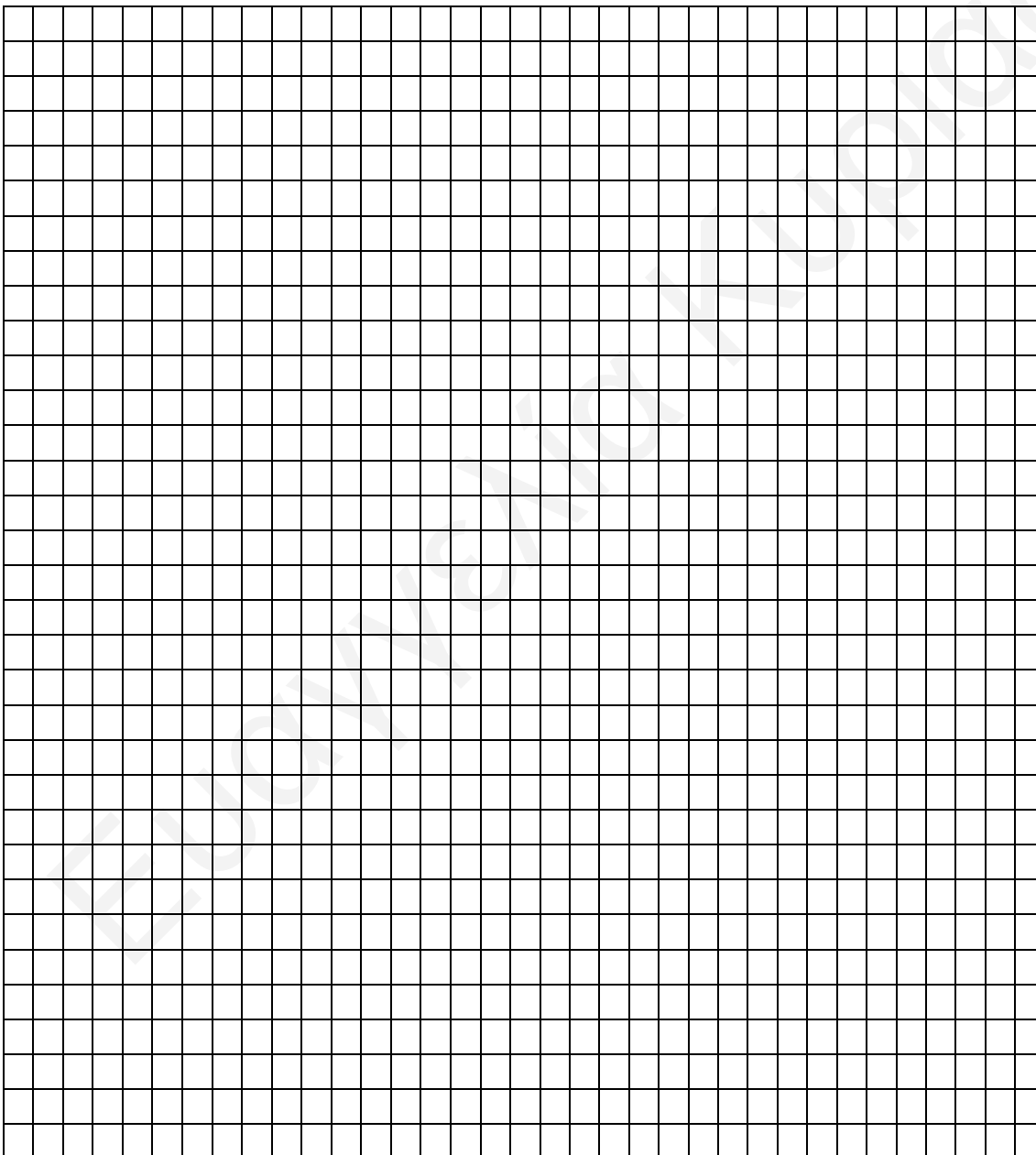
Ήθελε να παρουσιάσει τα δεδομένα σε γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω:



ΈΡΓΟ 19: Ο Σίμος πήρε δύο φυτά φυτεμένα σε γλάστρες. Τοποθέτησε το ένα στη σκιά και το άλλο στο φως. Κατέγραψε το ύψος των φυτών όπως φαίνεται στον πιο κάτω πίνακα:

μέρα \ ύψος	1 ^η	3 ^η	6 ^η	9 ^η	12 ^η	15 ^η	18 ^η
φυτού Α	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm	13 cm	15 cm
φυτού Β	5 cm	5 cm	6 cm	8 cm	9 cm	11 cm	11 cm

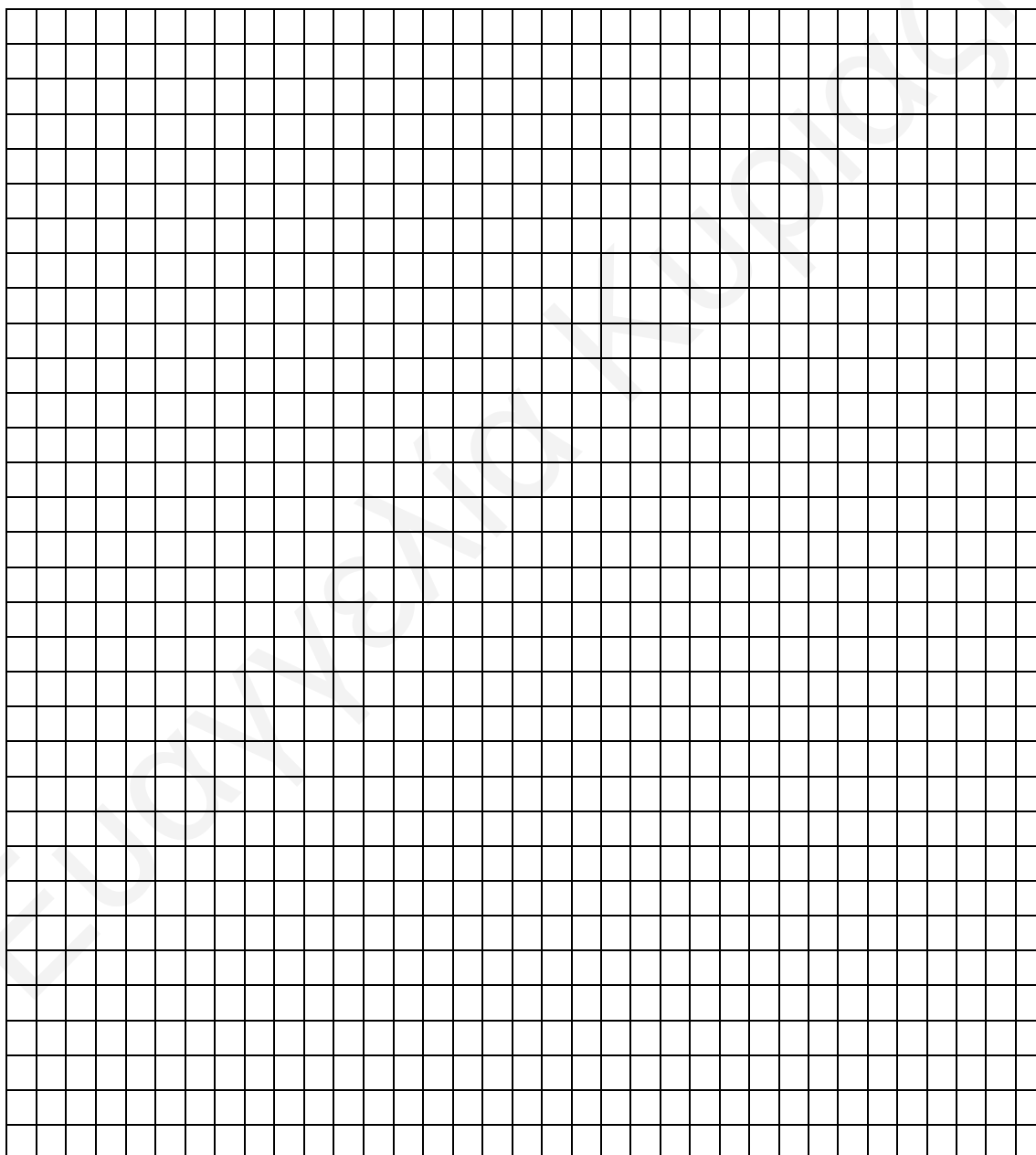
Ήθελε να παρουσιάσει τα αποτελέσματα σε γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω



ΕΡΓΟ 20: Ο Μιχάλης πήρε στοιχεία από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου σχετικά με τη μέση θερμοκρασία που καταμετρήθηκε στη Λευκωσία και τον Πρόδρομο για τους μήνες Ιανουάριο – Αύγουστο. Οργάνωσε τα δεδομένα σε πίνακα:

Μήνας Πόλη	Γενάρης	Φλεβάρης	Μάρτης	Απρίλης	Μάης	Ιούνης	Ιούλης	Αύγουστος
Λευκωσία	14 °C	13 °C	15 °C	19 °C	21 °C	25 °C	25 °C	31 °C
Πρόδρομος	7 °C	9 °C	9 °C	12 °C	17 °C	18 °C	20 °C	22 °C

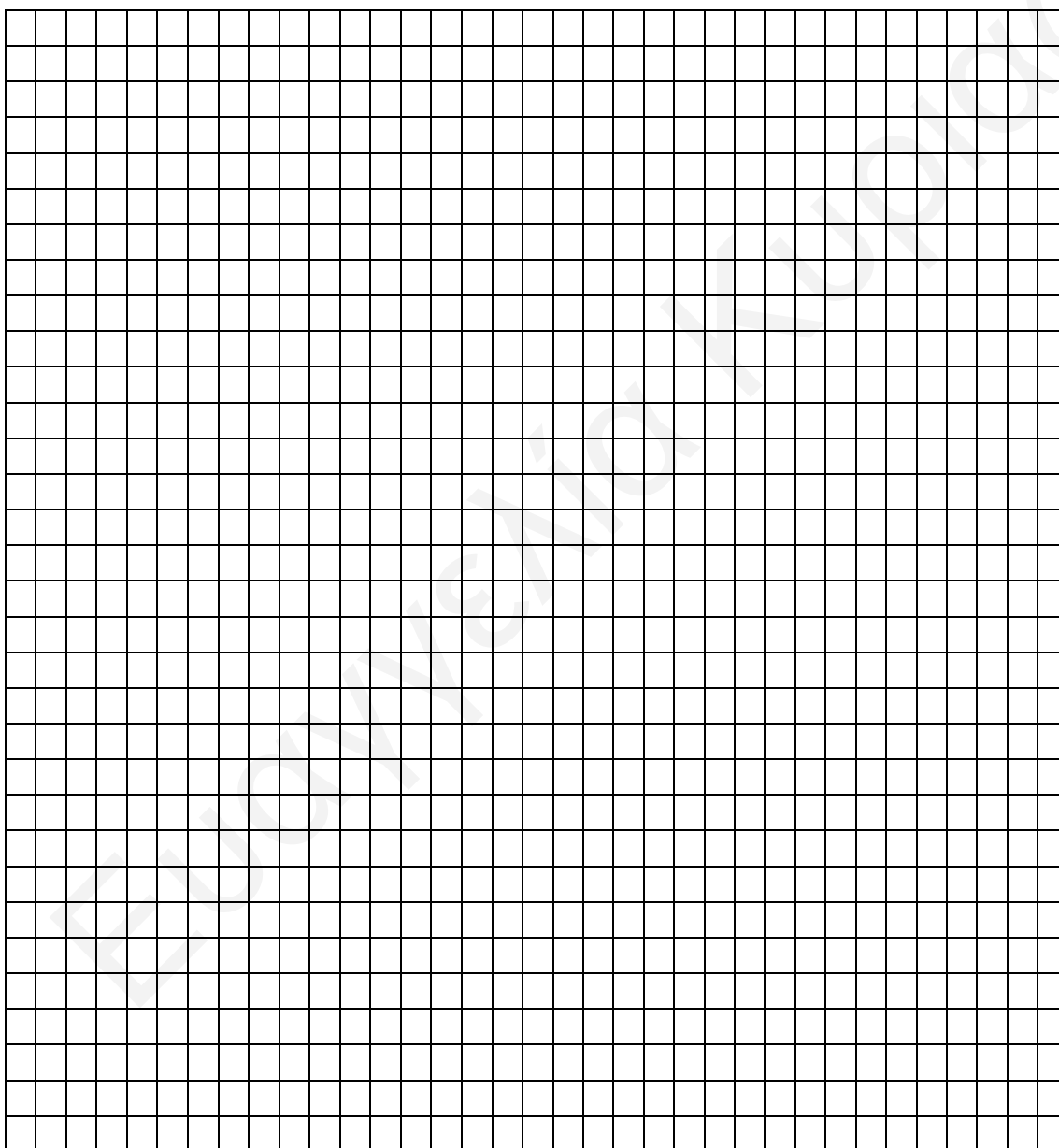
Ήθελε να παρουσιάσει τα δεδομένα σε γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω:



ΕΡΓΟ 21: Η Μετεωρολογική Υπηρεσία μέτρησε τη σχετική υγρασία στην Πάφο και την Αμμόχωστο, τις πρώτες δέκα μέρες του Αυγούστου. Τα δεδομένα καταγράφηκαν σ' ένα πίνακα:

μέρα σχετική υγρασία	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8	9/8	10/8
Πάφος	72 %	70 %	55 %	62 %	66 %	71 %	63 %	68%	47 %	53 %
Αμμόχωστος	63%	60 %	59 %	62 %	60 %	70 %	73 %	65 %	45 %	42 %

Ήθελαν να παρουσιάσουν τα δεδομένα γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω:



ΕΡΓΟ 22: Ένας προπονητής επέλεξε τους πιο κάτω αθλητές για να συμμετάσχουν στον τελικό αγώνα μιας ανδρικής ομάδας.

Στον αγώνα, οι *καλαθοσφαιριστές Β και Γ* δεν απέδωσαν ικανοποιητικά. Κοίταξε προσεκτικά τις πληροφορίες που δίνονται για τον καθένα στον πίνακα.

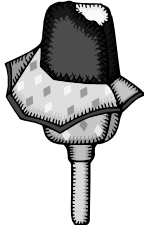


Ο προπονητής πιστεύει ότι κάτι επηρέασε την απόδοσή τους.

	 Α	 Β	 Γ	 Δ	 Ε
Ηλικία	24 χρ	23 χρ	22 χρ	23 χρ	23 χρ
Μάρκα παπουτσιών	Λαστέξ	Άθλον	Τρεχάλα	Λαστέξ	Άθλον
Ημερήσια προπόνηση	4 ώρες	2 ώρες	2 ώρες	3 ώρες	3 ώρες
Έφαγαν πριν το παιχνίδι	σουβλάκια	σάντουιτς	σάντουιτς	σάντουιτς	σουβλάκια

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα, τι νομίζεις ότι επηρέασε την απόδοση των αθλητών; Εξήγησε πώς σκέφτηκες την απάντησή σου.

ΕΡΓΟ 23: Ο Λευτέρης αγόρασε 5 παγωτά για να κεράσει τους φίλους του που θα έρχονταν στο σπίτι του το απόγευμα για να διαβάσουν. Τα τοποθέτησε στο θάλαμο του ψυγείου στο σπίτι του για 2 ώρες. Όταν ήρθε η στιγμή για να φάνε τα παγωτά, πρόσεξε ότι τα παγωτά που προορίζονταν για το *Δημήτρη* και τον *Αλέκο* ήταν ήδη λιωμένα.






Οι 5 φίλοι έφτιαξαν τον πιο κάτω πίνακα για να ανακαλύψουν για ποιο λόγο έλιωσαν τα 2 παγωτά.

	Λευτέρης	Δημήτρης	Αλέκος	Αντρέας	Κώστας
Είδος παγωτού					
Γεύση	σοκολάτα	φράουλα	σοκολάτα	φράουλα	σοκολάτα
Χρώμα περιτυλίγματος	κόκκινο	κόκκινο	κόκκινο	κίτρινο	άσπρο
Μάζα παγωτού	100 g	80 g	80 g	60 g	70 g
Τιμή παγωτού	85 σ.	60σ.	60σ.	50σ.	60σ.

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα, τι νομίζεις ότι επηρέασε το χρόνο που χρειάστηκε για να λιώσουν τα παγωτά; Εξήγησε πώς σκέφτηκες την απάντησή σου.

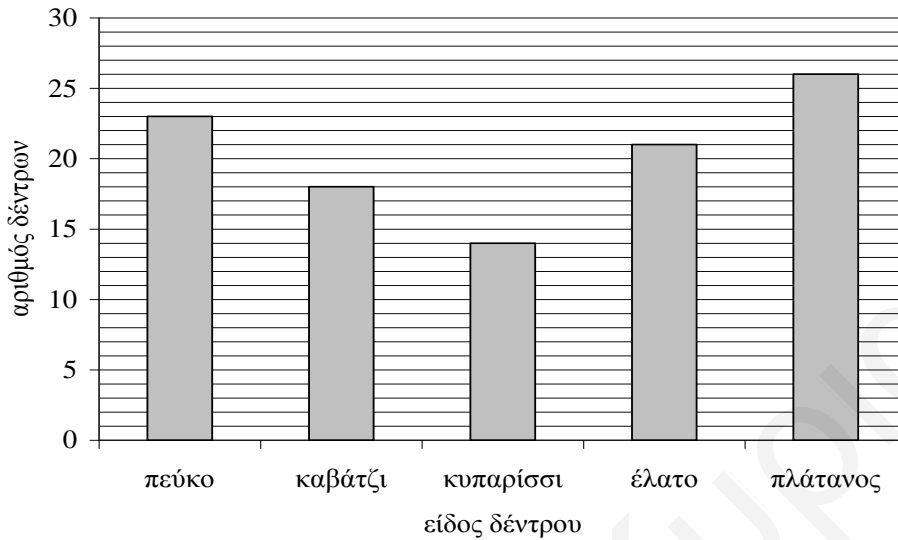
ΕΡΓΟ 24: Ο Γιώργος έψαχνε δοχεία που επιπλέουν στο νερό. Για το σκοπό αυτό πήρε πέντε δοχεία και δοκίμασε αν επιπλέουν ή βυθίζονται σ' ένα κουβά γεμάτο με νερό. Παρατήρησε ότι τα **δοχεία Γ και Ε** βυθίζονται στο νερό.

Κοίταξε προσεκτικά τις πληροφορίες που συγκέντρωσε στον πίνακα για κάθε δοχείο. Ο Γιώργος πιστεύει ότι κάτι επηρεάζει τη βύθιση των δύο δοχείων.

ΔΟΧΕΙΟ					
	A	B	Γ	Δ	E
χρώμα δοχείου	πράσινο	κίτρινο	πράσινο	γαλάζιο	πράσινο
μάζα δοχείου	300 g	100 g	200 g	100 g	200 g
χωρητικότητα	500 cm ³	250 cm ³	100 cm ³	250 cm ³	250 cm ³
στο νερό	επιπλέει	επιπλέει	βυθίζεται	επιπλέει	βυθίζεται

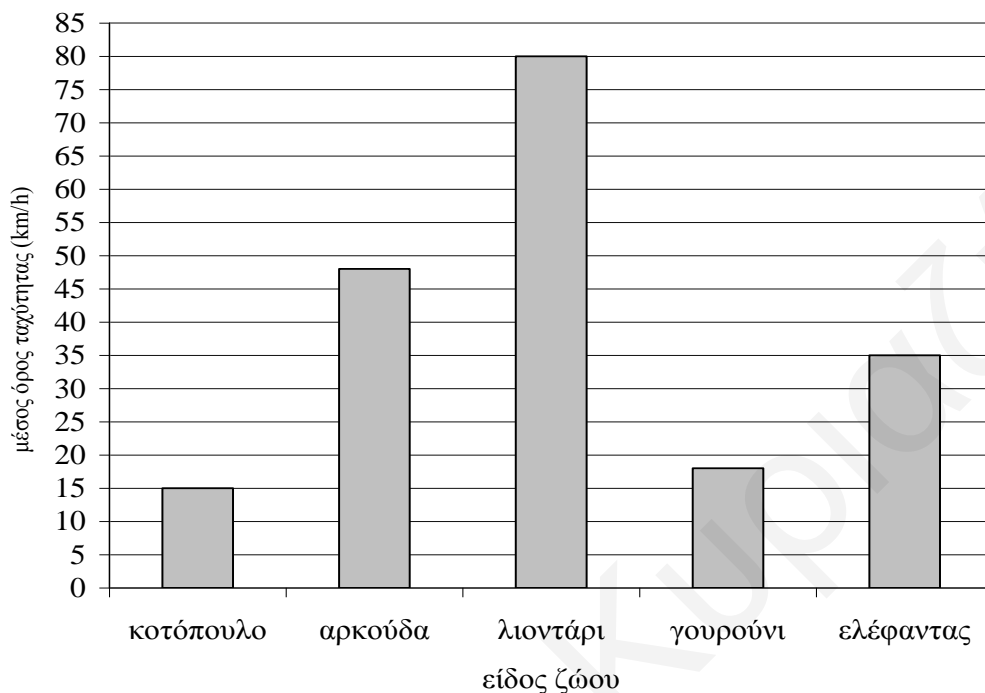
Με βάση τα δεδομένα του πίνακα, τι νομίζεις ότι επηρέασε τη βύθιση / πλεύση των δοχείων; Εξήγησε πώς σκέφτηκες την απάντησή σου.

ΕΡΓΟ 25: Τα παιδιά στην τάξη του Λοΐζου πραγματοποίησαν επίσκεψη στο δάσος και κατέγραψαν τον αριθμό των δασικών δέντρων που συνάντησαν. Στη συνέχεια κατασκεύασαν μια γραφική παράσταση με τις μετρήσεις τους:



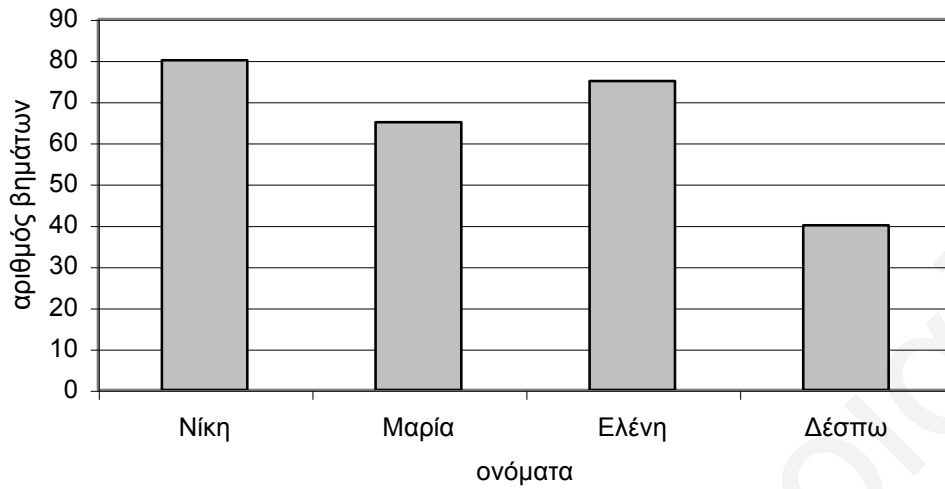
Πόσα και ποια είδη δέντρου είναι περισσότερα από το έλατο; Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

ΕΡΓΟ 26: Ο Αντρέας βρήκε πληροφορίες για το μέσο όρο ταχύτητας διαφόρων ζώων. Στη συνέχεια, κατασκεύασε την πιο κάτω γραφική παράσταση για να παρουσιάσει τα δεδομένα του:



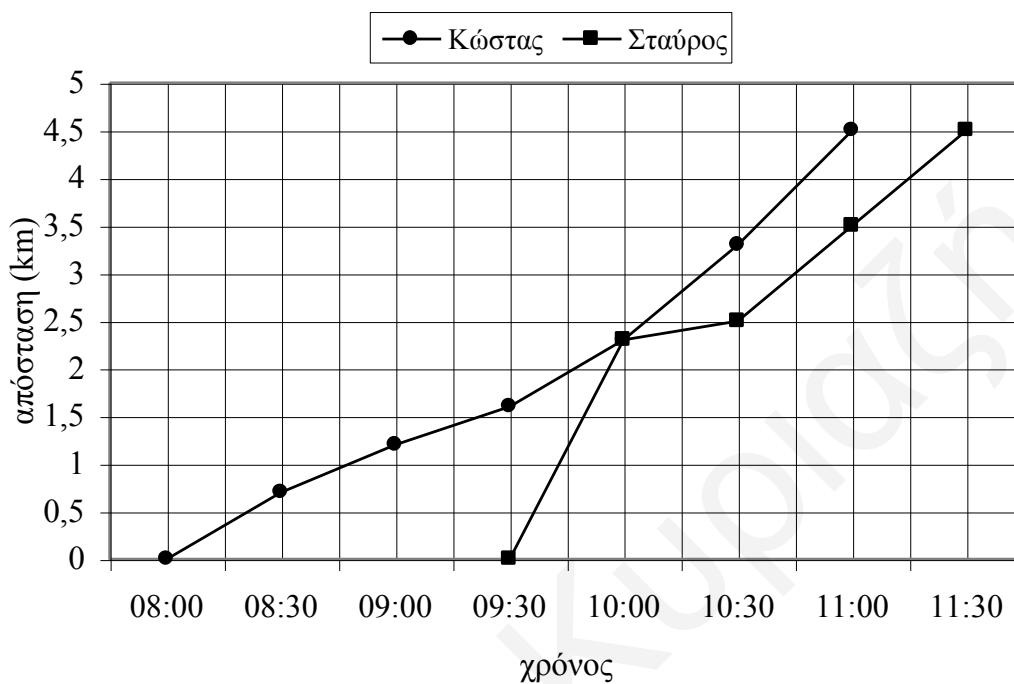
Πόσα και ποια ζώα είναι γρηγορότερα από τον ελέφαντα; Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

ΕΡΓΟ 27: Η γραφική παράσταση παρουσιάζει τον αριθμό των βημάτων που χρειάστηκαν τέσσερα κορίτσια για να διανύσουν ένα διάδρομο.



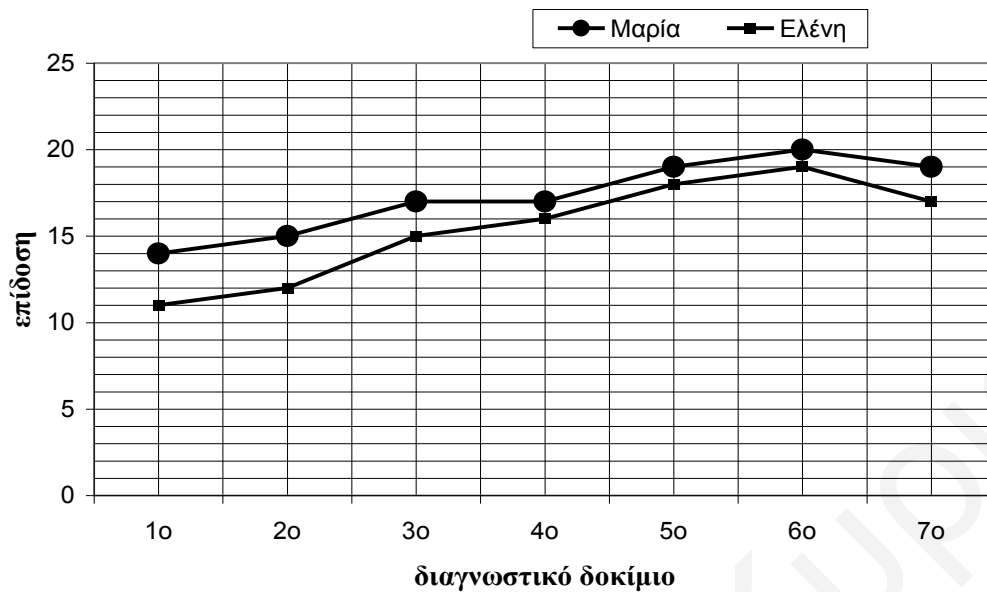
Πόσα και ποια κορίτσια κάνουν περισσότερα βήματα από την Ελένη για να φτάσουν στο τέρμα του διαδρόμου; Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

ΕΡΓΟ 28: Η γραφική παράσταση παρουσιάζει την απόσταση και το χρόνο σε μια πεζοπορία που έκαναν ο Σταύρος και ο Κώστας. Οι δυο φίλοι ξεκίνησαν από το ίδιο μέρος και περπάτησαν στην ίδια κατεύθυνση.



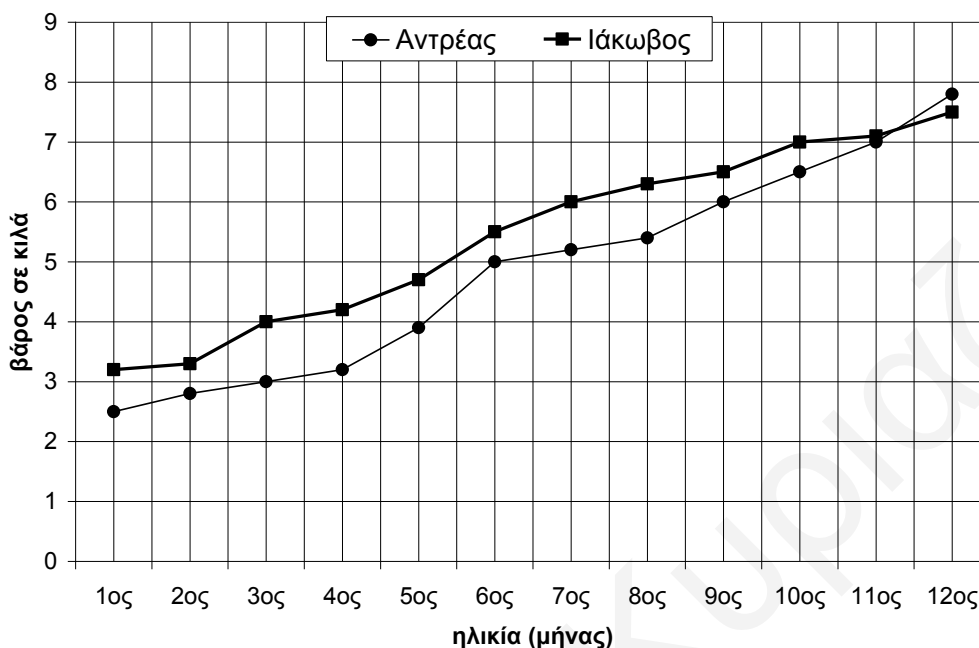
Ποιος από τους δύο φίλους ήταν ο πιο γρήγορος; Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

ΕΡΓΟ 29: Η γραφική παράσταση παρουσιάζει την επίδοση δύο μαθητριών, της Μαρίας και της Ελένης, σε 7 διαγνωστικά δοκίμια στην επιστήμη που απάντησαν κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς.



Ποια από τις δύο μαθήτριες έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση στην επίδοσή της στα διαγνωστικά δοκίμια; Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

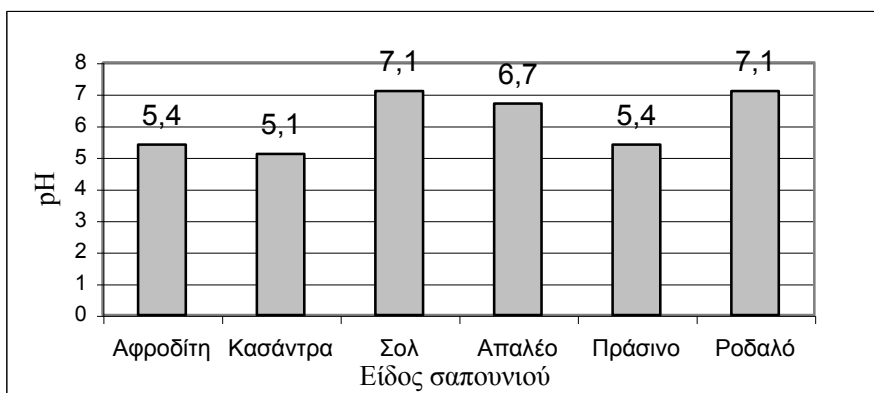
ΕΡΓΟ 30: Η Κατερίνα κατέγραψε την μεταβολή του βάρους των δύο δίδυμων παιδιών της, του Αντρέα και του Ιάκωβου τους πρώτους δώδεκα μήνες. Στη συνέχεια κατασκεύασε την πιο κάτω γραφική παράσταση:



Ποιο από τα δύο παιδιά έκανε τη μεγαλύτερη διαφορά στο βάρος του; Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

ΕΡΓΟ 31: Η κυρία Μερόπη ήθελε να επιλέξει ένα σαπούνι που να προστατεύει το δέρμα της και να είναι και φθινό. Γι' αυτό μελέτησε τις πιο κάτω πηγές:

➤ **Πηγή Α:** Η γραφική παράσταση παρουσιάζει το δείκτη οξύτητας των σαπουνιών (pH):



Όσο πιο κοντά στο 5,5 είναι ο δείκτης οξύτητας (pH) ενός σαπουνιού τόσο πιο καλό είναι το σαπούνι για το δέρμα σου.

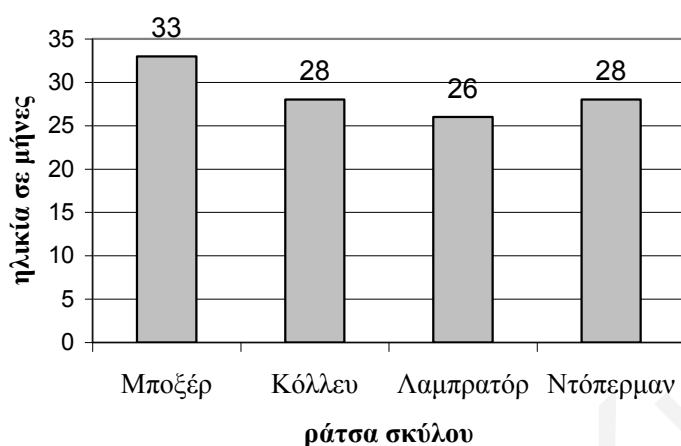
➤ **Πηγή Β:** Ο πιο κάτω πίνακας παρουσιάζει τις τιμές των σαπουνιών:

Είδος Σαπουνιού	Τιμή 100 γραμμαρίων
Κασάντρα	56 σ
Αφροδίτη	43 σ
Απαλέο	41 σ
Πράσινο	39 σ
Σολ	50 σ
Ροδαλό	40 σ

Ποιο από τα πιο πάνω σαπούνια πιστεύεις ότι πρέπει να επιλέξει η κυρία Μερόπη; Εξήγησε πώς έκανες την επιλογή σου.

ΕΡΓΟ 32: Η Γεωργία ήθελε να αγοράσει ένα σκύλο που να μην χρειάζεται πολλή τροφή και να είναι ψηλό. Στο κατάστημα ζώων έπρεπε να επιλέξει μεταξύ τεσσάρων σκύλων διαφορετικής ράτσας, βάσει των στοιχείων που δίνονται στις πιο κάτω πηγές:

- **Πηγή Α:** Η πιο κάτω γραφική παράσταση παρουσιάζει την ηλικία κάθε σκύλου σε μήνες:



Όσο πιο μικρός σε ηλικία είναι ένας σκύλος τόσο πιο λίγη τροφή χρειάζεται.

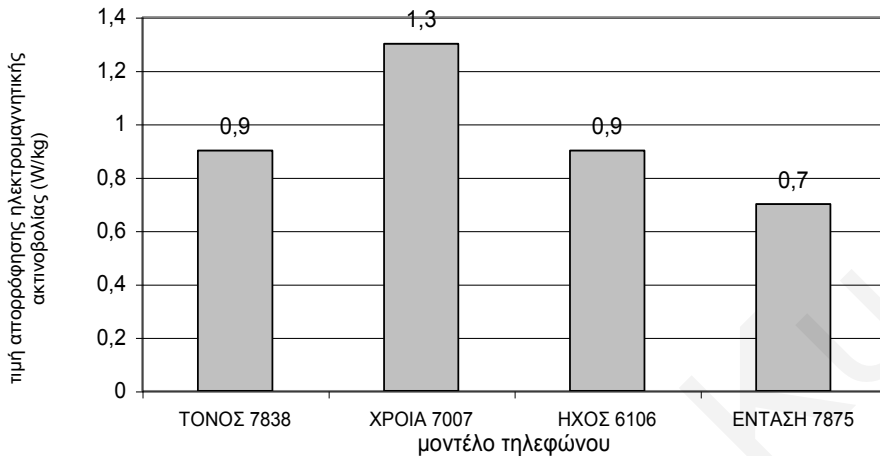
- **Πηγή Β:** Ο πιο κάτω πίνακας παρουσιάζει το ύψος των σκύλων:

ράτσα σκύλου	ύψος σκύλου
Μποξέρ	0,60 m
Κόλλευ	0,66 m
Λαμπρατόρ	0,54 m
Ντόπερμαν	0,70 m

Ποιο από τους πιο πάνω σκύλους πιστεύεις ότι πρέπει να επιλέξει η Γεωργία; Εξήγησε πώς έκανες την επιλογή σου.

ΕΡΓΟ 33: Ο Τηλέμαχος ήθελε να αγοράσει ένα καινούριο κινητό τηλέφωνο που να μην είναι επικίνδυνο για την υγεία του και να έχει και μεγάλη μνήμη. Γι' αυτό μελέτησε τα δεδομένα που παρουσιάζονται στις πιο κάτω πηγές:

- **Πηγή Α:** Η πιο κάτω γραφική παράσταση παρουσιάζει την τιμή απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (SAR) σε τέσσερα διαφορετικά μοντέλα κινητών τηλεφώνων:



Όσο πιο μικρή είναι η τιμή απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (SAR) τόσο πιο ακίνδυνο είναι για την υγεία.

- **Πηγή Β:** Ο πιο κάτω πίνακας παρουσιάζει το μέγεθος της κάρτας μνήμης στο κάθε μοντέλο τηλεφώνου:

Μοντέλο τηλεφώνου	Μέγεθος κάρτας μνήμης
TONOS 7838	80 MB
XPOIA 7007	120 MB
HXOS 6106	21 MB
ENTASIH 7875	10 MB

Ποιο μοντέλο κινητού τηλεφώνου πρέπει να επιλέξει ο Τηλέμαχος; Εξήγησε πώς έκανες την επιλογή σου.

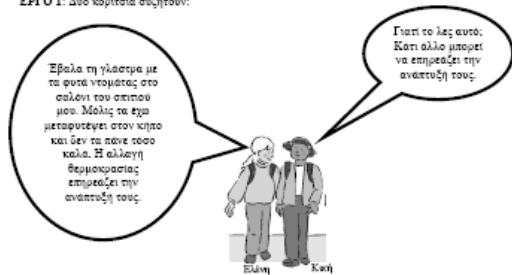
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Ευαγγελία Κυριακή

Σωστές απαντήσεις στα έργα αξιολόγησης δεξιοτήτων διερεύνησης

Έργο 1:

ΕΡΓΟ 1: Δύο κορίτσια συζητούν:



Διάβασε προσεκτικά τι είπαν τα δύο κορίτσια.

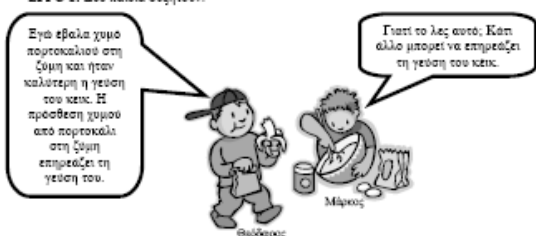
Με ποιο από τις δύο συμφωνείς; Εξήγησε γιατί συμφωνείς μαζί της.

σωστή απάντηση:

Συμφωνώ με την Κική, γιατί υπάρχουν άλλοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών ντομάτας όπως είναι για παράδειγμα το νερό, το φως, το είδος της ντομάτας, το είδος χώματος και η υγρασία.

Έργο 2:

ΕΡΓΟ 2: Δύο παιδιά συζητούν:



Διάβασε προσεκτικά τι είπαν τα δύο παιδιά.

Με ποιο από τα δύο συμφωνείς; Εξήγησε γιατί συμφωνείς μαζί του.

σωστή απάντηση:

Συμφωνώ με το Μάρκο, γιατί υπάρχουν άλλοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν τη γεύση του κέικ όπως είναι για παράδειγμα η ποσότητα άλλων συστατικών της ζύμης (ζάχαρη, αλεύρι, κτλ) και η θερμοκρασία ψήσιματος.

Έργο 3:

ΕΡΓΟ 3: Δύο παιδιά συζητούν:



Διάβασε προσεκτικά τι είπαν τα δύο παιδιά.

Με ποιο από τα δύο συμφωνείς; Εξήγησε γιατί συμφωνείς μαζί του.

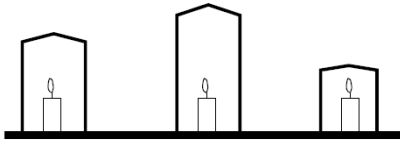
σωστή απάντηση:

Συμφωνώ με τη Γεωργία, γιατί υπάρχουν άλλοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την κύλιση των βολών όπως είναι για παράδειγμα η δύναμη που τους στρώχνω, το βάρος τους, το υλικό που είναι κατασκευασμένοι και το μέγεθός τους.

Έργο 4:

ΕΡΓΟ 4: Ο Πέτρος έκανε το ακόλουθο πείραμα:

Πήρε τρία ίδια κεριά και τα άναψε ταυτόχρονα. Ακολουθώς, τοποθέτησε πάνω από κάθε κεριά ένα δοχείο διαφορετικού όγκου και μετρήσε το χρόνο που χρειάστηκε το κάθε κεριά για να σβήσει.



Τι ήθελε να διερευνήσει ο Πέτρος με το πείραμά του;

σωστή απάντηση:

Ο όγκος του δοχείου επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να σβήσει ένα κεριά;

Έργο 5:

ΕΡΓΟ 5: Η Αντωνία έκανε το ακόλουθο πείραμα:

Τοποθέτησε τρία όμοια δοχεία με ίσες ποσότητες από αναψυκτικό, πορτοκαλάδα και νερό στο θάλαμο του ψυγείου της. Παρατήρησε το χρόνο που χρειάστηκε το καθένα για να μετατραπεί σε πάγο.



150 cm³ αναψυκτικό



150 cm³ πορτοκαλάδα



150 cm³ νερό

Τι ήθελε να διερευνήσει η Αντωνία με το πείραμά της;

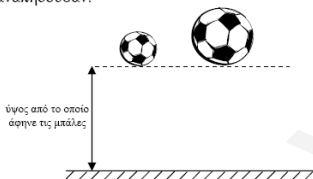
σωστή απάντηση:

Το είδος του υγρού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να μετατραπεί σε πάγο;

Έργο 6:

ΕΡΓΟ 6: Η Μυρτώ πήρε δύο μπάλες από ίδιο υλικό αλλά διαφορετικού μεγέθους.

Τις άφηνε να πέφτουν ελεύθερα από το ίδιο ύψος σε ξύλινο πάτωμα και μετρούσε το ύψος που αναπηδούσαν.



Τι ήθελε να διερευνήσει η Μυρτώ με το πείραμά της;

σωστή απάντηση:

Το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει το ύψος που αναπηδά;

Έργο 7:	σωστή απάντηση:
Η Ελένη θέλει να μάθει αν τα φυτά ντομάτας αναπτύσσονται πιο γρήγορα όταν τοποθετηθούν σε δωμάτιο με ψηλότερη θερμοκρασία. Ποια ή ποιες από τις πιο πάνω πειραματικές διατάξεις πρέπει να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση του πειράματός της; Εξήγησε πώς σκέφτηκες για να καταλήξεις στην επιλογή σου.	Να πάρει δύο ίδια φυτά ντομάτας (είδος, ύψος, γλάστρα, χώμα κτλ). Να τοποθετήσει το καθένα σε ξεχωριστό δωμάτιο με διαφορετική θερμοκρασία. Να τα ποτίζει με ίδια ποσότητα νερού και να παρατηρήσει το ρυθμό ανάπτυξής τους.
Έργο 8:	σωστή απάντηση:
Ο Θεόδωρος θέλει να μάθει αν η πρόσθεση σοκολάτας στη ζύμη του κέικ το κάνει πιο αφράτο. Ποια ή ποιες από τις πιο πάνω πειραματικές διατάξεις πρέπει να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση του πειράματός του; Εξήγησε πώς σκέφτηκες για να καταλήξεις στην επιλογή σου.	Να φτιάξει δύο όμοια κέικ. Στο ένα να προσθέσει σοκολάτα. Να τα ψήσει στην ίδια θερμοκρασία και στον ίδιο χρόνο. Στο τέλος να παρατηρήσει ποιο από τα δύο είναι το πιο αφράτο.
Έργο 9:	σωστή απάντηση:
Ο Κωνσταντίνος θέλει να μάθει αν τα αυτοκινητάκια κυλούν πιο εύκολα με πλαστικούς τροχούς. Ποια ή ποιες από τις πιο πάνω πειραματικές διατάξεις πρέπει να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση του πειράματός του; Εξήγησε πώς σκέφτηκες για να καταλήξεις στην επιλογή σου.	Να πάρει δύο όμοια αυτοκινητάκια (βάρος, μέγεθος κτλ). Το ένα να έχει πλαστικούς τροχούς και το άλλο τροχούς από άλλο υλικό. Να τα αφήσει να κυλήσουν σε κεκλιμένο επίπεδο, σε ίδιου είδους επιφάνεια και να μετρήσει το χρόνο που χρειάζεται για να διανύσουν τη συγκεκριμένη απόσταση.

Έργο 10:

ΕΡΓΟ 10: Η Ευτυχία πιστεύει ότι η ποσότητα του νερού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να διαλυθεί η ζάχαρη σ' αυτό. Για να διερευνήσει αυτό που πιστεύει πρέπει να οργανώσει ένα πείραμα χρησιμοποιώντας όσες από τις πιο κάτω πειραματικές διατάξεις χρειάζονται.



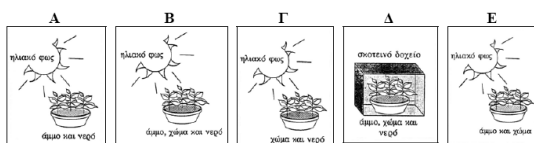
Ποια ή ποιες από τις πιο πάνω πειραματικές διατάξεις πρέπει να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση του πειράματός της; Εξήγησε πώς σκέφτηκε για να καταλήξεις στην επιλογή σου.

σωστή απάντηση:

Θα πρέπει να χρησιμοποιήσει τις πειραματικές διατάξεις Α και Δ, γιατί με αυτό τον τρόπο μεταβάλλεται η ποσότητα του νερού, αλλά διατηρείται σταθερή η ποσότητα της ζάχαρης.

Έργο 11:

ΕΡΓΟ 11: Ο Δημήτρης πιστεύει ότι για να αναπτυχθούν σωστά τα φυτά, πρέπει να υπάρχει άμμος μέσα στο χόμα. Για να διερευνήσει αυτό που πιστεύει πρέπει να οργανώσει ένα πείραμα χρησιμοποιώντας όσες από τις πιο κάτω πειραματικές διατάξεις χρειάζονται.



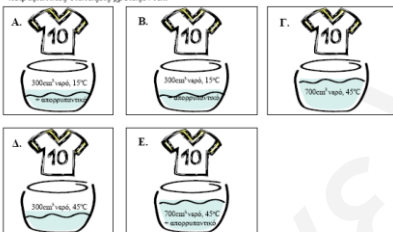
Ποια ή ποιες από τις πιο πάνω πειραματικές διατάξεις πρέπει να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση του πειράματός του; Εξήγησε πώς σκέφτηκε για να καταλήξεις στην επιλογή σου.

σωστή απάντηση:

Θα πρέπει να χρησιμοποιήσει τις πειραματικές διατάξεις Β και Γ, γιατί στη μια υπάρχει η άμμος ενώ στην άλλη δεν υπάρχει. Όλα τα υπόλοιπα στοιχεία (φως, χώμα, νερό και φυτό διατηρούνται σταθερά).

Έργο 12:

ΕΡΓΟ 12: Η κάρια Ελισάβετ πιστεύει ότι οι φανέλες του γου της καθαρίζουν πιο εύκολα όταν προσθέσει απορρυπαντικό στην μπουγάδα. Για να διερευνήσει αυτό που πιστεύει πρέπει να οργανώσει ένα πείραμα χρησιμοποιώντας όσες από τις πιο κάτω πειραματικές διατάξεις χρειάζονται.



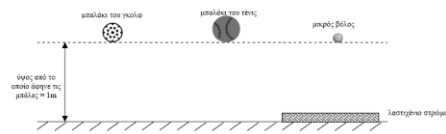
Ποια ή ποιες από τις πιο πάνω πειραματικές διατάξεις πρέπει να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση του πειράματός της; Εξήγησε πώς σκέφτηκε για να καταλήξεις στην επιλογή σου.

σωστή απάντηση:

Θα πρέπει να χρησιμοποιήσει τις πειραματικές διατάξεις Γ και Ε, γιατί στη μια υπάρχει απορρυπαντικό ενώ στην άλλη δεν υπάρχει. Επίσης, η ποσότητα και η θερμοκρασία του νερού διατηρούνται σταθερά.

Έργο 13:

ΕΡΓΟ 13: Ο Πέτρος ήθελε να διερευνήσει αν το είδος της μπάλας επηρεάζει το ύψος που αναπηδά όταν κτυπηθεί στο πάτωμα. Πήρε ένα μπαλάκι του γκολφ, ένα μπαλάκι του τένις και ένα μικρό βόλο. Άφησε τις μπάλες να πέσουν από το ίδιο ύψος, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα:



Μετράει το ύψος που αναπηδούσε η κάθε μπάλα.

Πιστεύεις ότι το πείραμα που έκανε είναι έγκυρο (όχιαι); _____
Αν **ναι**, εξήγησε πώς το ξέρεις. Αν **όχι**, εξήγησε πώς το σκέφτηκες.

ωσστή απάντηση:

Το πείραμα δεν είναι έγκυρο, γιατί κάτω από το βόλο τοποθέτησε λαστικό στρώμα. Θα πρέπει να αφαιρέσει το στρώμα ή να τοποθετήσει λαστικό στρώμα κάτω από όλες τις μπάλες.

Έργο 14:

ΕΡΓΟ 14: Η Ελένη ήθελε να διερευνήσει αν το είδος του υγρού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να πήξει. Για να το διαπιστώσει αυτό πήρε δύο όμοια ποτήρια, έβαλε στο ένα 200 ml νερό και στο άλλο 250 ml πορτοκαλάδα όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα:



Τα τοποθέτησε στο θάλαμο του ψυγείου της και παρατήρησε ποιο από τα δύο υγρά μετατράπηκε σε πάγο πρώτο.

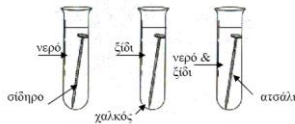
Πιστεύεις ότι το πείραμα που έκανε είναι έγκυρο (όχιαι); _____
Αν **ναι**, εξήγησε πώς το ξέρεις. Αν **όχι**, εξήγησε πώς το σκέφτηκες.

ωσστή απάντηση:

Το πείραμα δεν είναι έγκυρο, γιατί η ποσότητα των δύο υγρών είναι διαφορετική. Θα πρέπει να βάλει την ίδια ποσότητα νερού και πορτοκαλάδας σε κάθε δοχείο.

Έργο 15:

ΕΡΓΟ 15: Η Μαρίνα ήθελε να διερευνήσει αν το είδος του καρφού επηρεάζει το χρόνο που σκουριάζει. Για να το διαπιστώσει αυτό πήρε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες. Έβαλε στον πρώτο ένα σιδερένιο καρφί, στο δεύτερο ένα γαλκίνο καρφί και στον τρίτο ένα ασάλινο καρφί. Στη συνέχεια έβαλε νερό στον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα, ζιόδι στο δεύτερο σωλήνα και νερό μαζί με ζιόδι στον τρίτο σωλήνα.



Άφησε τους τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες στην κουζίνα για μια εβδομάδα και στο τέλος παρατήρησε σε ποιους από τους τρεις το καρφί είχε σκουριάσει.

Πιστεύεις ότι το πείραμα που έκανε είναι έγκυρο (όχιαι); _____
Αν **ναι**, εξήγησε πώς το ξέρεις. Αν **όχι**, εξήγησε πώς το σκέφτηκες.

ωσστή απάντηση:

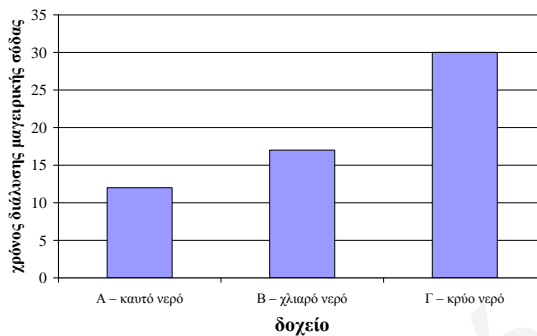
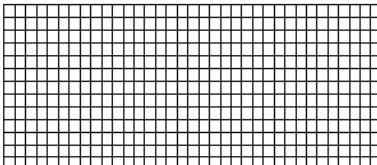
Το πείραμα δεν είναι έγκυρο, γιατί έβαλε διαφορετικό υγρό σε κάθε δοχείο. Θα πρέπει να βάλει το ίδιο είδος υγρού σε κάθε δοχείο.

Έργο 16: **σωστή απάντηση:**

ΕΡΓΟ 16: Η Μαρίνα γέμισε τρία ομοία δοχεία με νερό διαφορετικής θερμοκρασίας στο κάθε ένα. Μέτρησε το χρόνο που χρειάζεται να διαλυθούν δύο κουταλάκια μαγειρικής σόδας σε κάθε δοχείο. Κατέγραψε τις μετρήσεις της σε πίνακα:

Δοχείο	Χρόνος διάλυσης μαγειρικής σόδας
A – καυτό νερό	12 δευτερόλεπτα
B – χλιαρό νερό	17 δευτερόλεπτα
Γ – κρύο νερό	30 δευτερόλεπτα

Ήθελε να παρουσιάσει τα αποτελέσματα σε γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω:

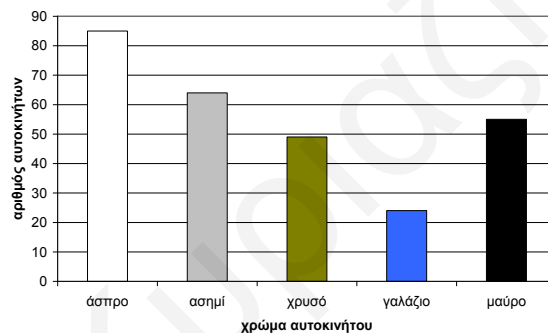
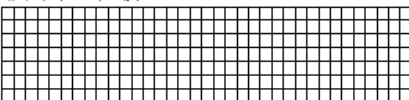


Έργο 17: **σωστή απάντηση:**

ΕΡΓΟ 17: Ο Λεωνίδας κατέγραψε τα χρώμα των αυτοκινήτων που πέρασαν από συγκεκριμένο σημείο στη Δευκωσία σε διάρκεια τεσσάρων ωρών. Κατέγραψε τις μετρήσεις του στον πιο κάτω πίνακα:

Χρώμα αυτοκινήτου	Αριθμός αυτοκινήτων
άσπρο	85
ασημί	64
χρυσό	49
γαλάζιο	24
μαύρο	55

Ήθελε να παρουσιάσει τα δεδομένα σε γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω:

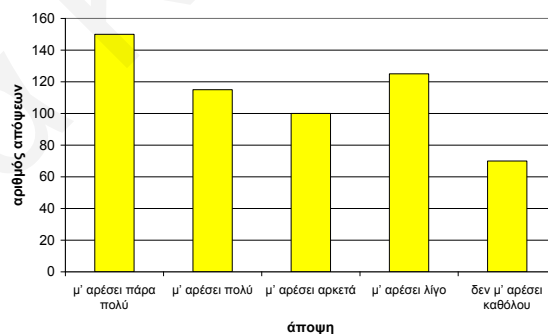
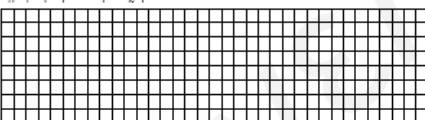


Έργο 18: **σωστή απάντηση:**

ΕΡΓΟ 18: Η Λουκία κατέγραψε τις απόψεις του κόσμου για το νέο πάρκο που κτίστηκε στην πόλη. Στη συνέχεια οργάνωσε τα δεδομένα που συνέλεξε σε πίνακα:

άποψη	αριθμός απόψεων
μ' αρέσει πάρα πολύ	150
μ' αρέσει πολύ	115
μ' αρέσει αρκετά	100
μ' αρέσει λίγο	125
δεν μ' αρέσει καθόλου	70

Ήθελε να παρουσιάσει τα δεδομένα σε γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω:



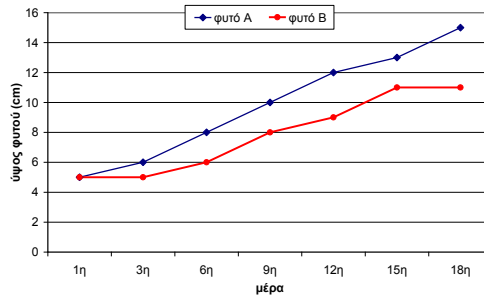
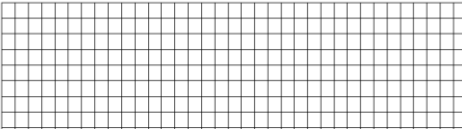
Έργο 19:

ωστή απάντηση:

ΕΡΓΟ 19: Ο Σίμος πήρε δύο φυτά φυτεμένα σε γλάστρες. Τοποθέτησε το ένα στη σκιά και το άλλο στο φως. Κατέγραψε το ύψος των φυτών όπως φαίνεται στον πιο κάτω πίνακα:

μέρα	1 ^η	3 ^η	6 ^η	9 ^η	12 ^η	15 ^η	18 ^η
φυτού Α	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm	13 cm	15 cm
φυτού Β	5 cm	5 cm	6 cm	8 cm	9 cm	11 cm	11 cm

Ήθελε να παρουσιάσει τα αποτελέσματα σε γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω



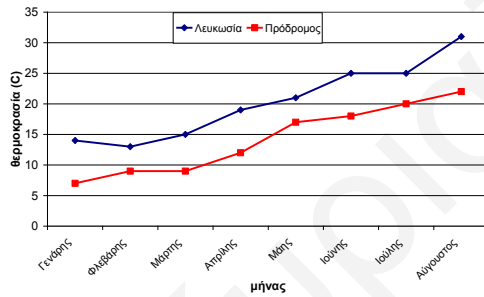
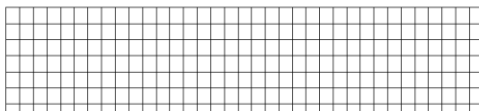
Έργο 20:

ωστή απάντηση:

ΕΡΓΟ 20: Ο Μιχάλης πήρε στοιχεία από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου σχετικά με τη μέση θερμοκρασία που καταμετρήθηκε στη Λευκωσία και τον Πρόδρομο για τους μήνες Ιανουάριο – Αύγουστο. Οργάνωσε τα δεδομένα σε πίνακα:

Μήνας	Γενάρης	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιουλίου	Αύγουστος
Λευκωσία	14 °C	13 °C	15 °C	19 °C	21 °C	25 °C	25 °C	31 °C
Πρόδρομος	7 °C	9 °C	9 °C	12 °C	17 °C	18 °C	20 °C	22 °C

Ήθελε να παρουσιάσει τα δεδομένα σε γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω:



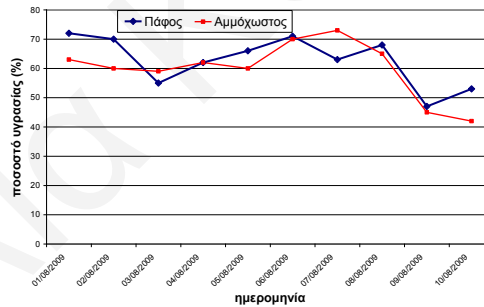
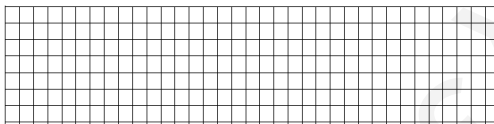
Έργο 21:

ωστή απάντηση:

ΕΡΓΟ 21: Η Μετεωρολογική Υπηρεσία μετρήσε τη σχετική υγρασία στην Πάφο και την Αμμόχωστο, τις πρώτες δέκα μέρες του Αυγούστου. Τα δεδομένα καταγράφηκαν σ' ένα πίνακα:

μέρα	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8	9/8	10/8
Πάφος	72 %	70 %	55 %	62 %	66 %	71 %	63 %	68 %	47 %	53 %
Αμμόχωστος	63 %	60 %	59 %	62 %	60 %	70 %	73 %	65 %	45 %	42 %

Ήθελαν να παρουσιάσουν τα δεδομένα γραφική παράσταση. Κατασκεύασε μια γραφική παράσταση στο χώρο που σου δίνεται πιο κάτω:



Έργο 22:

ΕΡΓΟ 22: Ένας προπονητής επέλεξε τους πιο κάτω αθλητές για να συμμετάσχουν στον τελικό αγώνα μιας ανδρικής ομάδας. Στον αγώνα, οι **καλαθοσφαιριστές Β και Γ** δεν απείδεσαν κανονιστικά. Κοιτάζε προσεκτικά τις πληροφορίες που δίνονται για τον καθένα στον πίνακα.

Ο προπονητής πιστεύει ότι κάτι επηρέασε την απόδοσή τους.

					
Ηλικία	24 χρονών	23 χρονών	22 χρονών	23 χρονών	23 χρονών
Μάρκα παπουτσιών	Λαστέζ	Αθλον	Τρεγάλα	Λαστέζ	Αθλον
Ημερήσια προπόνηση	4 ώρες	2 ώρες	2 ώρες	3 ώρες	3 ώρες
Έσφαγαν πριν το παιχνίδι	σουβλάκια	σάντουιτς	σάντουιτς	σάντουιτς	σουβλάκια

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα, τι νομίζεις ότι επηρέασε την απόδοσή των αθλητών; Εξήγησε πώς σκέφτηκες την απάντησή σου.


σωστή απάντηση:

Η απόδοση των αθλητών επηρεάστηκε από τις ώρες προπόνησής τους. Είναι οι μόνοι που προπονήθηκαν 2 ώρες. Η ηλικία, η μάρκα παπουτσιών και το φαί πριν από το παιχνίδι δεν επηρέασαν, γιατί υπάρχουν κι άλλοι καλαθοσφαιριστές με τα ίδια χαρακτηριστικά οι οποίοι είχαν καλή απόδοση στο παιχνίδι.

Έργο 23:

ΕΡΓΟ 23: Ο Λευτέρης αγόρασε 5 παγωτά για να κερδίσει τους φίλους του που θα έρχονταν στο σπίτι του το απόγευμα για να διαβάσουν. Τα τοποθέτησε στο θάλαμο του ψυγείου στο σπίτι του για 2 ώρες. Όταν ήρθε η στιγμή για να φάνε τα παγωτά, πρόσεξε ότι τα παγωτά που προορίζονταν για το Δημήτρη και τον Αλέκο ήταν ήδη λιωμένα.

Οι 5 φίλοι έφτιαξαν τον πιο κάτω πίνακα για να ανακαλύψουν για ποιο λόγο έλιωσαν τα 2 παγωτά.

					
Είδος παγωτού	Λευτέρης	Δημήτρης	Αλέκος	Αντρέας	Κώστας
Γεύση	σοκολάτα	φράουλα	σοκολάτα	φράουλα	σοκολάτα
Χρώμα περιτυλίγματος	κόκκινο	κόκκινο	κόκκινο	κίτρινο	άσπρο
Μάζα παγωτού	100 g	80 g	80 g	60 g	70 g
Τιμή παγωτού	85 σ.	60σ.	60σ.	50σ.	60σ.






Με βάση τα δεδομένα του πίνακα, τι νομίζεις ότι επηρέασε το χρόνο που χρειάστηκε για να λιώσουν τα παγωτά. Εξήγησε πώς σκέφτηκες την απάντησή σου.

σωστή απάντηση:

Τα παγωτά του Δημήτρη και του Αλέκου έλιωσαν γιατί μόνο αυτά τα δύο έχουν μάζα 80g. Η γεύση, το χρώμα περιτυλίγματος και η τιμή του παγωτού δεν επηρεάζουν γιατί υπάρχουν άλλα παγωτά με τα ίδια χαρακτηριστικά, τα οποία δεν έλιωσαν.

Έργο 24:

ΕΡΓΟ 24: Ο Γιώργος έψαχνε δοχεία που επιπλέουν στο νερό. Για το σκοπό αυτό πήρε πέντε δοχεία και δοκίμασε αν επιπλέουν ή βυθίζονται σ' ένα κουβά γεμάτο με νερό. Παρατήρησε ότι τα **δοχεία Γ και Ε** βυθίζονται στο νερό. Κοιτάζε προσεκτικά τις πληροφορίες που συγκέντρωσε στον πίνακα για κάθε δοχείο. Ο Γιώργος πιστεύει ότι κάτι επηρεάζει τη βύθιση των δύο δοχείων.

					
ΔΟΧΕΙΟ	A	B	Γ	Δ	Ε
χρώμα δοχείου	πράσινο	κίτρινο	πράσινο	γαλάζιο	πράσινο
μάζα δοχείου	300 g	100 g	200 g	100 g	200 g
χωρητικότητα στο νερό	500 cm ³	250 cm ³	100 cm ³	250 cm ³	250 cm ³
	επιπλέει	επιπλέει	βυθίζεται	επιπλέει	βυθίζεται

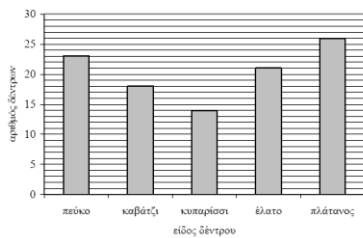
Με βάση τα δεδομένα του πίνακα, τι νομίζεις ότι επηρέασε τη βύθιση / πλεύση των δοχείων; Εξήγησε πώς σκέφτηκες την απάντησή σου.

σωστή απάντηση:

Τα δοχεία Γ και Ε βυθίστηκαν γιατί είναι τα μόνα δύο που έχουν μάζα 200g. Το χρώμα του δοχείου και η χωρητικότητα δεν επηρεάζουν τη βύθισή τους γιατί τα υπόλοιπα δοχεία έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά και δεν βυθίστηκαν.

Έργο 25:

ΕΡΓΟ 25: Τα παιδιά στην τάξη του Λοΐζου πραγματοποίησαν επίσκεψη στο δάσος και κατέγραψαν τον αριθμό των δασικών δέντρων που συνάντησαν. Στη συνέχεια κατασκεύασαν μια γραφική παράσταση με τις μετρήσεις τους:



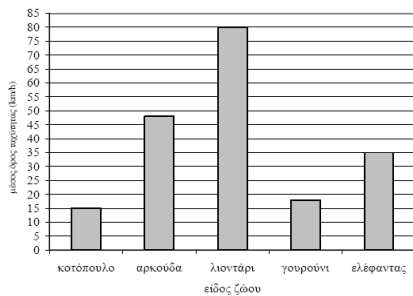
Πόσα και ποια είδη δέντρων είναι περισσότερα από το έλατο; Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

σωστή απάντηση:

Τα πεύκα και οι πλάτανοι είναι περισσότεροι από τα έλατα. Τα έλατα είναι 21, ενώ τα πεύκα είναι 23 και οι πλάτανοι είναι 26.

Έργο 26:

ΕΡΓΟ 26: Ο Αντρέας βρήκε πληροφορίες για το μέσο όρο ταχύτητας διαφόρων ζώων. Στη συνέχεια, κατασκεύασε την πιο κάτω γραφική παράσταση για να παρουσιάσει τα δεδομένα του:



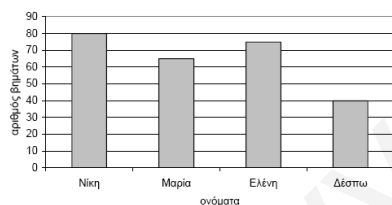
Πόσα και ποια ζώα είναι γρηγορότερα από τον ελέφαντα; Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

σωστή απάντηση:

Η αρκούδα και το λιοντάρι είναι πιο γρήγορα από τον ελέφαντα. Ο ελέφαντας έχει ταχύτητα 35km/h, ενώ η αρκούδα έχει 47 km/h και το λιοντάρι 80 km/h.

Έργο 27:

ΕΡΓΟ 27: Η γραφική παράσταση παρουσιάζει τον αριθμό των βημάτων που χρειάστηκαν τέσσερα κορίτσια για να διανύσουν ένα διάδρομο.



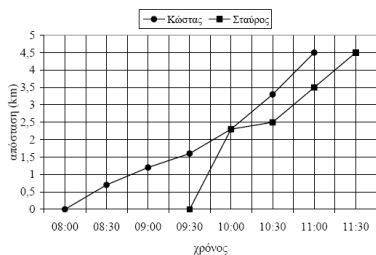
Πόσα και ποια κορίτσια κάνουν περισσότερα βήματα από την Ελένη για να φτάσουν στο τέρμα του διαδρόμου; Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

σωστή απάντηση:

Η Νίκη κάνει περισσότερα βήματα από την Ελένη για να φτάσει μέχρι το τέρμα του διαδρόμου. Η Ελένη χρειάστηκε 75 βήματα, ενώ η Νίκη χρειάστηκε 80 βήματα για να διανύσει το διάδρομο.

Έργο 28:

ΕΡΓΟ 28: Η γραφική παράσταση παρουσιάζει την απόσταση και το χρόνο σε μια πεζοπορία που έκαναν ο Σταύρος και ο Κώστας. Οι δύο φίλοι ξεκίνησαν από το ίδιο μέρος και περπάτησαν στην ίδια κατεύθυνση.



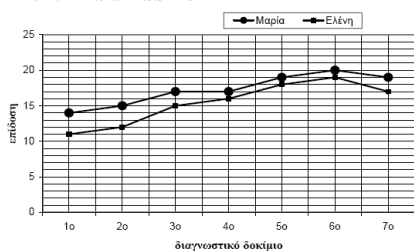
Ποιος από τους δύο φίλους ήταν ο πιο γρήγορος; Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

σωστή απάντηση:

Ο Σταύρος ήταν πιο γρήγορος γιατί ξεκίνησε στις 9:30 και τερμάτισε στις 11:30. Δηλαδή χρειάστηκε 2 ώρες. Ο Κώστας ξεκίνησε στις 8:00 και τερμάτισε στις 11:00, δηλαδή χρειάστηκε 3 ώρες.

Έργο 29:

ΕΡΓΟ 29: Η γραφική παράσταση παρουσιάζει την επίδοση δύο μαθητριών, της Μαρίας και της Ελένης, σε 7 διαγνωστικά δοκίμια στην επιστήμη που απάντησαν κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς.



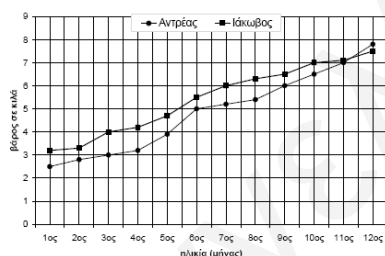
Ποια από τις δύο μαθήτριες έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση στην επίδοσή της στα διαγνωστικά δοκίμια. Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

σωστή απάντηση:

Η Ελένη έκανε μεγαλύτερη βελτίωση, γιατί η χαμηλότερη επίδοσή της ήταν 11 και η ψηλότερη ήταν 19. Δηλαδή βελτιώθηκε κατά 8 μονάδες. Η χαμηλότερη επίδοση της Μαρίας ήταν 14 και η ψηλότερη ήταν 20, δηλαδή είχε βελτίωση 6 μονάδες.

Έργο 30:

ΕΡΓΟ 30: Η Κατερίνα κατέγραψε την μεταβολή του βάρους των δύο αδελφών παιδιών της, του Αντρέα και του Ιάκωβου τους πρώτους δώδεκα μήνες. Στη συνέχεια κατασκεύασε την πιο κάτω γραφική παράσταση:



Ποιο από τα δύο παιδιά έκανε τη μεγαλύτερη διαφορά στο βάρος του. Εξήγησε ποια δεδομένα από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησες για να σκεφτείς την απάντησή σου.

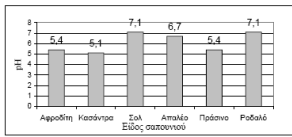
σωστή απάντηση:

Ο Αντρέας έκανε μεγαλύτερη διαφορά βάρους, γιατί τον 1^ο μήνα ήταν 2,5kg και 12^ο μήνα έφτασε στα 8,0kg. Δηλαδή είχε διαφορά 5,5kg. Ο Ιάκωβος τον 1^ο μήνα ήταν 3,1kg, ενώ το 12^ο μήνα ήταν 8,5kg, δηλαδή είχε διαφορά 5,4kg.

Έργο 31:

ΕΡΓΟ 31: Η κυρία Μέρπη ήθελε να επιλέξει ένα σαπούνι που να προστατεύει το δέρμα της και να είναι και φθινό. Γι' αυτό μελέτησε τις πιο κάτω πηγές:

> Πηγή Α: Η γραφική παράσταση παρουσιάζει το δείκτη οξύτητας των σαπουνιών (pH):



Όσο πιο κοντά στο 5,5 είναι ο δείκτης οξύτητας (pH) ενός σαπουνιού τόσο πιο καλό είναι το σαπούνι για το δέρμα σου.

> Πηγή Β: Ο πιο κάτω πίνακας παρουσιάζει τις τιμές των σαπουνιών:

Είδος Σαπουνιού	Τιμή 100 γραμμαρίων
Κασάντρα	56 σ
Αρωδίτη	43 σ
Απαλό	41 σ
Πράσινο	39 σ
Σόλ	50 σ
Ροδαλό	49 σ

Ποιο από τα πιο πάνω σαπούνια πιστεύεις ότι πρέπει να επιλέξει η κυρία Μέρπη; Εξήγησε πώς έκανες την επιλογή σου.

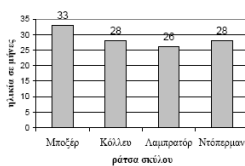
σωστή απάντηση:

Θα πρέπει να επιλέξει το Πράσινο, γιατί έχει δείκτη οξύτητας 5,4 όπως και το Αφροδίτη. Όμως το Πράσινο είναι το πιο φθινό σαπούνι, στοιχίζει 39σ.

Έργο 32:

ΕΡΓΟ 32: Η Γεωργία ήθελε να αγοράσει ένα σκύλο που να μην χρειάζεται πολλή τροφή και να είναι ψηλό. Στο κατάστημα ζώων έπρεπε να επιλέξει μεταξύ τεσσάρων σκύλων διαφορετικής ράτσας. Βάσει των στοιχείων που δίνονται στις πιο κάτω πηγές:

> Πηγή Α: Η πιο κάτω γραφική παράσταση παρουσιάζει την ηλικία κάθε σκύλου σε μήνες:



Όσο πιο μικρός σε ηλικία είναι ένας σκύλος τόσο πιο λίγη τροφή χρειάζεται.

> Πηγή Β: Ο πιο κάτω πίνακας παρουσιάζει το ύψος των σκύλων:

ράτσα σκύλου	ύψος σκύλου
Μπόξερ	0,60 m
Κόλλευ	0,66 m
Λαμπρατόρ	0,54 m
Ντόπερμαν	0,70 m

Ποιο από τους πιο πάνω σκύλους πιστεύεις ότι πρέπει να επιλέξει η Γεωργία; Εξήγησε πώς έκανες την επιλογή σου.

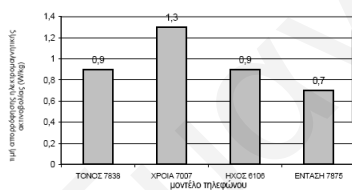
σωστή απάντηση:

Θα πρέπει να επιλέξει το Ντόπερμαν, γιατί είναι 28 μηνών όπως και το Κόλλευ. Όμως το Ντόπερμαν είναι το ψηλότερο σκυλί, έχει ύψος 0,70m. Το Λαμπρατόρ είναι πιο μικρό σε ηλικία (26 μηνών), αλλά είναι το πιο κοντό (0,54m).

Έργο 33:

ΕΡΓΟ 33: Ο Τηλέμαχος ήθελε να αγοράσει ένα καινούριο κινητό τηλέφωνο που να μην είναι επικίνδυνο για την υγεία του και να έχει και μεγάλη μνήμη. Γι' αυτό μελέτησε τα δεδομένα που παρουσιάζονται στις πιο κάτω πηγές:

> Πηγή Α: Η πιο κάτω γραφική παράσταση παρουσιάζει την τιμή απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (SAR) σε τέσσερα διαφορετικά μοντέλα κινητών τηλεφώνων:



Όσο πιο μικρή είναι η τιμή απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (SAR) τόσο πιο ασφαλές είναι για την υγεία.

> Πηγή Β: Ο πιο κάτω πίνακας παρουσιάζει το μέγεθος της κάρτας μνήμης στο κάθε μοντέλο τηλεφώνου:

Μοντέλο τηλεφώνου	Μέγεθος κάρτας μνήμης
ΤΟΝΟΣ 7838	80 MB
ΧΡΟΙΑ 7007	120 MB
ΗΧΟΣ 6106	21 MB
ΕΝΤΑΣΗ 7875	10 MB

Ποιο μοντέλο κινητού τηλεφώνου πρέπει να επιλέξει ο Τηλέμαχος; Εξήγησε πώς έκανες την επιλογή σου.

σωστή απάντηση:

Θα πρέπει να επιλέξει το ΤΟΝΟΣ 7838, γιατί έχει τιμή απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας 0,9 όπως και το ΗΧΟΣ 6106. Όμως το ΤΟΝΟΣ 7838 έχει μεγαλύτερη κάρτα μνήμης (80MB). Το ΕΝΤΑΣΗ 7875 που έχει τη μικρότερη τιμή απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έχει το μικρότερο μέγεθος κάρτας μνήμης (10MB). Το ΧΡΟΙΑ 7007 που έχει τη μεγαλύτερη κάρτα μνήμης, έχει τη ψηλότερη τιμή απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

ΕυαγγελιαΚκυριαζή

Τυπικές απαντήσεις στο εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης από το δείγμα 1 (n=337)

Πίνακας Π4.1.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 1 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, θεωρώντας απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχο	«συμφωνώ με την Κική γιατί υπάρχουν τόσοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών ντομάτας. Για παράδειγμα μπορεί το είδος του χώματος που είναι φυτεμένα να επηρεάζει την ανάπτυξή τους» (11), «συμφωνώ μαζί με την Κική. Γιατί αλλάζουν πολλά πράγματα όταν αλλάζει ένα φυτό μέσα στην γλάστρα και πηγαίνει να φυτευτεί μέσα στο χώμα: 1. το χώμα, 2. κατά πόσο το έπιανε ο ήλιος κτλ» (285), «συμφωνώ με την Κική γιατί υπάρχουν κι άλλοι παράγοντες οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν το φυτό. Για παράδειγμα, η ποσότητα του ήλιου και της υγρασίας» (337)
επίπεδο III Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς ωστόσο να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	«συμφωνώ και με τις δύο. Η Ελένη μπορεί να έχει δίκαιο γιατί η αλλαγή θερμοκρασίας μπορεί να επηρεάζει την ανάπτυξη τους. Η Κική μπορεί να έχει δίκαιο γιατί το χώμα, οι καιρικές συνθήκες, το περιβάλλον ή και άλλοι παράγοντες μπορεί να επηρεάσαν την ανάπτυξή τους» (1), «συμφωνώ με την Ελένη, αλλά ταυτόχρονα συμφωνώ και με την Κική, γιατί ταυτόχρονα υπάρχουν άλλα πράγματα που επηρεάζουν την ανάπτυξη του φυτού όπως οι καιρικές συνθήκες» (268), «συμφωνώ και με τις 2 επειδή δεν ευθύνεται μόνο η θερμοκρασία, αλλά και το έδαφος, ο τρόπος που τα μεταφύτεψε κι άλλα πολλά» (302)
επίπεδο II Αναγνωρίζει ότι κάποιες μεταβλητές σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς να αναφέρεται σε συγκεκριμένες ή να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	«εγώ συμφωνώ με την Κική, γιατί όχι μόνο η αλλαγή θερμοκρασίας μπορεί να επηρεάσε την ανάπτυξη αλλά και άλλο πράγμα» (82), «συμφωνώ με την Κική, γιατί μπορεί να έχει τη σωστή θερμοκρασία και να φταίει κάτι άλλο» (103), «συμφωνώ και με τους δύο γιατί έχει κι άλλα πράγματα που επηρεάζουν την ανάπτυξη» (247)
επίπεδο I Αναγνωρίζει μεταβλητές βάσει προηγούμενης εμπειρίας. Δέχεται ή απορρίπτει την επίδραση μιας μεταβλητής χωρίς να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό της έλεγχο	«Εγώ συμφωνώ με την Ελένη, γιατί η αλλαγή θερμοκρασίας επηρεάζει την ανάπτυξή τους και επίσης όταν αλλάζει ο καιρός χαλάνε» (16), «Συμφωνώ και με τις δύο, γιατί αν και το ότι άλλαξε θερμοκρασία παίζει ρόλο για το φυτό, δεν είναι τόσο μεγάλη η αλλαγή για να το επηρεάσει πολύ, έτσι κάτι άλλο θα φταίει» (137), «συμφωνώ με την Ελένη, γιατί το φυτό συνήθισε με πιο δροσερή θερμοκρασία ενώ όταν το επηρεάζει ο ήλιος δεν αναπτύσσεται» (241)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση, δεν αναγνωρίζει μεταβλητές ή δικαιολογεί τα λεγόμενα των παιδιών	«συμφωνώ με την Ελένη, γιατί μπορεί να ήταν έξω η θερμοκρασία πιο ψηλή» (51), «συμφωνώ με την Κική είναι πιο λογικό» (111), «συμφωνώ με την Κική, γιατί η Ελένη είχε το φυτό της στο σαλόνι για λίγη ώρα πριν και μετά τα φύτεψε στον κήπο της» (319)

Πίνακας Π4.2.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 2 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, θεωρώντας απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχο	«συμφωνώ με το Μάρκο, γιατί μπορεί να επηρεάζει κάτι άλλο όπως η ζάχαρη στη ζύμη» (91), «Συμφωνώ με το Μάρκο. Μπορεί να το έβαλε σε διαφορετική θερμοκρασία στο φούρνο και με διαφορετικά υλικά. Έπρεπε να ψήσει λίγο κέικ με πορτοκάλι και λίγο χωρίς για να κάνει σωστό πείραμα» (272), «Συμφωνώ με το Μάρκο γιατί ο Θεόδωρος έφτιαξε μόνο ένα κέικ που είχε καλύτερη γεύση από το προηγούμενο, αλλά δεν ξέρουμε αν αυτό έγινε επειδή έβαλε χυμό πορτοκάλι. Μπορεί να μην παίζει ρόλο ο χυμός, απλά να άλλαξε τις αναλογίες» (331)
επίπεδο III Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς ωστόσο να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	«Θεόδωρο. Συμφωνώ μαζί του γιατί έβαλε χυμό πορτοκαλιού στη ζύμη και το κέικ έγινε καλύτερο. Έτσι μας λέει πως άλλαξε έναν παράγοντα και το κέικ έγινε καλύτερο. Ταυτόχρονα όμως δε μας λέει με σιγουριά τι άλλαξε άρα μπορεί να μην είναι αυτό που άλλαξε το κέικ. Άρα συμφωνώ και με το Μάρκο» (2), «ο Μάρκος υποστηρίζει ότι κάτι άλλο επηρεάζει τη γεύση του κέικ και έχει κάποιο δίκαιο γιατί τα αυγά, η φαρίνα, η βανίλια και το κονιάκ ακόμα και η σοκολάτα αλλάζει τη γεύση του, όμως συμφωνώ και με το Θεόδωρο γιατί ο χυμός πορτοκαλιού κάνει το κέικ πιο ωραίο» (139), «δεν συμφωνώ με κανένα γιατί εξαρτάται από την ποσότητα του χυμού στο κέικ. Επίσης είναι σχετικό το τι θεωρεί κάποιος μια γεύση καλή ή καλύτερη από μια άλλη. Δεν ξέρουμε αν ο χυμός πορτοκαλιού ήταν ο μόνος παράγοντας που άλλαξε, άρα δεν έχουμε αρκετές πληροφορίες» (296)
επίπεδο II Αναγνωρίζει ότι κάποιες μεταβλητές σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς να αναφέρεται σε συγκεκριμένες ή να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	«συμφωνώ με το Μάρκο γιατί μπορεί κάτι άλλο να επηρεάζει τη γεύση του κέικ» (61), «με το Μάρκο γιατί δεν είναι μόνο το πορτοκάλι που κάνει τη διαφορά γεύσης αλλά και πολλά άλλα υλικά» (236), «συμφωνώ με το Μάρκο γιατί έχει δίκαιο μπορεί να το επηρεάζει κάτι άλλο» (320)
επίπεδο I Αναγνωρίζει μεταβλητές βάσει προηγούμενης εμπειρίας. Δέχεται ή απορρίπτει την επίδραση μιας μεταβλητής χωρίς να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό της έλεγχο	«Εγώ συμφωνώ με το Μάρκο γιατί μπορεί να επηρεάζει κάτι άλλο όπως η χαλασμένη σοκολάτα» (35), «Συμφωνώ με το Θεόδωρο γιατί η γεύση του πορτοκαλιού είναι ωραία» (105), «Συμφωνώ με το Θεόδωρο γιατί το πορτοκάλι έχει διαφορετική γεύση κι έτσι αλλάζει η γεύση του κέικ» (232)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση, δεν αναγνωρίζει μεταβλητές ή δικαιολογεί τα λεγόμενα των παιδιών	«συμφωνώ με το Μάρκο γιατί δεν έβαλε χυμό» (8), «με το Μάρκο γιατί δεν έχει σημασία» (122), «ο Μάρκος γιατί έβαλε πιο πολλά υλικά» (252)

Πίνακας Π4.3.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 3 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, θεωρώντας απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχο	«εγώ θα συμφωνήσω με τη Γεωργία γιατί μπορεί να επηρεάζει και η βαρύτητα των δύο βόλων και όχι μόνο η επιφάνεια» (273), «συμφωνώ με τη Γεωργία γιατί η επιφάνεια της κουζίνας μπορεί να μην επηρεάζει το κύλημα των βόλων. Πιστεύω ότι μπορεί να το επηρεάζει το υλικό που είναι κατασκευασμένο, το μέγεθος και το βάρος» (337)
επίπεδο III Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς ωστόσο να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	«συμφωνώ και με τα δύο παιδιά γιατί οι βόλοι κυλούν εύκολα ή δύσκολα, ανάλογα με το αν η επιφάνεια είναι τραχιά ή λεία. Όμως την κύλιση των βόλων μπορεί να επηρεάζουν κι άλλα πράγματα όπως για παράδειγμα η δύναμη με την οποία ρίχνουμε τον κάθε βόλο» (265), «και με τους δύο γιατί και η επιφάνεια επηρεάζει, αλλά μπορεί το μέγεθος των βόλων για παράδειγμα να είναι διαφορετικό» (276)
επίπεδο II Αναγνωρίζει ότι κάποιες μεταβλητές σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς να αναφέρεται σε συγκεκριμένες ή να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	«συμφωνώ με τη Γεωργία γιατί μπορεί να είναι κάποιος άλλος λόγος» (56), «εγώ συμφωνώ με τη Γεωργία, γιατί πράγματι μπορεί οι βόλοι να μην επηρεάζονται μόνο από το πάτωμα. Μπορεί να επηρεάζονται και από άλλους λόγους. Ο Κωνσταντίνος απλά υποθέτει κάτι, δεν είναι σίγουρος αν αυτό που λέει είναι σωστό. Για να μπορέσει να σιγουρευτεί θα πρέπει να ερευνήσει το θέμα» (121), «συμφωνώ με τη Γεωργία γιατί υπάρχουν πολλοί λόγοι που κάνουν τους βόλους να κυλούν» (287)
επίπεδο I Αναγνωρίζει μεταβλητές βάσει προηγούμενης εμπειρίας. Δέχεται ή απορρίπτει την επίδραση μιας μεταβλητής χωρίς να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό της έλεγχο	«εγώ πιστεύω ότι η Γεωργία λέει σωστά διότι στο χώμα υπάρχουν πέτρες κι αυτό επηρεάζει την κύλισή τους» (44), «συμφωνώ με τον Κωνσταντίνο γιατί η επιφάνεια του πατώματος της κουζίνας είναι λεία» (119), «συμφωνώ με τον Κωνσταντίνο επειδή, αν ήταν ίσιο το πάτωμα θα κυλούσε εύκολα ο βόλος, ενώ αν το πάτωμα δεν ήταν λείο και είχε ρωγμές θα δυσκολευόταν να κυλήσει» (191)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση, δεν αναγνωρίζει μεταβλητές ή δικαιολογεί τα λεγόμενα των παιδιών	«και με τα δύο παιδιά συμφωνώ γιατί είναι και οι δύο λογικές απαντήσεις» (64), «με τον Κωνσταντίνο» (198), «συμφωνώ με τον Κωνσταντίνο γιατί το πάτωμα μπορεί να είναι χώμα με πέτρες και να μην μπορεί να κυλήσει τόσο καλά» (308)

Πίνακας Π4.4.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 4 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VI	Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	«το μέγεθος του χώρου που είναι κλεισμένο το κερί επηρεάζει το χρόνο σβησίματος του κεριού» (75), «η ποσότητα του οξυγόνου επηρεάζει τη διάρκεια της φωτιάς αναμμένης» (233), «ο όγκος του δοχείου επηρεάζει το χρόνο που παίρνει για να σβήσει το κερί;» (298), «ο όγκος του οξυγόνου επηρεάζει το χρόνο που θα σβήσουν τα κεριά» (264)
επίπεδο V	Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποιο από τα τρία δοχεία – μικρό, μεσαίο, μεγάλο, έχει περισσότερο αέρα που μπορεί να σβήσει τη φωτιά πιο γρήγορα» (86), «ποιο κερί χρειάζεται περισσότερο χρόνο να σβήσει σε διαφορετικό δοχείο όγκου» (269)
επίπεδο IV	Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε διερευνήσιμη μορφή	«ποιος όγκος δοχείου επηρεάζει το κερί» (16), «αν η ποσότητα οξυγόνου επηρεάζει τη φλόγα» (245), «αν η ποσότητα του οξυγόνου επηρεάζει τη φωτιά» (287)
επίπεδο III	Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε μη διερευνήσιμη μορφή	«πόσο θα αντέξουν να μείνουν αναμμένα τα κεριά» (12), «ποιο θα σβήσει πιο γρήγορα» (242), «πόσο οξυγόνο έχει το κάθε δοχείο μέσα του» (285), «ποιο από τα κεριά θα σβήσει τελευταίο» (261)
επίπεδο II	Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	«αν το κερί επηρεάζει το πόσο χώρο έχει» (18), «ο όγκος επηρεάζει το χρόνο;» (85) «το δοχείο επηρεάζει το κερί» (94), «ήθελε να δει αν επηρεάζεται ο όγκος του οξυγόνου» (253), «κατά πόσο το οξυγόνο επηρεάζει τη φωτιά» (262)
επίπεδο I	Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποιο από τα δοχεία θα άντεχε πιο πολύ» (99), «ήθελε να διερευνήσει το χρόνο» (181), «ποιο από τα τρία δοχεία είναι το καλύτερο» (320)
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή κάνει υποθέσεις για το αποτέλεσμα	«νομίζω είναι το μεγάλο διότι έχει παραπάνω αέρα μέσα» (36), «ο Πέτρος έβαλε τα πλαστικά αποπάνω για να φωτίσουν» (257), «με το πείραμά του διερεύνησε ότι έπρεπε να τα βάλει σε ίδια δοχεία» (306)

Πίνακας Π4.5.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 5 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VI Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	«αν το είδος του υγρού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να μετατραπεί σε πάγο» (1), «αν το είδος του υγρού επηρεάζει το πόσο γρήγορα θα παγώσει» (138)
επίπεδο V Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποιο από τα τρία υγρά θα παγώσει πιο γρήγορα όταν θα τα τοποθετούσε στο ψυγείο» (82), «αν οποιοδήποτε υγρό παγώνει την ίδια στιγμή με όλα τ' άλλα» (131)
επίπεδο IV Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε διερευνήσιμη μορφή	«το είδος του υγρού επηρεάζει το χρόνο» (69), «το είδος αναψυκτικού επηρεάζει στο θάλαμο;» (94), «αν επηρεάζει το χρώμα του ποτηριού έτσι ώστε να παγώσει πιο εύκολα» (232), «ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την πήξη των υγρών» (302)
επίπεδο III Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποιο από τα δοχεία θα παγώσει πιο γρήγορα;» (71), «ήθελε να δει ποιο από τα τρία θα παγώσει πιο γρήγορα» (88), «ποιο από όλα γίνεται πάγος πιο γρήγορα» (272)
επίπεδο II Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	«το υγρό επηρεάζει τη ψύξη;» (74)
επίπεδο I Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποιο από τα τρία δοχεία θα μετατρεπόταν σε πάγο» (91), «ήθελε να δει πόσο παγώνει το καθένα» (179), «πόση ώρα θα γίνουν και τα τρία δοχεία» (293)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή κάνει υποθέσεις για το αποτέλεσμα	«Θα βάλει 150cm ³ νερό γιατί το νερό παγώνει πιο γρήγορα» (7), «το νερό θα μετατραπεί πιο γρήγορα σε πάγο, γιατί η πυκνότητα του νερού είναι πιο αραιή» (141)

Πίνακας Π4.6.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 6 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VI	Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	«το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει το ύψος αναπήδησής της;» (90), «αν το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει το ύψος που αναπηδά όταν κτυπήσει στο πάτωμα» (145), «αν το μέγεθος των μπάλων επηρεάζει το ύψος που αναπηδούσαν» (333)
επίπεδο V	Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποια μπάλα αναπηδούσε πιο ψηλά, η μικρή ή η μεγάλη» (61), «αν έχει σχέση το μέγεθος της μπάλας με το ύψος που θα αναπηδούσαν» (111), «αν η μικρή μπάλα πηδά πιο ψηλά από τη μεγάλη» (256)
επίπεδο IV	Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε διερευνήσιμη μορφή	«αν το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει το ύψος» (53), «το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει την αναπήδησή της» (72), «αν το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει την ανύψωσή της» (281)
επίπεδο III	Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ανάλογα με το σχήμα της μπάλας ποια πηδά πιο ψηλά» (4), «ποια μπάλα θα πηδήξει πιο ψηλά» (104), «πόσο γρήγορα πηδά ανάλογα με το μέγεθος της» (147)
επίπεδο II	Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	«αν επηρεάζει το ύψος της μπάλας» (63), «το μέγεθος επηρεάζει το ύψος» (74), «αν ο όγκος επηρεάζει το ύψος» (253), «πόσο επηρεάζει το μέγεθος της μπάλας» (268)
επίπεδο I	Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποια μπάλα πάει πιο μακριά» (99), « ποια μπάλα είχε το μεγαλύτερο βάρος» (167), «ποια θα πέσει πιο γρήγορα» (224), «αν οι μπάλες πέφτουν το ίδιο» (316)
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή κάνει υποθέσεις για το αποτέλεσμα	«πιστεύω ότι η μικρή μπάλα πηγαίνει πιο ψηλά» (79), «η μεγάλη γιατί έχει περισσότερο βάρος» (106), «ήθελε να διερευνήσει τις δύο μπάλες» (148)

Πίνακας Π4.7.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 7 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«να βάλει το ένα φυτό της ντομάτας σε ένα δωμάτιο με ψηλή θερμοκρασία και το δεύτερο σε δωμάτιο με χαμηλή θερμοκρασία και να τα ποτίζει το ίδιο. Μετά θα δει τα δύο φυτά και θα διαπιστώσει ποιο αναπτύχθηκε πιο γρήγορα» (31), «να πάρει δύο όμοια δοχεία που μέσα να έχουν όμοια φυτά ντομάτας. Το ένα δοχείο να το βάλει σ' ένα δωμάτιο με ψηλότερη θερμοκρασία και το άλλο σ' ένα δωμάτιο με χαμηλότερη θερμοκρασία. Σε λίγες μέρες να το βγάλει από τα δύο δωμάτια και να δει ποιο από τα δύο όμοια φυτά ντομάτας αναπτύχθηκε πιο γρήγορα» (81), «Να βάλει δύο ίδια φυτά σε 2 διαφορετικούς χώρους, το ένα με ψηλή θερμοκρασία και το άλλο με χαμηλή θερμοκρασία και να δει ποιο μεγαλώνει πιο γρήγορα» (303)
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«να βάλει δύο φυτά ντομάτα σε διαφορετική θερμοκρασία. Το ένα να το βάλει σε μια θερμοκρασία της επιλογής της και το άλλο σε ψηλότερη θερμοκρασία. Έτσι θα δει αν η διαφορά θερμοκρασία επηρεάζει» (1), «πρέπει να βάλεις δύο ίδια μεγέθη ντομάτα, ξεχωριστά, το ένα σε ζεστό και το άλλο σε παγωμένο δωμάτιο και να τα ποτίσεις το ίδιο» (42), «να βάλει φυτά ντομάτας σε δωμάτιο με ψηλότερη θερμοκρασία και ένα φυτό ντομάτα σε χαμηλότερη θερμοκρασία» (244)
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«μετά από το ζεστό δωμάτιο πρέπει να το βάλει σε άλλο δωμάτιο που έχει πιο μικρή θερμοκρασία και να το ποτίζει κάθε μέρα» (52), «να βάλει ένα φυτό ντομάτας και ένα φυτό πιπεριάς σε ένα δωμάτιο με ψηλή θερμοκρασία και να διαπιστώσει αν τα φυτά ντομάτας αναπτύσσονται γρηγορότερα» (236), «πρέπει να βάλει ένα φυτό ντομάτας και ένα άλλο είδος φυτού σε ψηλότερη θερμοκρασία και να ελέγξει» (287)
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«πρέπει να το βάζεις στον ήλιο και να του βάζεις νερό κάθε μέρα αλλά όχι πολύ» (77), «το τοποθετούμε σε δωμάτιο με ψηλότερη θερμοκρασία» (118), «να το βάλει έξω στον ήλιο» (220), «πρέπει να φυτέψει τις ντομάτες, να τα βάλει σε κρύα θερμοκρασία και να τα ποτίζει συνεχώς» (270)
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«για να μάθει αυτό το πράγμα πρέπει να κάνει ένα πείραμα για να δει αν είναι σωστό» (3), «πρέπει να βάλει σε ένα δωμάτιο με ψηλή θερμοκρασία μια γλάστρα που εκεί μέσα να μεγαλώνει ντομάτες» (173), «να κάνει δύο πειράματα» (235), «θέλει να διαπιστώσει αν τα φυτά ντομάτα αναπτύσσονται πιο γρήγορα» (279)

Πίνακας Π4.8.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 8 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις	
επίπεδο IV	αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«Να κάνει δύο γλυκά στο ένα να βάλει σοκολάτα και στο άλλο να μη βάλει. Να τα ψήσει στην ίδια θερμοκρασία και θα δει ποιο θα ψηλώσει» (40), «να ετοιμάσει δύο κέικ. Το πρώτο πρέπει να έχει σοκολάτα μέσα και το δεύτερο να μην έχει μέσα. Με τη μόνο προϋπόθεση μόνο ότι τα υλικά και των δύο πρέπει να έχουν την ίδια ποσότητα. Στο τέλος θα τα συγκρίνει στον όγκο» (121), «να κάνει δύο κέικ με τα ίδια υλικά και την ίδια ποσότητα υλικών, καθώς να τα ψήσει με τον ίδιο χρόνο και στο ένα να προσθέσει σοκολάτα και στο άλλο όχι. Έτσι θα δει αν η πρόσθεση σοκολάτας στη ζύμη του κέικ το κάνει πιο αφράτο. Όταν ψηθούν και τα δύο κέικ να τα δοκιμάσει» (299)
επίπεδο III	αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«να κάμει δύο κέικ το ένα να μην προσθέσει σοκολάτα και το άλλο να προσθέσει σοκολάτα στη ζύμη για να βρει ποιο είναι πιο αφράτο» (5), «να κάνει ένα κέικ στην αρχή χωρίς σοκολάτα και μετά να κάνει ένα το ίδιο με σοκολάτα και να δει» (151), «στο ένα να βάλει σοκολάτα και στο άλλο να μην βάλει για να δει ποιο θα βγάλει περισσότερο αφρό» (255)
επίπεδο II	αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«να κάνει δύο κέικ για να τα δοκιμάσει και να δει ποιο είναι το πιο νόστιμο» (147), «να φτιάξει δύο κέικ. Πρέπει στο ένα να βάλει πιο λίγη σοκολάτα και στο άλλο πιο πολλή. Έτσι θα βρει την απάντηση αν το κάνει πιο αφράτο ή όχι» (230), «να μοιράσει τη ζύμη, να τα βάλει σε ξεχωριστά ποτήρια» (306)
επίπεδο I	περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«απ' ότι γνωρίζω η σοκολάτα δεν βοηθά στο να γίνει πιο αφράτο το γλύκισμα, αλλά στο να δώσει γεύση» (17) «να βάλει τα υλικά που χρειάζονται για το κέικ και να προσθέσει και σοκολάτα, όταν το βάλει να ψηθεί και μετά το δοκιμάσει θα διαπιστώσει αν είναι πολύ γλυκό ή καλύτερο» (164), «να ετοιμάσει τη ζύμη του κέικ και να προσθέσει σοκολάτα σαντιγί. Να εκτελέσει τη συνταγή και να ελέγξει αν το κέικ είναι πιο αφράτο» (330)
επίπεδο 0	δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«πρέπει να διαπιστώσει πόσα κουταλάκια σοκολάτας θα βάλει και σε ποια θερμοκρασία θα πρέπει να το βάλει» (26), «πρέπει να δοκιμάσει τη σοκολάτα για να δει αν είναι η κατάλληλη σοκολάτα για το κέικ» (122), «να κάνει το κέικ και να το δει» (212)

Πίνακας Π4.9.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 9 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«Θα πάρει δύο αυτοκινητάκια, ένα με πλαστικούς τροχούς και ένα με τροχούς από άλλο υλικό. Θα τα αφήσει να κυλήσουν από το ίδιο σημείο και από την ίδια θέση. Έτσι θα δει αν τ' αυτοκινητάκια με πλαστικούς τροχούς τρέχουν γρηγορότερα» (151), «Να κάνεις 2 ίδια αυτοκίνητα, το ένα με πλαστικούς τροχούς και το άλλο με κανονικούς. Αν τρέχει πιο γρήγορα ο πλαστικός, τότε σωστά διαπίστωσε» (244), «να κυλήσει αυτοκινητάκια με πλαστικούς τροχούς καθώς και με τροχούς διαφορετικού υλικού. Θα διατηρήσει το ίδιο αυτοκινητάκι καθώς και το μέγεθος του τροχού. Το κάθε αυτοκινητάκι θα διανύσει την ίδια απόσταση, ενώ το υλικό των τροχών θα αλλάζει. Να χρονομετρήσει την ώρα που χρειάζεται το κάθε αυτοκινητάκι για να διανύσει την απόσταση σπρώχνοντας και τα δύο με την ίδια δύναμη ή αφήνοντας τα να κυλήσουν από το ίδιο ύψος» (302)
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«να κάνει πολλά αυτοκινητάκια με διαφορετικό υλικό στους τροχούς για να διαπιστώσει αν οι πλαστικοί τροχοί κυλούν πιο εύκολα από τα άλλα αυτοκινητάκια» (109), «Να φτιάξει δύο αυτοκινητάκια. Στο πρώτο να εφαρμόσει πλαστικούς τροχούς και στο δεύτερο τροχούς διαφορετικού υλικού. Στο τέλος θα τα συγκρίνει ποιο τρέπει πιο γρήγορα από τα δύο» (121), «να πάρει δύο ή παραπάνω αυτοκινητάκια (το ίδιο μοντέλο) και μόνο το ένα να έχει πλαστικούς τροχούς. Θα τα κυλήσει στην ίδια επιφάνεια με την ίδια δύναμη, την ίδια απόσταση» (296), «Να πάρει ένα αυτοκινητάκι με πλαστικούς τροχούς και ένα άλλο από διαφορετικό υλικό. Να το κυλήσει και να δει ποιο κυλά πιο εύκολα» (321)
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«πρέπει να πιάσει διάφορους είδους τροχούς και να τους δοκιμάσει και όποιο πάει πιο μακριά» (77), «να πάρει ένα παιγνίδι και να το κυλήσει. Όταν θα μπει στο αυτοκίνητο της μητέρας του να ελέγξει αν κυλάει πιο εύκολα» (157), «να πάρει ένα αυτοκινητάκι με κανονικούς τροχούς και να πάρει ακόμη ένα και να του βάλει πλαστικούς τροχούς. Να τα σπρώξουν σε διάφορες επιφάνειες από κατηφόρα και να δει ποιο πάει πιο γρήγορα» (168)
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«πιστεύω ότι δεν θα κυλά πιο εύκολα αν το βάλει πάνω σε πλαστικούς τροχούς» (79), «να πάρει μια σφεντόνα και να την τεντώσει μαζί με το αυτοκινητάκι. Μετά θα το αφήσει και θα μετρήσει πόσα μέτρα πήγε» (84), «να κάνει ένα αυτοκινητάκι και να βάλει πάνω πλαστικούς τροχούς» (116), «Αν είναι πλαστικοί δεν θα τρυπήσουν από κάτι, ενώ αν είναι κανονικοί θα τρυπήσουν και θα σπάσει το αυτοκινητάκι. Γι' αυτό διαλέγω πλαστικούς τροχούς» (207)
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«για να το διαπιστώσει πρέπει να το δοκιμάσει» (167), «να βρει το πρόβλημα και μετά να κατασκευάσει το πείραμά του» (316)

Πίνακας Π4.10.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 10 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«την Α και τη Δ γιατί θα προσθέσει περισσότερο νερό, όμως η ποσότητα της ζάχαρης θα είναι η ίδια έτσι θα αποδειχτεί αν η ποσότητα του νερού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να διαλυθεί η ζάχαρη» (30), «το Α και το Δ γιατί και τα δύο ποτήρια έχουν την ίδια ποσότητα ζάχαρη, αλλά διαφέρουν στην ποσότητα του νερού» (250), «νομίζω πως θα πρέπει να επιλέξει τις πειραματικές διατάξεις Α και Δ αφού η ποσότητα στη ζάχαρη είναι η ίδια ενώ η ποσότητα του νερού αλλάζει. Αυτό θα βοηθήσει την Ευτυχία στο πείραμά της αφού θέλει να διερευνήσει αν η ποσότητα του νερού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να διαλυθεί η ζάχαρη και πιστεύω πως αυτές οι δύο πειραματικές διατάξεις θα τη βοηθήσουν στο να εκτελέσει ένα δίκαιο πείραμα» (300)
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«το Α και το Δ γιατί έχουν την ίδια ποσότητα ζάχαρη και γι' αυτό θα μπορεί να το ελέγξει» (16), «το Α και το Δ επειδή αλλάζω την ποσότητα του νερού» (63), «να πάρει το Α και το Δ για να δει σε ποιο από τα δύο θα διαλυθούν πιο γρήγορα τα δύο κουταλάκια ζάχαρη» (141), «την Α και Γ γιατί το ένα ποτήρι έχει λίγο νερό και το άλλο πολλή» (289), «το Α και το Δ γιατί έχουν και τα 2 την ίδια ποσότητα ζάχαρη» (306)
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«το Β και το Γ γιατί το Β έχει 100cm ³ νερό και 3 κουταλάκια ζάχαρη, ενώ το Γ έχει 200cm ³ και χωρίς ζάχαρη» (85), «το Α και Β γιατί δεν έχει σχέση πόσο νερό έχει μέσα το κάθε ένα ποτήρι, σημασία έχει ότι τα κουταλάκια ζάχαρης είναι τα ίδια» (280), «να βάλει την ίδια ποσότητα ζάχαρη, να βάλει το ίδιο μέγεθος ποτηριού και την ίδια ποσότητα νερού» (319)
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«το Β γιατί το νερό πρέπει να είναι λίγο για να διαλυθεί πιο εύκολα η ζάχαρη» (99), «αν προσθέσεις περισσότερο νερό και περισσότερη ζάχαρη σε ένα ποτήρι θα διαλυθεί» (255)
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«το Ε γιατί θα βάλει ένα κουτάλι ζάχαρη» (75), «το Ε» (122), «Να χρησιμοποιήσει τη Δ γιατί το νερό είναι πολύ. Σε αντίθεση με το Α, το νερό είναι λίγο» (261)

Πίνακας Π4.11.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 11 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«Διαλέγω το Β και το Γ, γιατί πρέπει να είναι όλα τα ίδια και να αλλάζει μόνο ο άμμος» (49), «πρέπει να χρησιμοποιήσει δύο πειραματικές διατάξεις στις οποίες στην πρώτη να υπάρχει άμμος, ενώ στη δεύτερη να μην υπάρχει. Όμως τα υπόλοιπα υλικά όπως χώμα, νερό πρέπει να υπάρχουν και στα δύο. Γι' αυτό διαλέγω τις πειραματικές διατάξεις Β και Γ» (121), «να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση του πειράματός του το Β και το Γ, διότι το ένα έχει άμμο, χώμα και νερό ενώ το άλλο μόνο χώμα και νερό. Και τα δύο όμως φωτίζονται από το ηλιακό φως» (268)
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«Ο παράγοντας που πρέπει να αλλάξει είναι ο άμμος. Στις εικόνες Β και Γ ο παράγοντας που αλλάζει είναι ο άμμος. Έτσι το πείραμά του θα είναι έγκυρο» (2), «να χρησιμοποιήσει τις διατάξεις Β και Γ, γιατί στη μια υπάρχει ο άμμος με το χώμα και το νερό, ενώ στο άλλο μόνο χώμα και νερό. Έτσι θα δει αν βοηθά ο άμμος» (267), «γιατί το Β έχει άμμο, ενώ το Γ δεν έχει άμμο. Έτσι θα δούμε ποιο θα αναπτυχθεί περισσότερο» (321)
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«το Α-Γ γιατί θα έχει το ένα χώμα και νερό και το άλλο άμμο και νερό. Θα τα αφήνει μια μέρα και θα δει ποιο μεγάλωνε περισσότερο» (81), «η Β και η Δ περιέχουν άμμο, χώμα και νερό. Η Β είναι εκτεθειμένη στον ήλιο και η Δ στο σκοτάδι. Αν για να αναπτυχθούν σωστά τα φυτά χρειάζεται άμμος στο χώμα, τότε στις 2 γλάστρες τα φυτά θα έχουν ίση ανάπτυξη. Αν ο άμμος στο χώμα δεν είναι απαραίτητο συστατικό για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών, τότε θα συμπεράνει πως το ηλιακό φως (ή το σκοτάδι) είναι αυτά που την επηρεάζουν» (117), «το Α και το Γ γιατί το μόνο που διαφέρει είναι η άμμος με το χώμα. Τίποτε άλλο» (246)
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«το Γ γιατί με τον ήλιο θα μπορεί να ψηλώσει και με το νερό και το χώμα θα μπορεί να αναπτυχθεί» (101), «στο φυτό πρέπει να έχει φως. Πρέπει να το ποτίσει. Στο φυτό να μην του βάζει άμμο και να την το έχει σε κλειστό χώρο» (319)
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«σκέφτηκα ότι είναι το Β γιατί η οδηγία μας είπε ότι πρέπει να υπάρχει άμμος μέσα στο νερό» (5), «στη Β γιατί είπε ότι θέλει άμμο και χώμα και έβαλε και νερό για να μεγαλώσουν» (157), «επιλέγω την Α + Ε» (270)

Πίνακας Π4.12.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 12 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«εγώ διάλεξα το E και το Γ, γιατί έχουν την ίδια θερμοκρασία και την ίδια ποσότητα, αλλά το E έχει και απορρυπαντικό» (31), «το Γ και το E, γιατί έχουν και την ίδια ποσότητα νερού και είναι στην ίδια θερμοκρασία απλά το ένα έχει απορρυπαντικό» (203), «Γ + E γιατί έχουν την ίδια ποσότητα νερού και βαθμούς °C. Τις έβαλε αυτές γιατί στο ένα έχει απορρυπαντικό και το άλλο δεν έχει.» (273)
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«το Γ και το E γιατί το ένα έχει απορρυπαντικό και το άλλο όχι» (56), «εγώ πιστεύω τις εικόνες Γ και E επειδή πρώτα θα δει αν καθαρίζει χωρίς απορρυπαντικό στην Γ και στην E θα βάλει απορρυπαντικό για να δει αν καθαρίζει περισσότερο» (84), «τη Γ και την E, γιατί έχουν την ίδια ποσότητα νερού και θερμοκρασία» (171), «να χρησιμοποιήσει τις εκτελέσεις Γ και E γιατί διαφέρουν μόνο στο απορρυπαντικό» (259)
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«την A + B γιατί και τα δύο έχουν 300 cm ³ νερό, έχουν απορρυπαντικό, αλλά έχουν 25°C το ένα και το άλλο 15°C. Έτσι μ' αυτή τη μικρή διαφορά θα καταλάβει πιο πρέπει να χρησιμοποιεί» (14), «το E και το A γιατί το E έχει και απορρυπαντικό και πολύ νερό. Το A γιατί έχει και απορρυπαντικό και λίγο νερό» (78), «το A και το Δ, γιατί το ένα είναι με απορρυπαντικό και το άλλο χωρίς» (60), «να χρησιμοποιήσει το A με το B, διότι έχουν την ίδια ποσότητα νερού» (146)
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«πρέπει να χρησιμοποιήσει το E γιατί έχει πολύ νερό και απορρυπαντικό μέσα που θα εξαφανίσει πιο εύκολα το λεκέ» (12), «το E γιατί πρέπει να περιέχει απορρυπαντικό και πολύ νερό ώστε η φανέλα να καθαρίσει» (118), «επέλεξα το E γιατί για να καθαρίσει πιο γρήγορα τη φανέλα θέλει και ζεστό και πολύ νερό, αλλά και απορρυπαντικό γιατί μόνο με νερό δεν μπορεί να καθαρίσει κάτι» (177)
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«το B γιατί προσθέτει 300cm ³ νερό 15°C και βάζει απορρυπαντικό» (92), «το E για να δει αν στο E καθαρίσει καλύτερα σημαίνει πως είναι σωστή η γνώμη αν όχι δεν είναι» (183), «θα χρησιμοποιήσει το E και το Γ» (257)

Πίνακας Π4.13.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 13 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό και εισηγείται τρόπους διόρθωσής του ώστε το πείραμα να είναι έγκυρο	«στο μικρό βόλο έβαλαν λαστιχένιο στρώμα, ενώ στο μπαλάκι του γκολφ και στο μπαλάκι του τένις δεν έβαλαν» (20), «γιατί έχει κάτω από το βόλο λαστιχένιο στρώμα» (74), «δεν είναι δίκαιο γιατί κάτω από το μικρό βόλο υπάρχει λαστιχένιο στρώμα» (126), «όχι γιατί στο βόλο έβαλε λαστιχένιο στρώμα, ενώ στα άλλα δεν έβαλε τίποτα. Έτσι δεν είναι έγκυρο αυτό το πείραμα» (232)
επίπεδο III Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό, αλλά θεωρεί το πείραμα δίκαιο ή θεωρεί λάθος και το σωστό χειρισμό άλλων μεταβλητών	«όχι, γιατί ο μικρός βόλος έχει λαστιχένιο στρώμα και επειδή έχουν διαφορετικό βάρος» (100), «όχι γιατί είναι στο ίδιο ύψος αλλά από κάτω από το μικρό βόλο υπάρχει ένα λαστιχένιο στρώμα» (230), «όχι, επειδή οι μπάλες πρέπει να έχουν την ίδια μάζα και όγκο. Επίσης κάτω από το βόλο τοποθέτησε ένα λαστιχένιο στρώμα» (330)
επίπεδο II Θεωρεί σχεδιαστική ατέλεια το σωστό χειρισμό της ανεξάρτητης ή της εξαρτημένης ή των ελεγχόμενων μεταβλητών ή άλλων μεταβλητών που δεν σχετίζονται άμεσα με το πείραμα ή θεωρεί σωστό το σχεδιασμό, βάσει του χειρισμού των μεταβλητών του πειράματος	«ναι, γιατί έβαλε μια μεγάλη, μια μεσαία και μια μικρή. Έτσι είναι δίκαιο» (26), «έπρεπε να βάλει το ίδιο μέγεθος μπάλας για να είναι δίκαιο το πείραμα» (71), «γιατί η κάθε μπάλα έχει διαφορετική μάζα, βάρος» (124), «όχι γιατί διαφέρουν στο ύψος, η κάθε μπάλα επίσης στο πόσο δυνατά την κτύπησε στο πάτωμα» (131), «είναι δίκαιο επειδή όλες οι μπάλες πέφτουν από το ίδιο ύψος έστω κι αν είναι διαφορετικές» (134), «όχι, γιατί το ένα μπαλάκι μπορεί να είναι πλαστικό και το άλλο ρούχινο» (255), «δεν είναι έγκυρο γιατί η κάθε μπάλα έχει διαφορετικό βάρος και ύψος» (253), «όχι γιατί πήρε τρεις διαφορετικές μπάλες» (320), «ναι γιατί οι τρεις μπάλες ήταν από το ίδιο ύψος» (325)
επίπεδο I Μαντεύει ή στηρίζεται σε προηγούμενη παρατήρηση και κάνει προβλέψεις για το αποτέλεσμα	«όχι γιατί δεν επηρεάζεται από το ύψος γενικά, αλλά από το βάρος» (109), «δεν είναι δίκαιο γιατί ο βόλος πέφτει σε λαστιχένιο στρώμα και το βοηθά να αναπηδά και μειώνει το ύψος» (175), «ναι, γιατί πρώτα ο μικρός βόλος έχει αρκετό βάρος και δεν μπορεί να αναπηδήσει ψηλά. Το μπαλάκι του τένις έχει μεγαλύτερο όγκο και το μπαλάκι του γκολφ είναι ελαφρύ» (186), «έγκυρο, γιατί ο μικρός βόλος θα πέσει πιο εύκολα σε πιο ψηλό ύψος» (229), «όχι γιατί εξαρτάται από το βάρος της κάθε μπάλας» (287)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«η γη μπορεί να τραβά τα πράγματα. Όμως αν βάλεις ένα μολύβι κι έναν ελέφαντα θα πέσουν και οι δύο ταυτόχρονα» (12), «ναι γιατί έτσι θα έβλεπε ποια μπάλα πηγαίνει πιο ψηλά και ποια είναι η πιο καλή» (156), «όχι γιατί πρέπει να κάνουμε το πείραμα» (216)

Πίνακας Π4.14.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 14 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV	Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό και εισηγείται τρόπους διόρθωσής του ώστε το πείραμα να είναι έγκυρο	«έπρεπε να βάλει την ίδια ποσότητα νερού και στα δύο ποτήρια» (45), «όχι γιατί έπρεπε να βάλει και στα 2 ποτήρια ίση ποσότητα υγρού για να βρει αυτό που θέλει και να δει ποιο θα πήξει πρώτο» (130), «όχι γιατί στο ένα έβαλε 200ml και στο άλλο 250ml» (242), «η ποσότητα του υγρού πρέπει να είναι η ίδια» (296)
επίπεδο III	Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό, αλλά θεωρεί το πείραμα δίκαιο ή θεωρεί λάθος και το σωστό χειρισμό άλλων μεταβλητών	«ναι, γιατί το νερό είναι 200ml και η πορτοκαλάδα είναι 250ml» (99), «όχι, γιατί στο ένα έβαλε περισσότερη ποσότητα και έβαλε δύο διαφορετικά υγρά σε κάθε ποτήρι» (160), «όχι, γιατί για να συγκρίνει πρέπει να αλλάξει μόνο ένα πράγμα» (231), «όχι, γιατί έπρεπε να βάλει και στα δύο ή νερό ή πορτοκαλάδα και 200ml ή 250ml» (306)
επίπεδο II	Θεωρεί σχεδιαστική ατέλεια το σωστό χειρισμό της ανεξάρτητης ή της εξαρτημένης ή των ελεγχόμενων μεταβλητών ή άλλων μεταβλητών που δεν σχετίζονται άμεσα με το πείραμα ή θεωρεί σωστό το σχεδιασμό, βάσει του χειρισμού των μεταβλητών του πειράματος	«ναι, επειδή είναι δύο διαφορετικά υγρά» (12), «ναι γιατί έπρεπε να βάλει στα ποτήρια ίδιο πράγμα και το ένα να έχει 250ml νερό και το άλλο 200 ml νερό» (89), «ναι, γιατί έβαλε διαφορετικά λίτρα νερού και είδη» (101), «ναι, γιατί πήρε δύο διαφορετικά είδη υγρών για να πετύχει το σκοπό της» (145), «όχι γιατί το ένα είναι νερό και το άλλο πορτοκαλάδα» (226), «ναι για να δει ποιο από τα πιο πάνω υγρά θα μετατραπεί σε παγωτό πρώτο. Αν έβαζε και στα δύο το ίδιο θα μετατρέπονταν και τα δύο την ίδια στιγμή» (254) «δεν είναι δίκαιο γιατί στο ένα έβαλε νερό και στο άλλο πορτοκαλάδα» (335)
επίπεδο I	Μαντεύει ή στηρίζεται σε προηγούμενη παρατήρηση και κάνει προβλέψεις για το αποτέλεσμα	«σκέφτηκα ότι τα 250ml πορτοκαλάδα πάγωσε πιο γρήγορα γιατί έχει πορτοκαλάδα ενώ το άλλο δεν έχει τίποτα με το νερό» (5), «το νερό παγώνει πιο εύκολα, αλλά το νερό έχει πιο λίγα ml» (106), «γιατί έπρεπε να βάλει την ίδια ποσότητα και στα δύο ποτήρια. Είναι γεγονός πως όταν υπάρχει μεγαλύτερη ποσότητα ενός υγρού αργεί να πήξει» (128), «γιατί η πορτοκαλάδα θέλει περισσότερη ώρα για να παγώσει» (288), «ναι, επειδή η πορτοκαλάδα είναι πιο πηχτή» (334)
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«εγώ πιστεύω πως ναι, το πείραμα είναι έγκυρο γιατί δεν έχει σχέση αν έβαλε περισσότερη πορτοκαλάδα γιατί στην πορτοκαλάδα αν ρίξει λίγη στο έδαφος τότε θα κολλήσει μετά από μια ημέρα ενώ αν ρίξεις λίγο νερό, το νερό θα εξαφανιστεί μετά από μια μέρα. Έτσι η πορτοκαλάδα θα γίνει πάγος πιο γρήγορα» (3), «πιστεύω ναι, για να διαπιστώσει αυτό που θέλει. Αν το είδος του υγρού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να πήξει» (286)

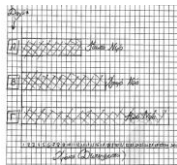
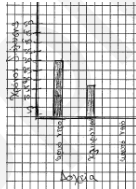
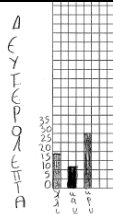
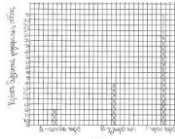
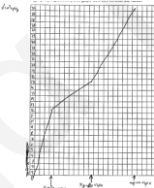
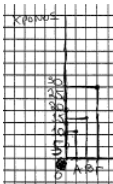
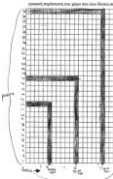
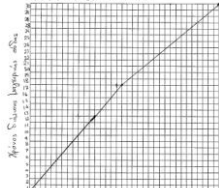
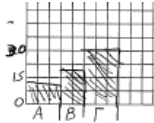
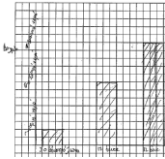
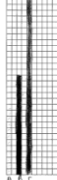
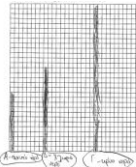
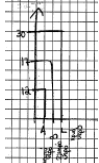
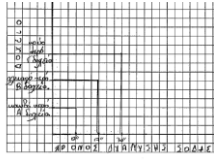
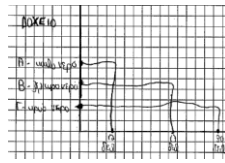
Πίνακας Π4.15.

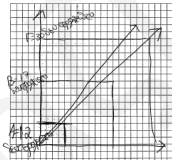
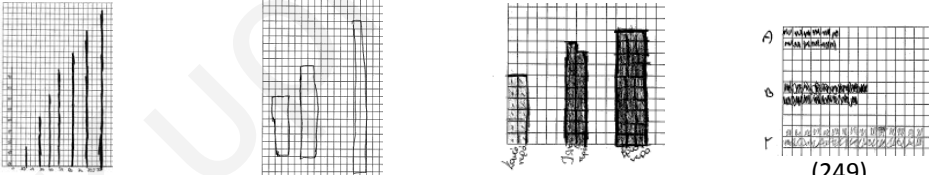
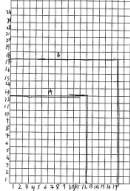
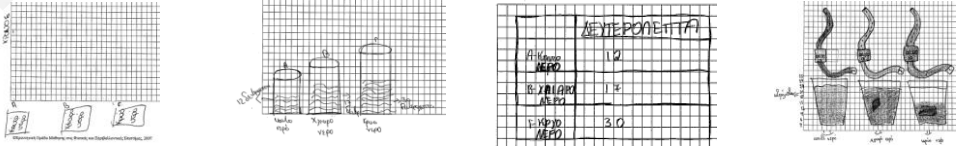
Τυπικές απαντήσεις στο έργο 15 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό και εισηγείται τρόπους διόρθωσής του ώστε το πείραμα να είναι έγκυρο	«δεν θα έπρεπε να βάλει τα καρφιά σε διαφορετικού είδους υγρού» (13), «όχι, διότι έπρεπε να βάλει το ίδιο υγρό σε όλους τους σωλήνες για να είναι έγκυρο το πείραμά της» (142), «γιατί το ένα έχει νερό, το άλλο ξύδι και το άλλο από τα δύο» (224), «όχι γιατί δεν έβαλε το ίδιο υγρό σε όλους τους σωλήνες και να διαφέρουν μόνο τα καρφιά» (267)
επίπεδο III Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό, αλλά θεωρεί το πείραμα δίκαιο ή θεωρεί λάθος και το σωστό χειρισμό άλλων μεταβλητών	«γιατί είναι διαφορετικό το είδος του καρφιού και έχει διαφορετικό υγρό σε κάθε καρφί» (9), «επειδή υπάρχουν διαφορετικά είδη καρφιών και υπάρχουν νερό, ξύδι, νερό και ξύδι. Άρα δεν μπορούμε να δούμε ποιο κάνει τη διαφορά» (110), «έπρεπε να βάλει και στα τρία νερό ή ξύδι ή τα καρφιά έπρεπε να είναι και τα τρία σίδερα ή και τα τρία χαλκός ή και τα τρία ατσάλι» (234), «δεν είναι έγκυρο γιατί θα έπρεπε ή να βάλει το ίδιο μέταλλο μέσα σε διαφορετικό υγρό ή διαφορετικό μέταλλο μέσα σε ίδιο υγρό» (298)
επίπεδο II Θεωρεί σχεδιαστική ατέλεια το σωστό χειρισμό της ανεξάρτητης ή της εξαρτημένης ή των ελεγχόμενων μεταβλητών ή άλλων μεταβλητών που δεν σχετίζονται άμεσα με το πείραμα ή θεωρεί σωστό το σχεδιασμό, βάσει του χειρισμού των μεταβλητών του πειράματος	«όχι, γιατί δεν έβαλε τα ίδια ποσότητα σε όλα ξύδι και νερό» (5), «έπρεπε να βάλει το ίδιο είδος καρφιού» (87), «γιατί σε κάθε δοχείο έπρεπε να βάλει την ίδια ουσία» (127), «πιστεύω όχι γιατί το καθένα από τους τρεις σωλήνες έχουν διαφορετικά υλικά μέσα» (156), «ναι γιατί το σίδηρο, ο χαλκός και το ατσάλι είναι το ίδιο» (169) «όχι γιατί το καρφί σε κάθε σωλήνα έπρεπε να ήταν από το ίδιο μέταλλο φτιαγμένα» (266), «επειδή τα καρφιά είναι από διαφορετικό υλικό» (314), «όχι γιατί έπρεπε να βάλει το ίδιο είδος σίδηρου και διαφορετικό είδος υγρού» (322)
επίπεδο I Μαντεύει ή στηρίζεται σε προηγούμενη παρατήρηση και κάνει προβλέψεις για το αποτέλεσμα	«ναι γιατί και το κόκαλο μέσα στο ξύδι σκουριάζει» (157), «γιατί από ένα πείραμα δεν καταλαβαίνεις» (212), «γιατί το νερό σκουριάζει πιο γρήγορα το σίδηρο και το ατσάλι επίσης δεν είναι ίδια τα καρφιά που τοποθέτησε μέσα στο νερό» (280), «κανένα δεν σκουριάζει, μόνο το τρίτο» (316)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«ναι, νομίζω αλλά δεν είμαι σίγουρη αν είναι σωστό» (29), «είναι δίκαιο γιατί ήθελε να δει ποιο καρφί θα αλλάξει χρώμα πιο γρήγορα» (76), «ναι επειδή θα έβλεπε ποιο από τα τρία θα σκούριαζε πρώτο» (189), «ναι γιατί δοκίμασε όλες τις πιθανότητες έτσι θα ανακαλύψει αυτό που θέλει» (195), «δεν είναι δίκαιο γιατί έπρεπε να δει ποιο από τα καρφιά επηρεάζει το χρόνο που σκουριάζει» (254)

Πίνακας Π4.16.

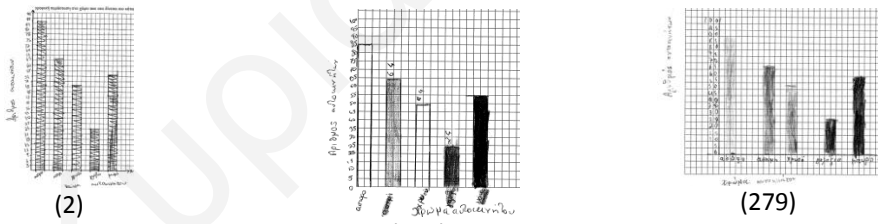
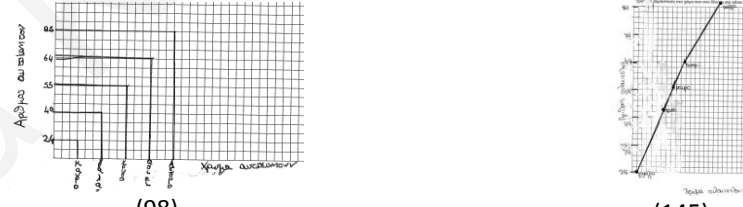
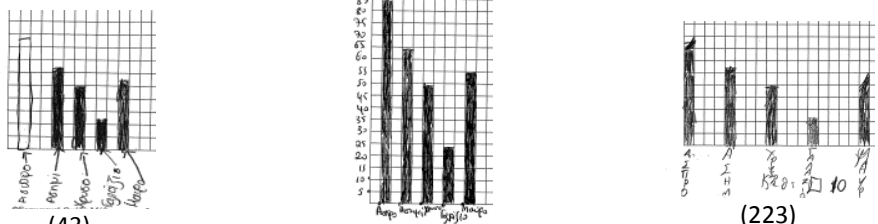

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 16 από το δείγμα 1 (v=337)

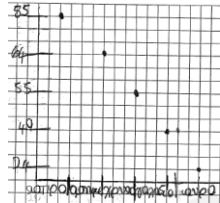
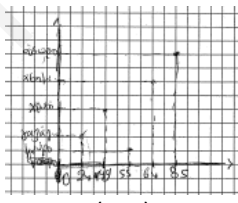
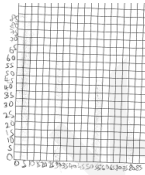
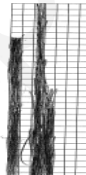
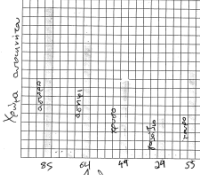
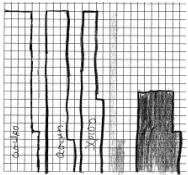
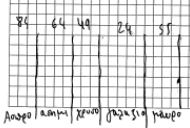

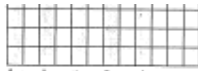
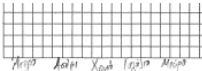

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
<p>επίπεδο VII</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>(121)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(80)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(276)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(19)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο VI</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>(126)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(27)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(75)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(144)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο V</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>(3)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(85)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(58)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(211)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο IV</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>(83)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(86)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(151)</p> </div> </div>

<p>επίπεδο III</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 <p>(293)</p>
<p>επίπεδο II</p>	<p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(7) (148) (238) (249)</p>
<p>επίπεδο I</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(185)</p>
<p>επίπεδο 0</p>	<p>Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα</p>	 <p>(134) (154) (173) (234)</p>

Πίνακας Π4.17.

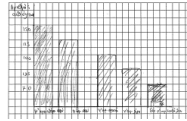
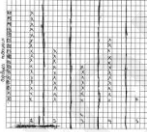
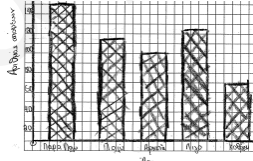
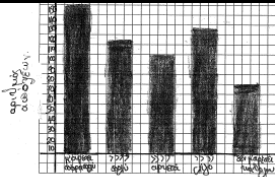
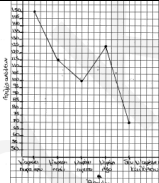
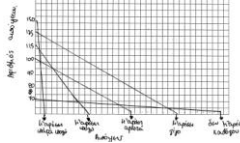
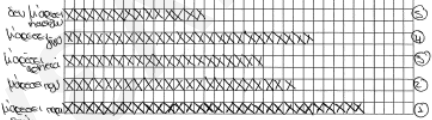
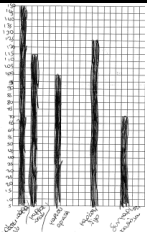
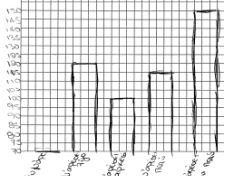
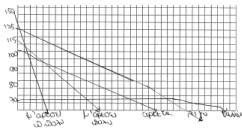
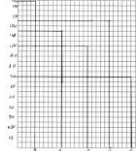
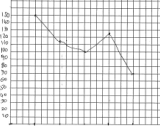
Τυπικές απαντήσεις στο έργο 17 από το δείγμα 1 (n=337)

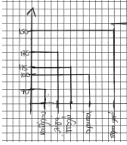
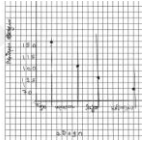
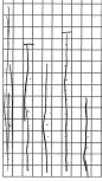
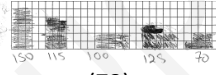
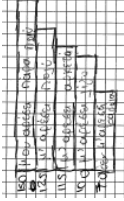

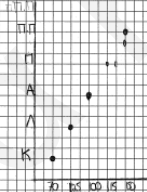
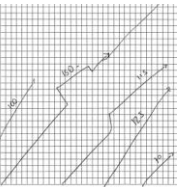
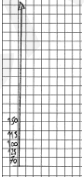

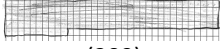
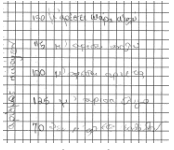
περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
<p>επίπεδο VII</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(2) (131) (279)</p>
<p>επίπεδο VI</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(98) (145)</p>
<p>επίπεδο V</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 <p>(43) (151) (223)</p>
<p>επίπεδο IV</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές</p>	 <p>(130) (335)</p>

<p>επίπεδο III</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 <p>(89)</p>	 <p>(292)</p>		
<p>επίπεδο II</p>	<p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(22)</p>	 <p>(102)</p>	 <p>(143)</p>	 <p>(309)</p>
<p>επίπεδο I</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(136)</p>			
<p>επίπεδο 0</p>	<p>Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα</p>	 <p>(25)</p>	 <p>(54)</p>	 <p>(175)</p>	 <p>(293)</p>

Πίνακας Π4.18.

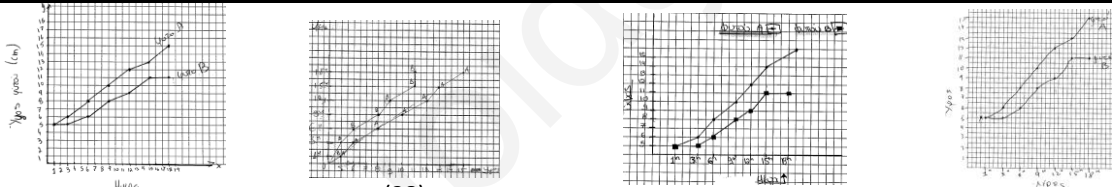
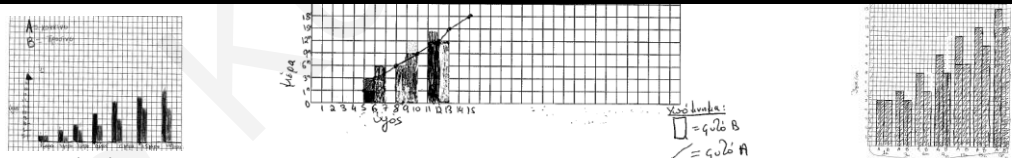
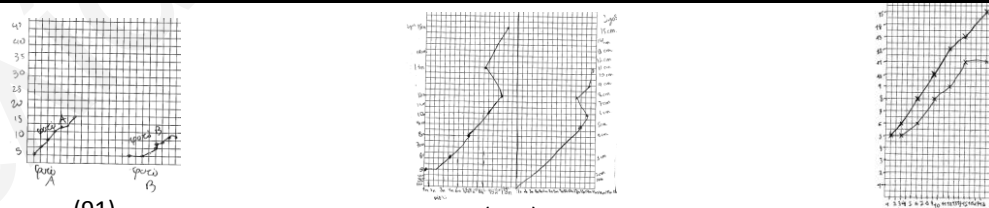
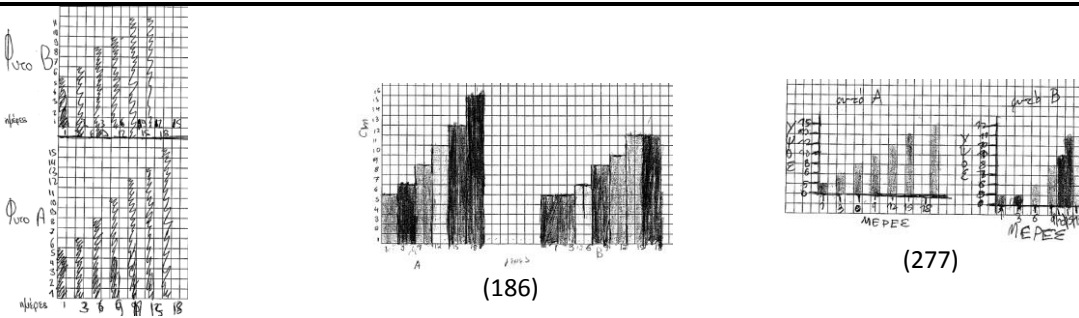
Τυπικές απαντήσεις στο έργο 18 από το δείγμα 1 (n=337)



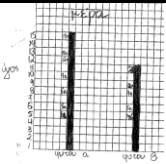
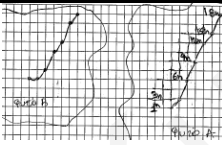
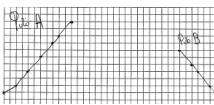
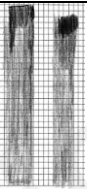
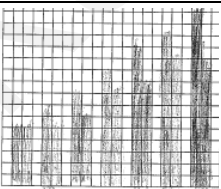
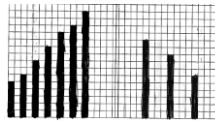
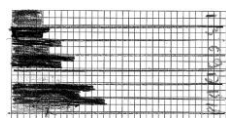

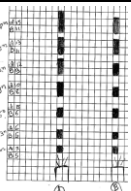
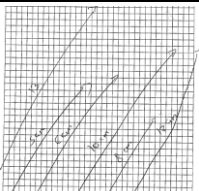
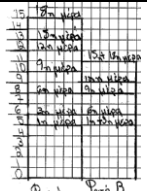
περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
<p>επίπεδο VII</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(85)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(137)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(178)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(265)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο VI</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(112)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(130)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο V</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(124)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(238)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(329)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο IV</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(125)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(135)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(141)</p> </div> </div>

επίπεδο III	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων	 (83)	 (76)		
επίπεδο II	Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	 (63)	 (73)	 (109)	 (207)
επίπεδο I	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα	 (89)	 (293)		
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα	 (92)	 (155)	 (209)	 (252)

Πίνακας Π4.19.

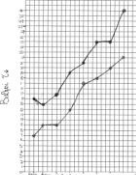
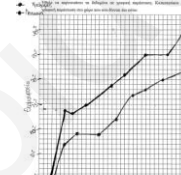
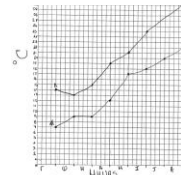
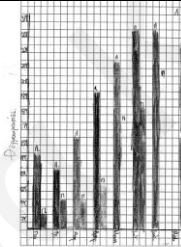
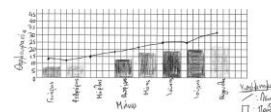
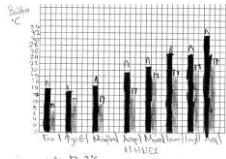
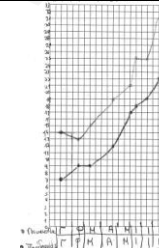
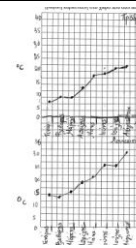
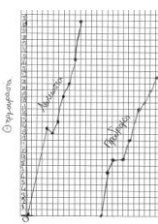
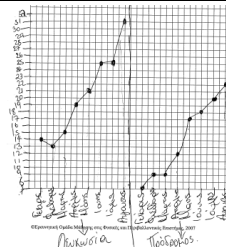
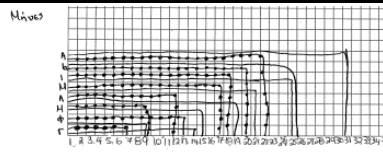
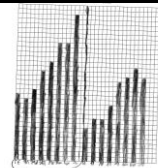
Τυπικές απαντήσεις στο έργο 19 από το δείγμα 1 (n=337)

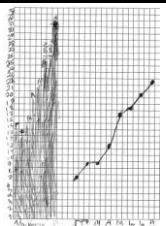
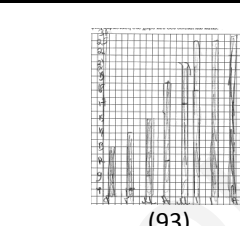
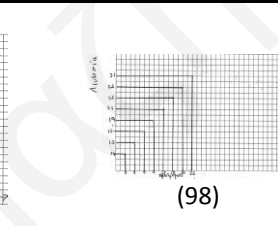
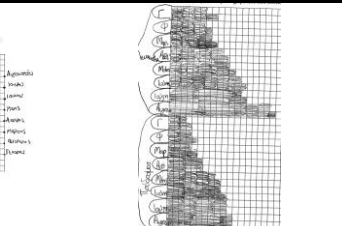
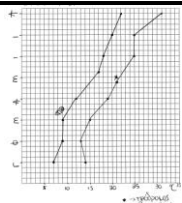
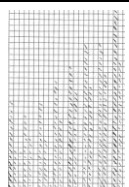
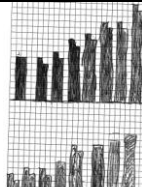
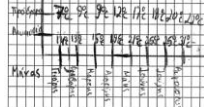
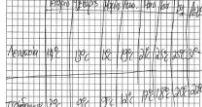
περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
<p>επίπεδο VII</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(1) (28) (112) (303)</p>
<p>επίπεδο VI</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(75) (144) (296)</p>
<p>επίπεδο V</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 <p>(91) (235) (297)</p>
<p>επίπεδο IV</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές</p>	 <p>(106) (186) (277)</p>

<p>επίπεδο III</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 <p>(93)</p>	 <p>(114)</p>	 <p>(173)</p>	
<p>επίπεδο II</p>	<p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(109)</p>	 <p>(187)</p>		
<p>επίπεδο I</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(7)</p>	 <p>(161)</p>	 <p>(229)</p>	 <p>(285)</p>
<p>επίπεδο 0</p>	<p>Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα</p>	 <p>(150)</p>	 <p>(266)</p>	 <p>(293)</p>	 <p>(330)</p>

Πίνακας Π4.20.

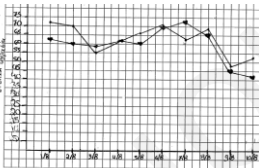
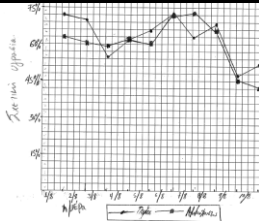
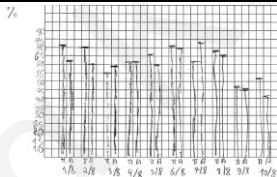
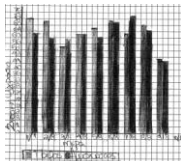
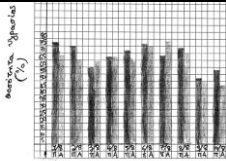
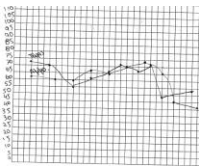
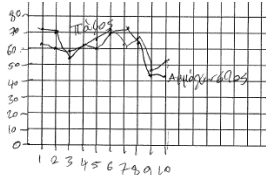
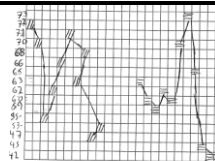
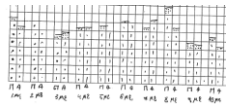
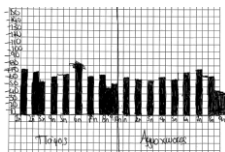
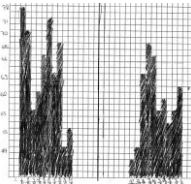
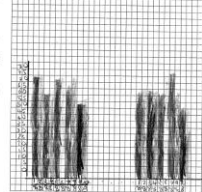
Τυπικές απαντήσεις στο έργο 20 από το δείγμα 1 (n=337)

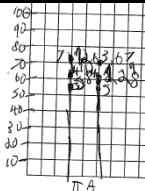
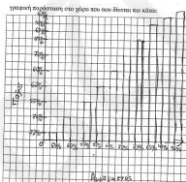
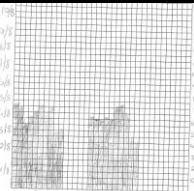
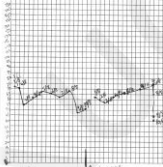
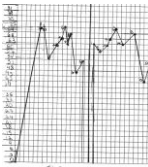
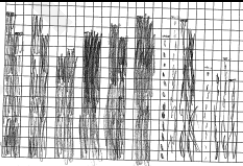
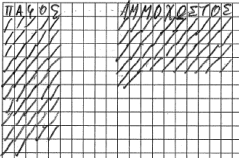
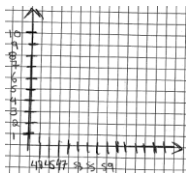


περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
<p>επίπεδο VII</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(19)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(145)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(294)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο VI</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(86)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(144)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(258)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο V</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(14)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(84)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(91)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(335)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο IV</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(130)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(242)</p> </div> </div>

<p>επίπεδο III</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 <p>(3)</p>	 <p>(93)</p>	 <p>(98)</p>	 <p>(215)</p>
<p>επίπεδο II</p>	<p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(108)</p>			
<p>επίπεδο I</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(52)</p>	 <p>(238)</p>		
<p>επίπεδο 0</p>	<p>Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα</p>	 <p>(88)</p>	 <p>(150)</p>		

Πίνακας Π4.21.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 21 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
<p>επίπεδο VII</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(112)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(299)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο VI</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(104)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(120)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(265)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο V</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(94)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(141)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(170)</p> </div> </div>
<p>επίπεδο IV</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(35)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(110)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(230)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(283)</p> </div> </div>

<p>επίπεδο III</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 <p>(74)</p>	 <p>(97)</p>	 <p>(167)</p>
<p>επίπεδο II</p>	<p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>100</p>	 <p>(330)</p>	
<p>επίπεδο I</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(55)</p>	 <p>(209)</p>	
<p>επίπεδο 0</p>	<p>Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα</p>	 <p>(83)</p>	 <p>(159)</p>	 <p>(192)</p>

Πίνακας Π4.22.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 22 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Απομονώνει μια μεταβλητή, στηριζόμενος στις τιμές της ίδιας αλλά και άλλων μεταβλητών, τις οποίες αποκλείει.	«επηρέασε την απόδοση των αθλητών η ημερήσια τους προπόνηση γιατί μόνο εκείνοι οι δύο προπονήθηκαν 2 ώρες ενώ οι άλλοι προπονήθηκαν παραπάνω. Δεν μπορούν να είναι τα άλλα στοιχεία, γιατί τα άλλα στοιχεία έχουν τα ίδια και οι υπόλοιποι παίκτες» (2), «οι αθλητές Β και Γ έχουν κοινή ηλικία με μερικούς από τους τρεις καθώς και ίδιες μάρκες παπουτσιών με μερικούς από τους τρεις. Τρώνε επίσης το ίδιο φαγητό με μερικούς από τους τρεις, όμως δεν κάνουν την ίδια προπόνηση με κανένα από τους τρεις» (299), «οι ώρες της ημερήσιας προπόνησης επηρέασε την απόδοση των αθλητών. Είναι λιγότερες από τους άλλους και μόνο αυτοί προπονήθηκαν 2 ώρες. Ενώ υπάρχουν άλλοι που έχουν την ίδια ηλικία και μάρκα παπουτσιών με αυτούς, και έφαγαν και άλλοι ότι έφαγαν και αυτοί πριν το παιχνίδι» (324)
επίπεδο III Απομονώνει μια μεταβλητή και στηρίζεται μόνο στις τιμές της χωρίς να αντιπαραβάλει με άλλες και να τις αποκλείει.	«Οι Β και Γ έκαναν ημερήσια προπόνηση 2 ώρες ενώ οι άλλοι έκαναν πιο πολλές ώρες» (4), «νομίζω ότι επηρέασε την απόδοσή τους η ημερήσια προπόνηση γιατί είναι κοινή» (72), «η απόδοση των αθλητών επηρεάστηκε από την ημερήσια προπόνηση που ήταν 2 ώρες ενώ οι υπόλοιποι 3-4 ώρες» (158), «επηρέασε η ημερήσια προπόνηση γιατί και οι δυο τους είχαν 2 ώρες προπόνηση κάθε μέρα ενώ οι άλλοι περισσότερο» (326)
επίπεδο II Επαναλαμβάνει δεδομένα του πίνακα. Εντοπίζει μεταβλητές, αλλά δεν συγκρίνει τις τιμές τους, δεν αντιπαραβάλει στοιχεία για να απομονώσει κάποια ή να αποκλείσει άλλες	«επηρέασε την ημερήσια προπόνηση και τι έφαγαν πριν το παιχνίδι γιατί τον Α έκανε 4 ώρες αλλά έφαγε σουβλάκια. Του Δ έκανε 3 ώρες προπόνηση και έφαγε σάντουιτς και του Ε έκανε 3 ώρες προπόνηση και έφαγε σουβλάκια» (18), «είναι οι ώρες που έκαναν προπόνηση» (58), «το Β και το Γ προπονήθηκαν μόνο 2 ώρες και έφαγαν μόνο σάντουιτς» (177), «ο Γ είναι 1 χρόνο πιο νέος από τον Β» (255), «κάποιοι είναι 24 χρονών, άλλοι 23 και άλλοι 22» (319)
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας	«τα παπούτσια τους γιατί το κάτω σχήμα των παπουτσιών μπορεί να επηρεάζει το πάτωμα» (9), «τους επηρέασε η ώρα προπόνησης» (68), «γιατί έκαναν δύο ώρες προπόνηση μόνο» (86), «αυτό που επηρέασε τους δύο καλαθοσφαιριστές ήταν η ημερήσια προπόνησή τους. Δεν προετοιμάστηκαν αρκετά για τον αγώνα, αντιθέτως με τους άλλους αθλητές» (121), «δεν έκαναν συχνά προπόνηση και ο ένας και ο άλλος και γι' αυτό» (277)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«η απόδοσή τους επηρεάστηκε από τις ώρες που έκαναν προπόνηση» (47), «ναι, γιατί τα κάνουν όλα καλά» (207), «το φαγητό γιατί που τέλειωσαν το παιχνίδι έφαγαν αμέσως» (316)

Πίνακας Π4.23.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 23 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Απομονώνει μια μεταβλητή, στηριζόμενος στις τιμές της ίδιας αλλά και άλλων μεταβλητών, τις οποίες αποκλείει.	«το χρώμα του περιτυλίγματος στα παγωτά του Δημήτρη και του Αλέκου είναι κόκκινο και του Λευτέρη είναι κόκκινο, αλλά η μάζα του είναι 100g ενώ του Δημήτρη και του Αλέκου η μάζα του παγωτού τους είναι 80g» (88), «επειδή είναι 80g έλιωσαν. Επειδή γεύση σοκολάτα και φράουλα υπάρχουν κι άλλα που δεν έλιωσαν το ίδιο και με το κόκκινο περιτύλιγμα συν την τιμή. Το μόνο που έμεινε είναι τα 80g, κανένα άλλο παγωτό δεν έλιωσε και κανένα δεν είναι 80g» (276), «πιστεύω πως η μάζα παίζει ρόλο. Αυτό το νομίζω γιατί τα δύο παγωτά που έλιωσαν είναι τα μόνα που έχουν μάζα 80g ενώ υπάρχουν κι άλλα παγωτά που έχουν την ίδια γεύση, χρώμα και τιμή και δεν έλιωσαν» (331)
επίπεδο III Απομονώνει μια μεταβλητή και στηρίζεται μόνο στις τιμές της χωρίς να αντιπαραβάλει με άλλες και να τις αποκλείει.	«νομίζω πως η μάζα των παγωτών επηρέασε το χρόνο που χρειάζονται για να λιώσουν τα παγωτά γιατί είναι τα μόνα που ζυγίζουν 80g» (11), «επηρέασε η μάζα του παγωτού γιατί είναι 80g ενώ τα υπόλοιπα έχουν διαφορετική μάζα» (50), «έχουν διαφορετικά γραμμάρια από τα άλλα παγωτά» (232), «το παγωτό του Δημήτρη και του Αλέκου έχουν την ίδια μάζα παγωτού αλλά τα άλλα όλα είναι διαφορετικά» (275)
επίπεδο II Επαναλαμβάνει δεδομένα του πίνακα. Εντοπίζει μεταβλητές, αλλά δεν συγκρίνει τις τιμές τους, δεν αντιπαραβάλει στοιχεία για να απομονώσει κάποια ή να αποκλείσει άλλες	«επειδή η μάζα των παγωτών του Δημήτρη και του Αλέκου ήταν 80g» (10), «επειδή και τα δύο ήταν 80g» (77) «πιστεύω επηρεάζει η μάζα γιατί τα παγωτά του Δημήτρη και του Αλέκου έχουν την ίδια μάζα» (107), «νομίζω πως τα παγωτά τα επηρέασε το βάρος τους γιατί και τα δύο παγωτά που έλιωσαν είχαν το ίδιο βάρος» (160), «επειδή τα γραμμάρια είναι τα ίδια ακριβώς» (246)
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας	«επηρέασε η μάζα τους» (54), «επηρέασε το μέγεθος τους γιατί είναι μέτριου μεγέθους. Το μικρό παγώνει γρήγορα αλλά το μεγάλο πιο αργά. Όμως δεν έλιωσε γιατί ήταν 100g» (132), «το χρόνο που χρειάστηκαν να λιώσουν τα παγωτά είναι η μάζα τους. Γιατί όσο πιο μεγάλο είναι το παγωτό τόσο πιο εύκολα λιώνει. Όσο πιο μικρό είναι τόσο πιο δύσκολα λιώνει» (266)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«ο Αντρέας έχει φράουλα και κίτρινο και έχει μάζα 80g και η τιμή του είναι 60σ» (7), «πιστεύω τη μάζα γιατί είναι πιο μικρό και έτσι θα λιώσει πιο γρήγορα» (127), «εγώ νομίζω ότι τα παγωτά των 2 παιδιών έλιωσαν επειδή φταίει η μάζα. Επειδή είχε 80g και θα ήθελε περισσότερο χρόνο να παγώσει» (329)

Πίνακας Π4.24.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 24 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Απομονώνει μια μεταβλητή, στηριζόμενος στις τιμές της ίδιας αλλά και άλλων μεταβλητών, τις οποίες αποκλείει.	«επηρέασε τη βύθιση των δοχείων η μάζα του δοχείου. Η μάζα του δοχείου είναι η ίδια μόνο στα δύο δοχεία ενώ τα άλλα στοιχεία τους τα έχουν και τα άλλα δοχεία έτσι αν ένα από τα άλλα στοιχεία επηρέασε τη βύθιση του θα επηρέαζε και τα άλλα. Έτσι η μάζα του δοχείου επηρέασε τη βύθιση» (2), «Η μάζα του δοχείου επηρεάζει τη βύθισή του. Δεν είναι το χρώμα που επηρεάζει τη βύθιση γιατί και το Α δοχείο είναι πράσινο. Δεν είναι η χωρητικότητα του δοχείου και το Β με το Γ έχουν 250 cm χωρητικότητα» (332)
επίπεδο III Απομονώνει μια μεταβλητή και στηρίζεται μόνο στις τιμές της χωρίς να αντιπαραβάλει με άλλες και να τις αποκλείει.	«γιατί αυτά τα δύο είναι 200g τα άλλα είναι διαφορετικά» (10), «Πιστεύω πως φταίει η μάζα δοχείου γιατί είναι το μόνο δεδομένο που έχουν ίδιο και δεν έχουν άλλα δοχεία» (90), «επηρέασαν η μάζα κάθε δοχείο. Ήταν 200g το κάθε ένα και κανένα άλλο δοχείο εκτός των δύο δεν είχε μάζα 200g» (302), «τη βύθιση / πλεύση των δοχείων επηρέασε η μάζα του δοχείου. Η μάζα είναι η ίδια στα δοχεία που έχουν βυθιστεί και κανένα από τα δοχεία που επιπλέουν έχει την ίδια μάζα με αυτά τα δύο» (324)
επίπεδο II Επαναλαμβάνει δεδομένα του πίνακα. Εντοπίζει μεταβλητές, αλλά δεν συγκρίνει τις τιμές τους, δεν αντιπαραβάλει στοιχεία για να απομονώσει κάποια ή να αποκλείσει άλλες	«εγώ νομίζω ότι το χρώμα δοχείου επηρεάζει τη βύθιση / πλεύση των δοχείων επειδή το χρώμα είναι το ίδιο και η μάζα του δοχείου είναι επίσης το ίδιο» (18), «πιστεύω πως είναι η μάζα που επηρεάζει τη βύθιση / πλεύση των σωμάτων γιατί αυτά τα δύο έχουν ίδια μάζα και αυτά τα δύο βυθίζονται» (80), «και τα δύο είναι πράσινα και όχι πολύ βαριά Πιστεύω πως ίσως μετρούν τα χρώματα» (164), «μπορεί το χρώμα πράσινο μπορεί να βυθίζεται. Αυτό σκέφτηκα γιατί η μόνη ομοιότητά τους είναι το χρώμα» (322)
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας	«την επηρεάζει η μάζα δοχείου» (99), «με βάση τα δεδομένα βυθίζονται το Γ και το Ε γιατί η μάζα των δοχείων και η χωρητικότητά τους αφήνουν χώρο κενό 50 – 100g, ενώ τα υπόλοιπα από 100 και άνω» (143), «επειδή είναι πιο βαρετά, πιο μεγάλα και βυθίζονται» (168), «νομίζω τη βύθιση την επηρέασε η χωρητικότητα του, δηλαδή το βάρος κι έτσι το δοχείο βυθίζεται» (254)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	

Πίνακας Π4.25.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 25 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκρίσεις συγκεκριμένων τιμών από το ραβδόγραμμα	«είναι ο πεύκος και ο πλάτανος. Το έλατο έχει 21, ενώ ο πεύκος 23 και ο πλάτανος 26» (75) «το πεύκο και ο πλάτανος είναι περισσότερα από το έλατο. Γιατί το έλατο είναι 21, το πεύκο 23 και ο πλάτανος 26» (262), «τα δέντρα που είναι περισσότερα από το έλατο είναι 2, ο πεύκος και ο πλάτανος γιατί ο πεύκος και ο πλάτανος είναι 23 και 26, ενώ το έλατο είναι 21» (335)
επίπεδο III	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκεκριμένες τιμές από το ραβδόγραμμα χωρίς να κάνει συγκρίσεις ή αναφέρει μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«ο πεύκος και ο πλάτανος είναι περισσότεροι από το έλατο. Ο πεύκος είναι 1 περισσότερο από το έλατο και ο πλάτανος 4 περισσότερα» (43), «ο πεύκος και ο πλάτανος είναι, ο πεύκος είναι 23 και 26 πλάτανος» (51), «το πεύκο και ο πλάτανος. Τα πεύκα 2 περισσότερα και οι πλάτανοι 5 περισσότερα» (204), «το πεύκο είναι 23 και ο πλάτανος που είναι 26» (226), «ο πλάτανος γιατί είναι 26 και το πεύκο γιατί είναι 25» (316)
επίπεδο II	Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στο ραβδόγραμμα, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές ή διαβάζει λάθος τιμές από το ραβδόγραμμα	«χρησιμοποίησα τους αριθμούς και τις γραμμές. Εγώ βρήκα τον πεύκο και τον πλάτανο» (38), «ο πλάτανος και ο πεύκος. Τα δεδομένα που χρησιμοποίησα ήταν οι αριθμοί των δέντρων» (91), «τα δέντρα πεύκοι και πλάτανοι είναι περισσότερα από τα έλατα. Βλέπουμε τη στήλη του έλατου και των άλλων και βλέπουμε πως τα πεύκα και οι πλάτανοι είναι περισσότερα» (160), «ο πλάτανος και ο πεύκος. Με βοήθησε να καταλάβω τα μαυρισμένα κουτάκια» (212), «το πεύκο και ο πλάτανος. Χρησιμοποίησα τα είδη δέντρων και τον αριθμό δέντρων» (284)
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει το ραβδόγραμμα ως ρεαλιστική απεικόνιση	«το κάθε δέντρο είναι διαφορετικό κι γι' αυτό άλλα είναι μικρότερα άλλα μεγαλύτερα» (12), «ο πλάτανος και ο πεύκος» (222), «το πεύκο και ο πλάτανος είναι περισσότερα από το έλατο» (279)
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«το έλατο γιατί είναι το καλύτερο» (103)

Πίνακας Π4.26.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 26 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Στηρίζει την απάντησή του σε συγκρίσεις συγκεκριμένων τιμών από το ραβδόγραμμα	«το λιοντάρι και η αρκούδα διότι ο ελέφαντας 40km, το λιοντάρι 80km κι η αρκούδα 45km» (44), «η αρκούδα και το λιοντάρι είναι πιο γρήγορα από τον ελέφαντα. Στο μέσο όρο ταχύτητας ο ελέφαντας έχει 35km/h ενώ η αρκούδα 48km/h και το λιοντάρι 80km/h» (134), «το λιοντάρι και η αρκούδα είναι πιο γρήγορα από τον ελέφαντα γιατί τρέχουν με 80 και 47 χιλιόμετρα ενώ ο ελέφαντας με 35km» (256)
επίπεδο III Στηρίζει την απάντησή του σε συγκεκριμένες τιμές από το ραβδόγραμμα χωρίς να κάνει συγκρίσεις ή αναφέρει μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«Τα ζώα που είναι γρηγορότερα από τον ελέφαντα είναι η αρκούδα και το λιοντάρι. Τη γραφική παράσταση τη χρησιμοποίησα ανάλογα με τα χιλιόμετρα. Το λιοντάρι έκανε 80 χιλιόμετρα και η αρκούδα έκανε 48 χιλιόμετρα» (4), «το λιοντάρι και η αρκούδα γιατί είναι 80 και η αρκούδα 47» (78), «η αρκούδα με 13 περισσότερα από τον ελέφαντα. Το λιοντάρι με 45 περισσότερα από τον ελέφαντα» (110), «η αρκούδα με 47 και το λιοντάρι με 80» (224)
επίπεδο II Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στο ραβδόγραμμα, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές ή διαβάσει λάθος τιμές από το ραβδόγραμμα	«είναι το λιοντάρι γιατί η στήλη είναι πιο ψηλά από τον ελέφαντα» (34), «η αρκούδα και το λιοντάρι είναι γρηγορότερα. Τα στοιχεία που χρησιμοποίησα ήταν η στήλη του μέσου όρου ταχύτητας των ζώων όπως και αργότερα το είδος του ζώου για να βρω ποια ήταν τα γρηγορότερα» (117), «δύο ζώα είναι γρηγορότερα από τον ελέφαντα. Το λιοντάρι και η αρκούδα. Έβαλα το χέρι μου στο τέλος της στήλης του ελέφαντα και κοίταξα ποια στήλη είναι ψηλότερη από αυτήν» (165), «τα ζώα που είναι γρηγορότερα από τον ελέφαντα είναι 2, η αρκούδα και το λιοντάρι. Για να σκεφτώ την απάντησή μου χρησιμοποίησα από τη γραφική παράσταση το είδος των ζώων και το μέσο όρο ταχύτητας» (292)
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει το ραβδόγραμμα ως ρεαλιστική απεικόνιση	«το λιοντάρι και η αρκούδα γιατί είναι πιο λεπτά και μπορούν να τρέξουν πιο γρήγορα» (22), «τα ζώα που είναι γρηγορότερα από τον ελέφαντα είναι το λιοντάρι, η αρκούδα και το γουρούνι γιατί τρέχουν κι αυτά τα ζώα όπως τον ελέφαντα» (99), «μόνο η αρκούδα και το λιοντάρι είναι γρηγορότερα από τον ελέφαντα, δηλαδή όσα είναι μεγαλύτερο μέσο όρο ταχύτητας» (175), «το λιοντάρι και η αρκούδα γιατί το λιοντάρι να είδε τα βήματα των άλλων που έτρεχαν» (251), «το γουρούνι από τα ζώα όλα είναι το πιο μικρή η ποσότητα» (270)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«το είδος και το μέσο όρο» (103)

Πίνακας Π4.27.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 27 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκρίσεις συγκεκριμένων τιμών από το ραβδόγραμμα	«Η Νίκη μόνο έκανε γιατί η Ελένη έφερε τα 75 και η Νίκη 80» (78), «ένα μόνο κορίτσι κάνει περισσότερα βήματα από την Ελένη και είναι η Νίκη. Γιατί η Ελένη κάνει περίπου 75 βήματα και η Νίκη 80» (137), «ένα κορίτσι κάνει περισσότερα βήματα από την Ελένη κι είναι η Νίκη γιατί στη γραφική παράσταση δείχνει ότι η Ελένη κάνει 75 βήματα ενώ η Νίκη 80» (244), «μόνο η Νίκη επειδή η Ελένη έκανε 75 βήματα ενώ η Νίκη έκανε 80 βήματα. Έτσι έχουνε 5 βήματα διαφορά» (282)
επίπεδο III	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκεκριμένες τιμές από το ραβδόγραμμα χωρίς να κάνει συγκρίσεις ή αναφέρει μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«Μόνο ένα κορίτσι κάνει περισσότερα βήματα από την Ελένη. Είναι η Νίκη και περπατά 5 βήματα περισσότερα. Γιατί η Ελένη έκανε 75 βήματα» (43), «Η Νίκη κάνει 5 βήματα περισσότερα από την Ελένη. Για να βρω την απάντηση χρησιμοποίησα τα δεδομένα του ονόματος και του αριθμού των βημάτων» (157), «Η Νίκη γιατί κάνει 80 βήματα ενώ οι άλλες κάνουν πιο λίγα» (306)
επίπεδο II	Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στο ραβδόγραμμα, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές ή διαβάσει λάθος τιμές από το ραβδόγραμμα	«ένα κορίτσι κάνει παραπάνω βήματα από την Ελένη και αυτό είναι η Νίκη. Η ράβδος της Νίκης είναι μεγαλύτερη από της Ελένης και εξάλλου στον αριθμό βημάτων, ο αριθμός της Νίκης είναι μεγαλύτερος από της Ελένης. Επίσης οι βοηθητικές γραμμές με βοήθησαν να το καταλάβω» (2), «η Νίκη έκανε περισσότερα βήματα από την Ελένη και έκανε 15 βήματα περισσότερα. Γιατί η Νίκη έκανε 80 βήματα ενώ η Ελένη έκανε 65» (45), «η Νίκη είναι 10 βήματα παραπάνω από την Ελένη. Τα άλλα κορίτσια είναι πιο λίγα βήματα από την Ελένη» (100), «Η Νίκη κάνει περισσότερα βήματα από την Ελένη, γιατί η Νίκη κάνει 80 βήματα και η Ελένη κάνει 60,5» (227)
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει το ραβδόγραμμα ως ρεαλιστική απεικόνιση	«Η Νίκη έχει πιο μεγάλο διάδρομο στη γραφική παράσταση. Η Μαρία έχει πιο μεγαλύτερο διάδρομο στη γραφική παράσταση. Η Ελένη έχει το μισό της Νίκης. Η Δέσπω έχει μικρότερη» (15), «Μόνο η Νίκη με μισό βήμα παραπάνω» (169), «κοίταξα ποια ήταν η μεγαλύτερη» (279)
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«Η Ελένη βελτιώθηκε πιο πολύ από τη Μαρία» (53)

Πίνακας Π4.28.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 28 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις	
επίπεδο V	Χρησιμοποιεί δύο σημεία της γραφικής παράστασης και τα συγκρίνει επαρκώς, αναφερόμενος σε συγκεκριμένες τιμές από τη γραφική παράσταση	«ο Σταύρος γιατί άρχισε από τις 9:30 και τέλειωσε στις 11:30 και ο Κώστας άρχισε από τις 8:00 έως τις 11:00» (20), «πιο γρήγορος ήταν ο Σταύρος γιατί από τις 9 ως τις 11:30 είναι 2 ώρες, ενώ ο Κώστας από τις 8:00 ως τις 11:00 είναι 3 ώρες» (261), «ο πιο γρήγορος από τους 2 φίλους είναι ο Κώστας γιατί ξεκίνησε η ώρα 8:00 και έφτασε η ώρα 11:00. Ενώ ο Σταύρος ξεκίνησε η ώρα 9:30 και έφτασε η ώρα 11:30» (329)
επίπεδο IV	Συγκρίνει δύο σημεία (αρχική και τελική κατάσταση), αναφέροντας τιμές μιας παραμέτρου ή αναφέροντας μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«ο πιο γρήγορος είναι ο Σταύρος. Γιατί έκανε 2 ώρες για να φθάσει ενώ ο Κώστας έκανε 3 ώρες» (41), «ο Σταύρος γιατί ξεκίνησε στις 8:30 και έφτασε στον προορισμό του στις 11:30» (135), «ο Σταύρος είναι ο γρηγορότερος. Ο Κώστας χρειάστηκε 3:30 ώρες για να διανύσει 4,5km, ενώ ο Σταύρος χρειάστηκε 2 ώρες για να διανύσει 4,5km» (265)
επίπεδο III	Εστιάζει μόνο σε μια παράμετρο ενός σημείου του ενός άξονα χωρίς αναφορά στην άλλη (συνήθως στο πρώτο ή στο καταληκτικό σημείο) ή αναφέρει διάφορες τιμές από τη γραφική παράσταση χωρίς να τις συγκρίνει ή να καταλήγει σε συμπέρασμα. Μπερδεύει τα μεγέθη του οριζόντιου και του κάθετου άξονα ή διαβάζει λάθος τιμές	«ο Σταύρος γιατί ο Σταύρος ξεκίνησε η ώρα 9:30 ενώ ο Κώστας ξεκίνησε η ώρα 8:00» (52), «Ο Σταύρος. Βρήκα ότι πήγε η ώρα 9:30 σε χρόνο και στην απόσταση 4,5km» (97), «Ο Κώστας γιατί τέλειωσε η ώρα 11:00» (161), «ο Σταύρος γιατί ξεκίνησε 1:30 ώρα πιο γρήγορα από τον Κώστα» (251), «Πιστεύω ότι ο Σταύρος διέσχισε πρώτος την πεζοπορία γιατί ο Κώστας έκανε 11:00 και ο Σταύρος 11:30» (291), «ο Σταύρος αφού σε 2 ώρες ήταν εκεί ενώ ο Κώστας ήταν εκεί σε 11:00» (303)
επίπεδο II	Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στη γραφική παράσταση, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές	«ο Σταύρος ήταν πιο γρήγορος από τον Κώστα, αυτό φαίνεται και στη γραφική παράσταση» (23), «ο Κώστας και τα δεδομένα που χρησιμοποίησα ήταν ο χρόνος» (107), «ο Κώστας γιατί έφυγε πιο αργά αλλά έφτασε πιο γρήγορα. Ο Σταύρος έφυγε πιο αργά και έφτασε πιο αργά» (177), «Ο Κώστας. Η απόσταση. Οι κουκκίδες με τα τετράγωνα» (245), «Πιστεύω ότι ο Σταύρος ήταν ο πιο γρήγορος. Μελέτησα προσεκτικά την απόσταση και το χρόνο. Του πήρε λιγότερο χρόνο» (333)
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση	«Ο Σταύρος γιατί ξεκίνησε πιο αργά και σε ένα σημείο συνάντησε τον Κώστα» (10), «γρηγορότερος ήταν ο Κώστας γιατί ξεκίνησε έκανε περισσότερη απόσταση από το Σταύρο» (76), «Ο Σταύρος ξεκίνησε πιο αργά αλλά ακολούθησε πιο εύκολη διαδρομή» (224)
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	

Πίνακας Π4.29.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 29 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις	
επίπεδο V	Χρησιμοποιεί δύο σημεία της γραφικής παράστασης και τα συγκρίνει επαρκώς, αναφερόμενος σε συγκεκριμένες τιμές από τη γραφική παράσταση	«Η Ελένη έχει μεγαλύτερη βελτίωση γιατί από 11 έφτασε στο 17 ενώ η Μαρία από 14 πήρε 19» (65), «τη μεγαλύτερη βελτίωση έκανε η Ελένη γιατί από τα 11 έφτασε μέχρι τα 19 ενώ η Μαρία από τα 14 στα 20» (244), «Η Ελένη γιατί οι βαθμοί της κυμαίνονται από 11-17 ενώ της Μαρίας από 14 – 19 και το range της Ελένης είναι μεγαλύτερο» (297)
επίπεδο IV	Συγκρίνει δύο σημεία (αρχική και τελική κατάσταση), αναφέροντας τιμές μιας παραμέτρου ή αναφέροντας μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«Η Ελένη έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση γιατί από το 11 πήγε στο 19» (3), «Εγώ νομίζω είναι η Μαρία γιατί είναι 14 και μετά πήγε 19» (94), «Πιστεύω ότι η Μαρία έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση γιατί βάση της γραφικής παράστασης ψήλωσε το βαθμό της κατά 6 μονάδες, ενώ η Ελένη 5 μονάδες» (128)
επίπεδο III	Εστιάζει μόνο σε μια παράμετρο ενός σημείου του ενός άξονα χωρίς αναφορά στην άλλη (συνήθως στο πρώτο ή στο καταληκτικό σημείο) ή αναφέρει διάφορες τιμές από τη γραφική παράσταση χωρίς να τις συγκρίνει ή να καταλήγει σε συμπέρασμα. Μπερδεύει τα μεγέθη του οριζόντιου και του κάθετου άξονα ή διαβάζει λάθος τιμές	«Η Ελένη έκανε πιο πολύ πρόοδο γιατί οι βαθμοί της ψήλωσαν. Από 10,2 και πήγε 15,5» (17), «Η Μαρία γιατί στο 1 πήρες 14, 2 πήρε 15, 3 πήρε 17, 4 πήρε 17, στο 5 19 στο 6 πήρε 20 και 7 17» (83), «η Μαρία έκανε την καλύτερη βελτίωση επειδή η Ελένη πήρε 11 ενώ η Μαρία πήρε 14. Έτσι φαίνεται η βελτίωση της Μαρίας από την Ελένη» (238), «Η Ελένη έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση γιατί πήρε 11, 12, 15, 16, 18, 19, 17» (288)
επίπεδο II	Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στη γραφική παράσταση, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές	«Η Ελένη έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση. Το είδα από τη γραμμή» (95), «Τη μεγαλύτερη βελτίωση την έκανε η Μαρία. Μας εξήγησαν οι αριθμοί» (167), «χρησιμοποίησα τη στήλη με την επίδοση και τη στήλη με το διαγνωστικό δοκίμιο. Βρήκα ότι η Ελένη έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση» (232)
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση	«Η Ελένη έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση γιατί στην αρχή είχε μικρότερη απόδοση και στο τέλος είχε περίπου την ίδια απόδοση με τη Μαρία» (155), «η Ελένη έκανε περισσότερη βελτίωση γιατί ανέβαινε και μια φορά κατέβηκε ενώ η Μαρία ανέβαινε, έμεινε μια φορά στάσιμη, ανέβηκε και κατέβηκε» (234)
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«οι δύο μαθήτριες έκαναν μια γραφική παράσταση γιατί η Μαρία έχει πιο μεγαλύτερη από την Ελένη» (15)

Πίνακας Π4.30.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 30 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο V Χρησιμοποιεί δύο σημεία της γραφικής παράστασης και τα συγκρίνει επαρκώς, αναφερόμενος σε συγκεκριμένες τιμές από τη γραφική παράσταση	«Ο Ανδρέας έκανε μεγαλύτερη διαφορά επειδή όταν τον πρώτο μήνα ο Ανδρέας 2,5kg και ο Ιάκωβος 3,2kg. Τον 12 ^ο μήνα ο Ανδρέας 7,9kg και ο Ιάκωβος 7,5» (13), «Ο Αντρέας γιατί από 2,5kg μέχρι τα 7,5kg υπάρχει διαφορά 5 kg, ενώ ο Ιάκωβος από τα 3,2kg πήγε στα 2,7 που έχουν διαφορά 4,5kg» (119), «τη μεγαλύτερη διαφορά βάρους την έκανε ο Αντρέας γιατί ενώ ήταν 2,5kg έφτασε μέχρι τα 7,9kg (διαφορά = 5,4kg). Ο Ιάκωβος ενώ ήταν 3,1kg έφτασε μέχρι τα 7,5kg (διαφορά = 4,4 kg) (265)
επίπεδο IV Συγκρίνει δύο σημεία (αρχική και τελική κατάσταση), αναφέροντας τιμές μιας παραμέτρου ή αναφέροντας μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«Ο Αντρέας έκανε τη μεγαλύτερη διαφορά στο βάρος γιατί ήταν 2,5 kg και πήγε 7,9 kg. Βρήκα την απάντησή μου είχε πάνω στις γραμμές τις γραφικής παράστασης» (3), «Το παιδί που έκανε τη μεγαλύτερη διαφορά στο βάρος του είναι ο Αντρέας. Γιατί έβαλε περίπου 5kg, ενώ ο Ιάκωβος έβαλε περίπου 4 kg» (128), «ο Αντρέας έκανε τη μεγαλύτερη διαφορά στο βάρος του, γιατί από τον 1 ^ο μήνα μέχρι το 12 ^ο το βάρος του αυξήθηκε κατά 5kg, ενώ του Ιάκωβου είχε αυξηθεί μόνο κατά 4,4 kg» (290)
επίπεδο III Εστιάζει μόνο σε μια παράμετρο ενός σημείου του ενός άξονα χωρίς αναφορά στην άλλη (συνήθως στο πρώτο ή στο καταληκτικό σημείο) ή αναφέρει διάφορες τιμές από τη γραφική παράσταση χωρίς να τις συγκρίνει ή να καταλήγει σε συμπέρασμα. Μπερδεύει τα μεγέθη του οριζόντιου και του κάθετου άξονα ή διαβάζει λάθος τιμές	«το μεγαλύτερο βάρος το έκανε ο Ιάκωβος γιατί πήγε 3,2 ενώ ο Αντρέας πήγε 2,5» (76), «Ο Ιάκωβος γιατί ξεκίνησε από το 2 ½ και πήγε στο 8 ¾» (136), «Ο Ιάκωβος γιατί τον 1 ^ο , 2 ^ο , 3 ^ο , 4 ^ο , 5 ^ο , 6 ^ο , 7 ^ο , 8 ^ο , 9 ^ο , 10 ^ο , ήτανε πιο βαρετός, ενώ τον 11 ^ο μήνα ήταν το ίδιο. Μόνο που το 12 ^ο μήνα ζύγιζε περισσότερο ο Αντρέας» (162), «Ο Ιάκωβος γιατί 3,2: 12 ^ο ενώ ο Αντρέας είναι 2,5 12 ^ο » (220), «Ο πιο βαρύς είναι ο Αντρέας γιατί ο Αντρέας είναι 7,9 ενώ ο Ιάκωβος 7,5» (309)
επίπεδο II Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στη γραφική παράσταση, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές	«Ο Ιάκωβος επειδή τετράγωνο που έδειχνε τον Ιάκωβο κάθε φορά ήταν πιο πάνω από την τελεία» (73), «...με βοήθησαν τα σημεία της γραφικής παράστασης που έδειχναν πόσο βάρος είχε το κάθε παιδί σε σχέση με την ηλικία του» (142), «Ο Αντρέας έκανε τη μεγαλύτερη διαφορά στο βάρος του. Από τη γραφική παράσταση χρησιμοποίησα το βάρος σε κιλά των παιδιών» (268)
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση	«Ο Αντρέας έκανε τη μεγαλύτερη διαφορά» (42), «ο Αντρέας έφαγε το περισσότερο φαγητό γιατί ήταν κάτω και πήγε ψηλά ενώ ο Ιάκωβος ήταν πάνω και πήγε κάτω» (243), «Ο Αντρέας γιατί σαν ήταν πιο κάτω, βρέθηκε πιο πάνω» (308)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«ο Αντρέας έκανε τη μεγαλύτερη διαφορά γιατί αλλάζει το βάρος του» (50)

Πίνακας Π4.31.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 31 από το δείγμα 1 (n=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VI Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς και αντιπαραβάλλοντας δεδομένα και από τις δύο πηγές	«το πράσινο γιατί είναι πολύ κοντά στο 5,5 και είναι και πολύ φθηνό (39σ). Θα μπορούσε να επιλέξει το Αφροδίτη, γιατί και αυτό το σαπούνι είναι κοντά στο 5,5 και συγκεκριμένα έχει τον ίδιο δείκτη οξύτητας με το Πράσινο, μα το σαπούνι Αφροδίτη είναι ακριβότερο από το πράσινο» (117), «η κυρία Μερόπη έχει επιλογή μεταξύ δύο σαπουνιών: Αφροδίτης και Πράσινο που είναι κοντά στο 5,5 και αφού το θέλει φθηνό θα πάρει το πράσινο που είναι κατά 4 σεντ πιο φθηνό από το Αφροδίτη και έχουν τον ίδιο δείκτη οξύτητας» (299)
επίπεδο V Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς δεδομένα από τις δύο πηγές, χωρίς να τα αντιπαραβάλλει	«Το πράσινο γιατί όπως βλέπουμε από την πηγή Β, είναι το πιο φθηνό. Ακόμα έχει pH 5,4 που είναι κοντά στο 5,5 που είναι καλό για το δέρμα σου το pH 5,5 όπως βλέπουμε στην πηγή Α» (1), «το πράσινο γιατί είναι το πιο φθηνό και κοντά στο 5,5» (11) «να επιλέξει το πράσινο, γιατί είναι 5,4 και όσο πιο κοντά είναι στο 5,5 τόσο πιο καλό είναι για το δέρμα της και είναι και 39σ που το θέλει φθηνό» (141)
επίπεδο IV Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας δεδομένα από μόνο μια πηγή	«το πράσινο γιατί είναι το πιο φθηνό» (4), «πράσινο γιατί είναι πιο φτηνό και τη συμφέρει» (226), «το πράσινο που είναι πιο φθηνό από τα άλλα» (240)
επίπεδο III Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές, αλλά τα ερμηνεύει με λανθασμένο τρόπο	«το ροδαλό γιατί έχει ψηλό δείκτη οξύτητας και είναι φτηνότερο από το Σολ που έχει τον ίδιο δείκτη αλλά αντί 40σ είναι 50σ» (138), «το Σολ και το Κασάνδρα γιατί 7,1 και τα δύο» (247)
επίπεδο II Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές χωρίς να τα συγκρίνει	«νομίζω ότι θα έπρεπε να επιλέξει το Απαλέο γιατί είναι 4,7pH και 41σ» (16), «το πράσινο γιατί στοιχίζει 39σ και είναι 5,4» (62), «το πράσινο γιατί είναι φθηνό» (104), «πράσινο και ροδαλό γιατί είναι 39σ και 40σ» (211), «το Αφροδίτη που είναι πολύ κοντά στο 5,5» (249)
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση ή διαβάζει λανθασμένα τιμές από τη γραφική παράσταση ή τον πίνακα	«είναι το ροδαλό γιατί είναι το πιο καλό και το πιο φθηνό» (3), «να πιάσει το σαπούνι που είναι πιο ακριβό τόσο πιο καλό είναι ενώ άλλα που είναι πιο φθηνά έχουν πιο πολλή ποσότητα του σαπουνιού και αυτά είναι πιο άχρηστα» (20), «να πάρει το Απαλέο, γιατί είναι το πιο φτηνό και πιο κοντά στο 5,5» (129), «εγώ νομίζω είναι το Σολ» (217)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«θα πάρει το Απαλέο, Πράσινο, Αφροδίτη» (7), «να διαλέξει το πιο σωστό» (270)

Πίνακας Π4.32.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 32 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VI Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς και αντιπαραβάλλοντας δεδομένα και από τις δύο πηγές	«πρέπει να επιλέξει το Ντόπερμαν γιατί είναι μικρός σε ηλικία και είναι ψηλός. Είναι καλύτερος από το Κόλλευ, γιατί έχουν την ίδια ηλικία αλλά ο Ντόπερμαν είναι πιο ψηλός, όπως τον θέλει» (2), «τον Ντόπερμαν γιατί είναι ο πιο ψηλός και είναι μόνο 28 μηνών. Αν επέλεγε Λαμπρατόρ θα ήταν πιο λίγη η τροφή μα δεν θα ήταν ψηλός σκύλος. Αν διάλεγε Κόλευ θα του έδινε ίση τροφή όση και στον Ντόπερμαν μα και πάλι ο Κόλευ δεν θα είχε το ύψος που είχε ο Ντόπερμαν» (117)
επίπεδο V Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς δεδομένα από τις δύο πηγές, χωρίς να τα αντιπαραβάλλει	«επειδή είναι ο ψηλός και σχεδόν ο μικρότερος» (131), «τον Ντόπερμαν, γιατί είναι ο 2 ^{ος} πιο μικρός και ο πιο ψηλός (186), «τον Ντόπερμαν γιατί είναι 2 ^{ος} σε ηλικία με 28 μηνών και έχει το μεγαλύτερο ύψος με 0,70m» (227)
επίπεδο IV Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας δεδομένα από μόνο μια πηγή	«τον Ντόπερμαν γιατί δεν είναι ούτε πολύ μικρός ούτε πολύ μεγάλος» (103), «τον Ντόπερμαν γιατί είναι πιο ψηλός από το Κόλλευ και το Λαμπρατόρ» (335)
επίπεδο III Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές, αλλά τα ερμηνεύει με λανθασμένο τρόπο	«το Κόλλευ γιατί είναι δεύτερος σε ύψος και σε ηλικία. Ούτε πολύ μεγάλος σε ηλικία, ούτε πολύ μεγάλος σε ύψος» (72), «τον Λαμπρατόρ, γιατί είναι ο πιο μικρός σε ηλικία και ο πιο χαμηλός» (151), «το Κόλλευ γιατί είναι ψηλός δεύτερος σε σειρά και δεν χρειάζεται πολλή τροφή. Δεν επέλεξε το Λαμπρατόρ γιατί χρειάζεται πολλή τροφή» (281)
επίπεδο II Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές χωρίς να τα συγκρίνει	«να επιλέξει το Λαμπρατόρ γιατί είναι και μικρό και κοντό» (9), «ο Ντόπερμαν γιατί είναι μικρός (26) και είναι και ψηλός (0,70m)» (55), «τον Κόλλευ γιατί είναι μικρός και δεν τρώει πάρα πολύ και είναι και ψηλός» (242)
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση ή διαβάζει λανθασμένα τιμές από τη γραφική παράσταση ή τον πίνακα	«το Ντόπερμαν επειδή είναι ψηλός σκύλος, γλυκός και γρήγορος και γι' αυτό ο σκύλος γι' αυτήν είναι ο,τι πρέπει» (12), «πρέπει να πάρει το Ντόπερμαν» (61), «το Μποξέρ γιατί το ύψος του δεν είναι τόσο ψηλά για να το φτάσει» (105), «τον Λαμπρατόρ που θα χρειάζεται πιο λίγη τροφή και θα αργήσει περισσότερο να μεγαλώσει. Έτσι θα τον έχει περισσότερο καιρό» (156), «Πρέπει να επιλέξει τον Λαμπρατόρ. Είδα την ηλικία και το διαπίστωσα» (167), «Λαμπρατόρ για να μπορεί να τον κρατά» (226)
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«όσο πιο μικρό σκύλο θα πάρει θα καταναλώνει πιο πολλή φαί» (79), «τον Ντόπερμαν δεν χρειάζεται πολλή τροφή» (118)

Πίνακας Π4.33.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 33 από το δείγμα 1 (ν=337)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VI	Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς και αντιπαραβάλλοντας δεδομένα και από τις δύο πηγές	«πρέπει να διαλέξει τον ΤΟΝΟ7838. Για να βρω την απάντηση διέγραψα το ΧΡΟΙΑ7007 που ήταν το πιο επικίνδυνο κινητό τηλέφωνο και μετά την ΕΝΤΑΣΗ7875 που είχε την πιο μικρή μήμη. Έπειτα τα δύο άλλα κινητά τηλέφωνα που έμειναν είχαν την ίδια τιμή SAR και επέλεξα αυτό με τη μεγαλύτερη μήμη» (120), «να επιλέξει το κινητό τηλέφωνο «Τόνος» γιατί είναι το δεύτερο μικρότερο σε ηλεκτρομαγνητική ενέργεια μαζί με το κινητό «Ήχος». Το κινητό «Τόνος» όμως έχει περισσότερη μεγαλύτερη μήμη από το κινητό τηλέφωνο «Ήχος» (265)
επίπεδο V	Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς δεδομένα από τις δύο πηγές, χωρίς να τα αντιπαραβάλλει	«ο ΤΟΝΟΣ7838 δεν είναι το μικρότερο SAR, αλλά δεν έχει μεγάλη διαφορά SAR από το μικρότερο. Επίσης έχει μεγάλη διαφορά κάρτας (80MB) από το κινητό με λιγότερο SAR» (90), «το μοντέλο ΤΟΝΟΣ7838 γιατί είναι το μεσαίο στην απορρόφηση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και είναι το δεύτερο στο μέγεθος της κάρτας μνήμης» (173), «τον ΤΟΝΟ γιατί έχει τη δεύτερη τιμή απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και έχει τη δεύτερη περισσότερη μήμη» (248)
επίπεδο IV	Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας δεδομένα από μόνο μια πηγή	«το ΤΟΝΟΣ7838 γιατί έχει μικρή τιμή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και η κάρτα μνήμης τους είναι η δεύτερη σε μέγεθος» (29), «ο ΤΟΝΟΣ7838 γιατί η ακτινοβολία είναι 0,9 και είναι μέγιστη και η μήμη είναι μεγάλη» (286)
επίπεδο III	Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές, αλλά τα ερμηνεύει με λανθασμένο τρόπο	«το ΧΡΟΙΑ7007, γιατί έχει την περισσότερη τιμή απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (SAR) και έτσι δεν είναι πολύ επικίνδυνο για την υγεία» (81), «ΧΡΟΙΑ7007: έχει και μεγάλη τιμή απορρόφησης ακτινοβολίας και την μεγαλύτερη κάρτα μνήμης» (124), «το ΧΡΟΙΑ γιατί η κάρτα μνήμης του είναι 120MB και είναι μεγαλύτερη από τις άλλες» (218)
επίπεδο II	Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές χωρίς να τα συγκρίνει	«το μοντέλο ΤΟΝΟΣ7838 που έχει 0,9 τιμή απορρόφησης και 80MB κάρτα μνήμης» (132), «ο ΗΧΟΣ6106 με μέγεθος κάρτας μνήμης 21MB» (204)
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση ή διαβάζει λανθασμένα τιμές από τη γραφική παράσταση ή τον πίνακα	«διαλέγω τον ΤΟΝΟ και λίγη μήμη» (62), «διάλεξε το μοντέλο 7838. Είναι πολύ καλό σε μήμη» (157), «Το ΧΡΟΙΑ7007 γιατί όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή απορρόφησης είναι καλύτερο για την υγεία» (167), «το ΧΡΟΙΑ 7007 γιατί πρέπει να βρεις τον μεγαλύτερο αριθμό και έτσι θα τον βρεις» (211), «τον ΗΧΟ γιατί είναι πιο χαμηλό» (234), «τον συμφέρει ο ΤΟΝΟΣ βρήκα το μέσο όρο» (276)
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«το ΕΝΤΑΣΗ7875 επειδή είναι πιο λίγη η ένταση» (216), «κανένα, γιατί δεν έχει αυτό που θέλει» (238)

Τυπικές απαντήσεις στο εργαλείο μέτρησης δεξιοτήτων διερεύνησης από το δείγμα 2 (n=337)

Πίνακας Π4.34.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 1 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, θεωρώντας απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχο	«συμφωνώ με την Κική επειδή δεν είναι μόνο η θερμοκρασία που επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών. Τα φυτά μπορεί να επηρεαστούν απ' το φως, το χώμα στο οποίο είναι φυτεμένα κ.α.» (B44 _{pre}), «μπορεί να τα επηρέασε το χώμα. Μπορεί να τα επηρέασε η πολλή σκιά ή ο πολλή ήλιος» (Γ29 _{pre}), «κάτι που μπορεί να επηρεάσει τη ντομάτα είναι και η ζέστη και ο αέρας κ.α.» (Δ57 _{pre})
επίπεδο III Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς ωστόσο να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	«και με τις δύο γιατί μπορεί να είναι και αν το ποτίζεις με νερό, την ποσότητα νερού αλλά και το χώμα» (A8 _{pre}), «συμφωνώ με την Κική γιατί μπορεί να επηρεάζει κάτι άλλο. Η ανάπτυξη του φυτού μπορεί να επηρεάζεται από το νερό. Έχει και λίγο σχέση η θερμοκρασία. Γι' αυτό συμφωνώ και με τις δύο» (Γ8 _{pre}), «γιατί η θερμοκρασία αλλά και η βροχή μπορεί να επηρεάσει το φυτό» (Δ39 _{pre}), «και με τις 2 γιατί μπορεί να επηρεάζει ο ήλιος αλλά και άλλα πράγματα όπως τα καυσαέρια» (E68 _{pre})
επίπεδο II Αναγνωρίζει ότι κάποιες μεταβλητές σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς να αναφέρεται σε συγκεκριμένες ή να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	«και με τις δύο γιατί και η θερμοκρασία επηρέασε, αλλά μπορεί να είναι και κάτι άλλο» (A15 _{pre}), «μπορεί κάτι άλλο να έχει πειράξει» (Γ30 _{pre})
επίπεδο I Αναγνωρίζει μεταβλητές βάσει προηγούμενης εμπειρίας. Δέχεται ή απορρίπτει την επίδραση μιας μεταβλητής χωρίς να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό της έλεγχο	«γιατί το φυτό συνηθίζει στη θερμοκρασία που φυτεύεται και αν αλλαχτεί τότε επηρεάζεται η ανάπτυξή τους» (A13 _{pre}), «συμφωνώ με την Ελένη γιατί όταν αλλάζεις χώρο στα φυτά επηρεάζεται η θερμοκρασία» (B67 _{pre}), «οι ντομάτες για να μεγαλώσουν πρέπει να είναι στη σκιά. Γι' αυτό κάποιοι κηπουροί τις βάζουν στα θερμοκήπια» (Γ20 _{pre}), «μόνο η θερμοκρασία επηρεάζει την ανάπτυξη των ντοματών» (Δ56 _{pre}), «με την Κική γιατί όταν υπάρχει ήλιος και νερό μπορεί να αναπτυχθεί πιο καλά όταν είναι στον ήλιο» (E71 _{pre})
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση, δεν αναγνωρίζει μεταβλητές ή δικαιολογεί τα λεγόμενα των παιδιών	«γιατί δεν ξέρει η Ελένη τόσο καλά, δεν είναι σίγουρη γι' αυτό» (A21 _{pre}), «συμφωνώ με την Κική γιατί μπορεί η Ελένη να μην το φροντίζει καλά» (Γ2 _{pre}), «με την Κική, επειδή δεν μπορεί να μην του προσφέρουν κάτι σημαντικό» (Δ52 _{pre}), «συμφωνώ με την Κική» (E75 _{pre}), «με την Ελένη γιατί είναι πιο σωστή» (Z97 _{pre})

Πίνακας Π4.35.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 2 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV	Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, θεωρώντας απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχο «συμφωνώ με το Μάρκο γιατί μπορεί και κάτι άλλο να επηρέασε τη γεύση του κέικ, π.χ. το γάλα, ο χυμός» (B48 _{mid}), «συμφωνώ με το Μάρκο γιατί κάτι άλλο μπορεί να επηρεάζει τη γεύση του κέικ, όπως η ζάχαρη κτλ» (A3 _{post}), «συμφωνώ με το Μάρκο γιατί μπορεί κάτι άλλο να επηρεάζει τη γεύση του κέικ. Π.χ. να βάλει περισσότερο γάλα ή περισσότερη ζάχαρη» (B59 _{post})
επίπεδο III	Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς ωστόσο να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους «συμφωνώ και με τα δύο παιδιά. Με το Θεόδωρο γιατί ο χυμός πορτοκαλιού είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει τη γεύση, αλλά συμφωνώ και με το Μάρκο γιατί μπορεί να επηρεάζει κάποιος άλλος παράγοντας» (A33 _{mid}), «διαφωνώ και με τους δύο, γιατί δεν έκαναν τη διερεύνηση ούτε το πείραμα, μπορεί να λείπει κάποιο παιδί αλήθεια ή ο Θεόδωρος ή ο Μάρκος. Αλλά θα ήταν πιο έγκυρο και αντικειμενικό. Συμφωνώ με το Μάρκο γιατί μπορεί να επηρεάζουν και άλλοι παράγοντες όπως το αυγό» (A25 _{post}), «Συμφωνώ με το Θεόδωρο γιατί προσθέτει και ένα άλλο μίγμα. Ο Μάρκος όμως το λείπει αυτό γιατί μπορεί να το επηρεάζουν και άλλοι παράγοντες όπως: ποσότητα ζύμης, ποσότητα κακάο, γάλακτος» (B71 _{post})
επίπεδο II	Αναγνωρίζει ότι κάποιες μεταβλητές σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς να αναφέρεται σε συγκεκριμένες ή να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους «Συμφωνώ με το Μάρκο γιατί μπορεί να είναι κάτι άλλο που δεν το ξέρει ο άλλος» (B66 _{pre}), «μπορεί να μην είναι το πορτοκάλι που επηρεάζει το κέικ» (Γ2 _{pre}), «Συμφωνώ με το Μάρκο γιατί μπορεί να κάποιο άλλο υλικό που έβαλε στο κέικ να το επηρεάζει» (A12 _{mid}), «Συμφωνώ με το Μάρκο γιατί ο Θεόδωρος δεν μπορεί να είναι σίγουρος γιατί δεν έχει κάνει πείραμα. Εξάλλου, κάτι άλλο μπορεί να επηρέασε τη γεύση του» (A30 _{post}), «Αν ο Θεόδωρος έκανε το πείραμά του σωστά δηλαδή αν πρόσεξε τους άλλους παράγοντες τότε συμφωνώ μαζί του. Αν όμως, όχι, τότε συμφωνώ με το Μάρκο. Γιατί ένα σωστό πείραμα είναι να ελέγχεις όλα τα πράγματα που κάνεις» (Δ62 _{post})
επίπεδο I	Αναγνωρίζει μεταβλητές βάσει προηγούμενης εμπειρίας. Δέχεται ή απορρίπτει την επίδραση μιας μεταβλητής χωρίς να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό της έλεγχο «γιατί όταν σμίξει το χυμό μέσα στη ζύμη μυρίζει πιο ωραία και η γεύση» (A4 _{pre}), «δεν επηρεάζει ο χυμός τη ζύμη» (Δ48 _{pre}), «συμφωνώ με το Θεόδωρο γιατί ο χυμός έχει μια άλλη γεύση και αν μπει στη ζύμη θα αλλάξει η γεύση» (A30 _{mid}), «συμφωνώ και με τους δύο γιατί η πρόσθεση χυμού πορτοκαλιού στο κέικ αλλάζει τη γεύση και η σοκολάτα επηρεάζει τη γεύση» (Γ14 _{mid}), «μπορεί να έβαλε μέσα στη ζύμη κι άλλα υλικά που να ξεχωρίζει η γεύση τους» (Δ58 _{mid}), «όταν βάλεις χυμό πορτοκαλιού το γλύκισμα γλυκαίνει και μπορείς να λες ότι έφτιαξε κέικ πορτοκαλάδα» (Z90 _{mid}), «συμφωνώ με το Θεόδωρο γιατί η πρόσθεση του χυμού στο κέικ το επηρεάζει πάντα» (B70 _{post})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση, δεν αναγνωρίζει μεταβλητές ή δικαιολογεί τα λεγόμενα των παιδιών «με το Θεόδωρο γιατί το δικαιολόγησε καλύτερα από το Μάρκο» (A18 _{pre}), «συμφωνώ με το Θεόδωρο γιατί η πρόσθεση χυμού μες τη ζύμη επηρεάζει γιατί είναι δύο γεύσεις» (B47 _{mid}), «ο ένας έγραψε ότι κάτι άλλο επηρέασε τη γεύση του κέικ» (Γ33 _{mid}), «δεν ξέρουμε αν η ζύμη του Θεόδωρου είναι λανθασμένη» (E76 _{mid}), «το Θεόδωρο γιατί έχει δίκαιο» (E65 _{mid}), «συμφωνώ με το Μάρκο» (Z82 _{post})

Πίνακας Π4.36.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 3 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, θεωρώντας απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχο	«Συμφωνώ με τη Γεωργία γιατί μπορεί να επηρεάζει την κύλιση τους και άλλοι παράγοντες όπως το μέγεθος των βόλων, η ταχύτητα που ρίχνει τους βόλους» (A3 _{mid}), «γιατί μπορεί ο ένας βόλος να έχει πιο πολλή μάζα από τους άλλους. Μπορεί το χρώμα να επηρεάζει την κύλιση τους» (Γ31 _{mid}), «Συμφωνώ με τη Γεωργία γιατί κάτι άλλο μπορεί να επηρεάζει την κύλιση των βόλων Π.χ. η επιφάνεια που θα κυλίσω τους βόλους ή η δύναμη» (B59 _{post}), «τους βόλους μπορεί να επηρεάζει το μέγεθος ή το βάρος ή η ποιότητά τους» (E80 _{post})
επίπεδο III Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς ωστόσο να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	«συμφωνώ και με τους δύο, γιατί το πάτωμα σίγουρα επηρεάζει την κύλιση τους αλλά και ο αέρας την επηρεάζει επίσης» (A22 _{pre}), «και με τους δύο γιατί σίγουρα επηρεάζει η επιφάνεια αλλά και το μέγεθος με το υλικό που είναι κατασκευασμένοι» (A8 _{mid}), «συμφωνώ ότι η επιφάνεια επηρεάζει την κύλιση των βόλων, μα και το σχήμα των βόλων μπορεί να επηρεάσει την κύλιση τους» (Δ39 _{mid}), «αν οι βόλοι είναι του ίδιου βάρους συμφωνώ με τον Κωνσταντίνο. Αν όμως δεν είναι του ίδιου βάρους συμφωνώ με τη Γεωργία» (Z90 _{post})
επίπεδο II Αναγνωρίζει ότι κάποιες μεταβλητές σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς να αναφέρεται σε συγκεκριμένες ή να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	«δεν έχει σχέση το πάτωμα, κάτι άλλο πρέπει να επηρεάζει την κύλιση των βόλων» (B53 _{pre}), «με τη Γεωργία γιατί και ο άνεμος μπορεί να επηρεάζει την κύλιση των βόλων» (Γ1 _{pre}), «και με τους δύο γιατί δεν μας δίνει συγκεκριμένες πληροφορίες» (Δ49 _{mid}), «με τη Γεωργία γιατί μπορεί να επηρεάζει την κύλιση των βόλων κάτι άλλο» (A23 _{post})
επίπεδο I Αναγνωρίζει μεταβλητές βάσει προηγούμενης εμπειρίας. Δέχεται ή απορρίπτει την επίδραση μιας μεταβλητής χωρίς να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό της έλεγχο	«γιατί όταν το κυλάς στο χαλί δεν κυλά καλά, ενώ στο πάτωμα κυλά εύκολα και γρήγορα» (B74 _{pre}), «το πάτωμα της κουζίνας είναι λείο και δεν είναι τραχύ» (Δ37 _{pre}), «δεν υπάρχει κάτι άλλο που να επηρεάζει την κύλιση τους εκτός από την επιφάνεια που κυλούν» (Γ1 _{mid}), «εγώ συμφωνώ με τον Κωνσταντίνο γιατί το πάτωμα στην κουζίνα γλιστρά πιο γρήγορα» (A29 _{post}), «γιατί όσο πιο τραχιά είναι η επιφάνεια τόσο πιο λίγο κυλούν οι βόλοι» (E68 _{post})
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση, δεν αναγνωρίζει μεταβλητές ή δικαιολογεί τα λεγόμενα των παιδιών	«δε συμφωνώ με κανέναν» (A37 _{pre}), «γιατί ο βόλος είναι στρογγυλός» (E74 _{pre}), «συμφωνώ και με τους δύο γιατί δεν έχει σχέση όπου κυλά πιο εύκολα» (Γ15 _{mid}), «Με τον Κωνσταντίνο γιατί ξέρω το πρόβλημα» (A13 _{post}), «συμφωνώ με τη Γεωργία γιατί ο Κωνσταντίνος δεν έκανε ένα πείραμα για να το διαπιστώσει αυτό. Ενώ η Γεωργία το είπε διότι ήξερε πως δεν έκανε το πείραμα» (B71 _{post}), «να το κάνουν και οι δύο για να δουν» (Γ3 _{post})

Πίνακας Π4.37.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 4 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VI	Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	«αν το μέγεθος του δοχείου επηρεάζει το κερί να σβήσει» (A20 _{pre})
επίπεδο V	Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποιο κερί θα έσβηνε πιο γρήγορα ανάλογα με το δοχείο» (B63 _{pre}), «αν το κερί με δοχείο μεγαλύτερο σβήσει πιο γρήγορα» (Γ14 _{pre}), «αν με μεγαλύτερο δοχείο θα έσβηνε πιο γρήγορα ή αν με μικρό πιο γρήγορα» (Δ47 _{pre})
επίπεδο IV	Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε διερευνήσιμη μορφή	«αν το μέγεθος του μπουκαλιού επηρεάζει τα κεριά» (A14 _{pre})
επίπεδο III	Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποιο θα σβήσει πρώτο» (A26 _{pre}), «ποιο κερί θα αντέξει σε μεγάλο ή μικρό δοχείο» (B74 _{pre}), «ποιο κερί θα σβήσει τελευταίο» (Δ38 _{pre}), «πόσο γρήγορα τελειώνει ο το οξυγόνο που έχουν τα κεριά που βρίσκονται μέσα στα δοχεία» (Δ43 _{pre}), «σε ποιο δοχείο αντέχει περισσότερο η φωτιά» (E66 _{pre}), «αν σβήνουν τα κεριά ταυτόχρονα» (Z89 _{pre})
επίπεδο II	Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	«αν ο όγκος το επηρεάζει» (A7 _{pre})
επίπεδο I	Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	«γιατί σβήνουν τα κεριά όταν τα έχει σε κλειστό δοχείο» (A11 _{pre}), «να διερευνήσει το χρόνο» (Γ25 _{pre}), «ήθελε να δει ποιο από τα 3 κεριά θα έλιωνε πρώτο» (B56 _{pre}), «ποιο θα αντέξει παραπάνω» (E72 _{pre})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή κάνει υποθέσεις για το αποτέλεσμα	«πιστεύω ότι θα σβήσει το μικρό δοχείο γιατί δεν έχει πολύ οξυγόνο» (B70 _{pre}), «εγώ πιστεύω ότι είναι το Β» (Δ44 _{pre}), «να περιμένουμε όταν σβήσει η φωτιά» (Γ6 _{pre}), «Ο Πέτρος θέλει να διερευνήσει το πείραμά του» (E73 _{pre}), «ότι η φωτιά χρειάζεται αέρα για να μην σβήσει» (Z96 _{pre})

Πίνακας Π4.38.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 5 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VI Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	«αν το είδος του υγρού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται να γίνει πάγος» (Γ20 _{pre}), «το κάθε υγρό επηρεάζει το χρόνο που θέλει να πήξει;» (B61 _{mid}), «το είδος του υγρού επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να πήξει;» (A3 _{post}), «το είδος του υγρού επηρεάζει την ώρα που χρειάζεται για να μετατραπεί σε πάγο;» (Δ37 _{post})
επίπεδο V Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποιο από τα τρία υγρά θα παγώσει πιο γρήγορα» (A24 _{pre}), «αν όλα τα υγρά γίνονται πάγος στον ίδιο χρόνο» (Z90 _{pre}), «ποιο από τα τρία υγρά θα μετατραπεί πιο γρήγορα σε πάγο» (A34 _{mid}), «ποιο ποτό παγώνει πιο γρήγορα» (Z83 _{mid}), «ποιο από τα τρία υγρά θα μετατραπεί σε πάγο πιο γρήγορα» (B59 _{post}), «ποιο από τα τρία είδη ποτού παγώνει πιο γρήγορα;» (Δ39 _{post})
επίπεδο IV Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε διερευνήσιμη μορφή	«αν το είδος του ποτού επηρεάζει το χρόνο ψύξης» (A22 _{pre}), «ποιο από τα τρία είδη ποτών επηρεάζονται από τον πάγο πιο γρήγορα» (A12 _{mid}), «το περιεχόμενο του δοχείου επηρεάζει την πήξη του;» (Γ4 _{mid}), «το αλκοόλ επηρεάζει την ώρα για να γίνει πάγος;» (Z93 _{mid}), «το είδος του υγρού επηρεάζει την πήξη του;» (A25 _{post}), «η γεύση του αναψυκτικού επηρεάζει για να γίνει πάγος;» (B73 _{post}), «η θερμοκρασία επηρεάζει το χρόνο πήξης των τριών ποτηριών;» (Γ2 _{post}), «το υγρό επηρεάζει τον ήχο που παράγει;» (E75 _{post})
επίπεδο III Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε μη διερευνήσιμη μορφή	«πόση ώρα θα πάρουν τα υγρά για να παγώσουν» (A36 _{pre}), «ποιο θα γίνει πιο γρήγορα πάγος» (A38 _{pre}), «πόσο χρόνο χρειάστηκε το καθένα να γίνει πάγος» (Δ48 _{pre}), «ήθελε να δει ποιο θα πήξει πιο γρήγορα» (B71 _{mid}), «ποιο από τα τρία: αναψυκτικό, πορτοκαλάδα και νερό μετατρέπεται σε πάγο» (A40 _{post}), «ποιο υγρό θα μετατραπεί σε πάγο» (Γ22 _{post}), «ποιο θα γίνει πάγος πρώτο» (E72 _{post})
επίπεδο II Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	«αν η γεύση επηρεάζει το πόσο χρόνο χρειάζεται» (Γ12 _{pre}), «ποιο από το νερό, αναψυκτικό, πορτοκαλάδα επηρεάζει τον πάγο» (Γ32 _{mid}), «ποιο από τα τρία δοχεία επηρεάστηκε πιο γρήγορα;» (A12 _{post})
επίπεδο I Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	«ποιο θα μείνει καθαρό» (B71 _{pre}), «ποιο από τα τρία ποτήρια θα μετατραπούν σε πάγο» (B56 _{pre}), «πόσο νερό έχει κάθε ποτήρι» (Z86 _{pre}), «ποιο από τα τρία θα μετατραπεί σε πάγο» (A26 _{mid}), «ήθελε να διερευνήσει το χρόνο» (Γ25 _{mid}), «ποιο λιώνει πιο εύκολα» (Δ57 _{mid}), «ποιο είναι το πιο καθαρό» (E65 _{mid}), «ποιο από τα τρία θα γίνει πάγος» (A28 _{post}), «ποιο είναι πιο υγιές» (Γ27 _{post})
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή κάνει υποθέσεις για το αποτέλεσμα	«ότι θα γίνουν όλα πάγος» (B70 _{pre}), «κάποιο από αυτά παγώνει πιο γρήγορα: το νερό» (E65 _{pre}), «το νερό γιατί δεν έχει γεύση» (B66 _{mid}), «όταν γίνει πάγος το νερό θα γίνει και η πορτοκαλάδα και το αναψυκτικό» (Γ17 _{mid}), «είναι το αναψυκτικό που θα γίνει πάγος» (Δ44 _{mid}), «το νερό γιατί η πορτοκαλάδα και το αναψυκτικό δεν είναι το ίδιο με το νερό» (A18 _{post}),

Πίνακας Π4.39.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 6 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VI	Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε διερευνησιμη μορφή	«αν το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει το ύψος το οποίο αναπηδούσαν» (A10 _{pre}), «αν το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει το πόσο ψηλά πηγαίνει η μπάλα» (Γ12 _{pre}), «το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει το ύψος που παίρνει μετά απ' την πτώση τους στο πάτωμα;» (B44 _{mid}), «αν το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει το ύψος που πηδούν» (B45 _{post})
επίπεδο V	Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε μη διερευνησιμη μορφή	«αν διαφέρει το αναπήδημα της μπάλας σχετικά με το μέγεθος» (A14 _{pre}), «ποια μπάλα αναπηδά πιο ψηλά: η μικρή ή η μεγάλη;» (Δ39 _{pre}), «αν οι πιο μεγάλες μπάλες αναπηδούν πιο πολύ» (A3 _{mid}), «ποια μπάλα πηδά ψηλότερα, η μικρή ή η μεγάλη» (Γ10 _{mid}), «αν η μεγαλύτερη ή η μικρότερη πηδά πιο ψηλά» (B49 _{post})
επίπεδο IV	Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε διερευνησιμη μορφή	«αν επηρεάζει το βάρος της μπάλας για το ύψος που θα αναπηδήσουν» (A33 _{pre}), «το μέγεθος επηρεάζει το χρόνο που θα πέσει η μπάλα» (B59 _{mid}), «το ύψος επηρεάζει την αναπήδηση της μπάλας;» (Γ13 _{mid}), «το μέγεθος της μπάλας επηρεάζει το ύψος που θα πέσουν;» (B51 _{post}), «το πάτωμα επηρεάζει την αναπήδηση της μπάλας;» (Γ2 _{post}), «το μέγεθος επηρεάζει τη δύναμη που πέφτουν;» (Z85 _{post})
επίπεδο III	Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε μη διερευνησιμη μορφή	«ποια μπάλα πηδά πιο ψηλά» (A2 _{pre}), «πόσες φορές μπορεί να αναπηδήσει η μεγάλη και πόσες φορές η μικρή μπάλα» (B49 _{pre}), «αν η μικρή ή η μεγάλη μπάλα πέφτουν στο ίδιο ύψος» (Z91 _{pre}), «αν η μεγάλη μπάλα αναπηδά πιο πολλές φορές από τη μικρή ή και το αντίθετο» (B49 _{mid}), «ποια μπάλα θα πέσει πιο γρήγορα γιατί είχαν διαφορετικό μέγεθος» (E69 _{mid}), «ποια θα κτυπήσει πιο πολλές φορές στο πάτωμα» (E80 _{post})
επίπεδο II	Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε διερευνησιμη μορφή	«Αν επηρεάζει το μέγεθος της μπάλας» (B69 _{pre}), «να δει αν το ύψος επηρεάζει το αν θα πέσει πιο γρήγορα» (Γ14 _{pre}), «το βάρος επηρεάζει το πέσιμο της μπάλας;» (B43 _{mid}), «το ύψος τους επηρεάζει τη ρήξη των μπάλων;» (A31 _{post}), «ποια μπάλα θα έπεφτε πρώτη στο ξύλινο πάτωμα» (Δ44 _{post})
επίπεδο I	Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε μη διερευνησιμη μορφή	«ποια μπάλα θα πέσει πιο γρήγορα» (A38 _{pre}), «αν το βάρος κάθε μπάλας κάνει την μπάλα να πέφτει πιο γρήγορα» (Z85 _{pre}), «πόσο ύψος αναπηδούσαν» (A29 _{mid}), «ποια είναι η πιο μεγάλη μπάλα» (E72 _{mid}), «πώς πηδούν οι μπάλες;» (Z81 _{mid}), «ποια θα βούλιαζε πιο εύκολα» (B72 _{post}), «ποια μπάλα θα αναπηδήσει περισσότερη ώρα» (Γ23 _{post}), «το ύψος που αναπηδούσαν στο ξύλινο πάτωμα» (Δ57 _{post}), «ποια μπάλα πέφτει» (E73 _{post})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή κάνει υποθέσεις για το αποτέλεσμα	«θα πηδούν πιο ψηλά οι μεγάλες γιατί έχουν περισσότερη δύναμη και δίνουν πίεση» (A21 _{pre}), «φυσικά η μικρή θα πάει πιο ψηλά» (Γ8 _{pre}), «εγώ νομίζω θα πέσει η μεγαλύτερη μπάλα» (Δ44 _{mid}), «ποια μπάλα πηδά περισσότερο και αυτή είναι η μεγάλη γιατί έχει περισσότερο αέρα» (B70 _{post}), «η Μυρτώ θα πιάσει το μεγάλο» (Γ7 _{post})

Πίνακας Π4.40.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 7 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«να πιάσει το φυτό και να το βάλει σε ένα ζεστό χώρο. Μετά να πιάσει ένα ίδιου μεγέθους φυτό και να το βάλει σε κρύο δωμάτιο. Μετά να δει ποιο είναι το πιο μεγάλο» (Z86 _{pre})
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«Να φυτέψει ντομάτες σε δύο γλάστρες. Να τις βάλει τη μια σε δωμάτιο με ψηλή θερμοκρασία και την άλλη σε δωμάτιο με χαμηλή θερμοκρασία» (B49 _{pre}), «θα πάρει 2 φυτά ντομάτας. Το 1 ^ο θα το τοποθετήσει σε δωμάτιο με ψηλότερη θερμοκρασία και το 2 ^ο σε δωμάτιο με χαμηλότερη θερμοκρασία. Έτσι θα δει σε πιο δωμάτιο μπορούν να αναπτυχθούν τα φυτά ντομάτας» (Γ20 _{pre}), «να βάλει μια ντοματιά στο δωμάτιο και μια στον κήπο. Έτσι θα δει» (E78 _{pre})
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«να βάλει κάπου πρώτα τα φυτά ντομάτας σε χαμηλή θερμοκρασία. Μετά να τα βάλει στο δωμάτιό της με ψηλή θερμοκρασία. Να περιμένει λίγο καιρό. Μετά από λίγο καιρό να δει αν σε ψηλή θερμοκρασία αναπτύσσονται γρηγορότερα από χαμηλή θερμοκρασία» (A25 _{pre}), «να πάρει φυτά ντομάτας και να βάλει σε ένα δωμάτιο με φως και ένα άλλο με κρύο» (Γ13 _{pre}), «να βάλει τα φυτά σε ένα δωμάτιο με ψηλότερη θερμοκρασία. Μετά από αρκετή ώρα θα δει αν τα φυτά ντομάτας αναπτύχθηκαν» (Δ59 _{pre})
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«θα πάρει τα φυτά ντομάτας, θα τα φυτέψει και θα τα βάλει σε ψηλή θερμοκρασία. Και μετά θα διαπιστώσει τι έχει γίνει» (B65 _{pre}), «να κόψει τις ρίζες του φυτού ντομάτας και να βρει ένα δωμάτιο που έχει ψηλή θερμοκρασία να βάλει χώμα να το φυτέψει και να του δίνει νερό. Μετά βλέπει κάθε μέρα αν αναπτύχθηκαν και τότε θα βρει ποιο από τα δύο μέρη είναι καλύτερο» (Δ40 _{pre}), «αν έχει παγωμένη θερμοκρασία και λίγο ήλιο δεν θα μεγαλώσουν» (E77 _{pre})
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«να το κάνει στην πραγματικότητα και να δει πόσο αναπτύσσονται πιο γρήγορα» (A26 _{pre}), «να δοκιμάσει και να δει αν επηρεάζει η ψηλότερη θερμοκρασία» (Γ4 _{pre}), «να τα μετρήσει με το θερμόμετρο ή κάτι άλλο και θα δει» (E70 _{pre})

Πίνακας Π4.41.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 8 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«πρέπει να κάνει ένα κανονικό κέικ και να το βάλει να ψηθεί αλλά να προσθέσει σ' αυτό σοκολάτα και να το βάλει να ψηθεί στην ίδια θερμοκρασία με το προηγούμενο. Έπειτα, να βάλει τα δύο κέικ δίπλα δίπλα για να δει ποιο είναι το πιο αφράτο. Στα δύο κέικ θα πρέπει να βάλει την ίδια ποσότητα απ' το κάθε υλικό αλλιώς το πείραμα δεν θα είναι σωστό» (B44 _{pre}), «πρέπει να φτιάξει δύο ζύμες. Θα τα ψήσει και θα το διαπιστώσει. Πρέπει να είναι με τα ίδια υλικά και η ίδια ποσότητα εκτός του ότι στη μια θα βάλει σοκολάτα» (A22 _{mid}), «να κάνει το ίδιο κέικ δύο φορές και στο ένα να βάλει σοκολάτα και στο άλλο όχι. Και να δει ποιο γίνεται πιο αφράτο» (Γ11 _{mid}), «Να φτιάξει δύο ίδια κέικ, ίδιου βάρους και υλικών. Στο ένα θα βάλει σοκολάτα και στο άλλο τίποτε. Θα τα ψήσει στην ίδια θερμοκρασία και θα παρατηρήσει το πιο αφράτο» (Δ37 _{post})
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«να βάλει σε δύο διαφορετικές κούπες ζύμη με σοκολάτα. Στη μια να έχει παραπάνω σοκολάτα» (A10 _{pre}), «να κάνει δύο κέικ, στο ένα να βάλει σοκολάτα και στο άλλο όχι. Έτσι θα διαπιστώσει αυτό που θέλει» (B53 _{pre}), «να πιάσει δύο κούπες ζύμη στο ένα να βάλει σοκολάτα και στο άλλο όχι» (B68 _{mid}), «να πάρει δύο κέικ και στο ένα να προσθέσει σοκολάτα και στο άλλο χυμό πορτοκαλιού. Έτσι θα δει αν η πρόσθεση σοκολάτας επηρεάζει την άφρωση του κέικ» (Γ34 _{mid}), «πρέπει να φτιάξει ένα κέικ και να προσθέσει σοκολάτα και ένα άλλο χωρίς σοκολάτα. Στο τέλος θα δει ποιο είναι το πιο αφράτο και θα βγάλει συμπέρασμα» (A30 _{post}), «το ένα δοχείο να έχει λίγη σοκολάτα και στο άλλο πολλή σοκολάτα. Να τα ψήσει και να το δοκιμάσει» (Γ17 _{post})
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«θα πρέπει να βάλει στη ζύμη σοκολάτα και να δει αν είναι αφράτο. Αν δεν είναι το ξαναφτιάχνει χωρίς σοκολάτα» (B52 _{mid}), «να πάρει μια ζύμη και να βάλει μέσα σοκολάτα για να δει αν το κάνει πιο αφράτο» (Δ48 _{mid}), «να πιάσει το κέικ και να βάλει τη σοκολάτα μέσα στη ζύμη» (Z92 _{mid}), «να δοκιμάσει με τη σοκολάτα, αν δεν αφρίζει δεν το ξανακάνει» (E71 _{post})
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«ναι, θα το κάνει η σοκολάτα πιο αφράτο κέικ μέσα στη ζύμη, γιατί η ζύμη θα μαλακώσει και στο φούρνο θα φουσκώσει» (A18 _{pre}), «αν βάλει σοκολάτα στο κέικ πιστεύω πως δεν θα γίνει πιο αφράτο» (Δ46 _{pre}), «η πρόσθεση σοκολάτας δεν επηρεάζει καθόλου τη ζύμη του κέικ» (A35 _{mid}), «να λιώσει τη σοκολάτα και να τη ρίξει πάνω από το κέικ. Μετά θα τη βάλει στο φούρνο και θα ψηθεί» (Δ62 _{mid}), «να βάλει γάλα σοκολάτα στη ζύμη να φτιάξει το κέικ και έτσι θα δει αν είναι πιο αφράτο» (E68 _{mid}), «εγώ νομίζω ότι το κάνει πιο αφράτο και ας το δοκιμάσει» (B54 _{post})
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«να το αγγίξει ή να το δει και θα καταλάβει» (A40 _{pre}), «να βάλει εκείνα που χρειάζεται» (Δ54 _{pre}), «να κάνει ένα πείραμα σαν να βάλει κι άλλη σοκολάτα» (Γ3 _{pre}), «ήθελε να διαπιστώσει αν η πρόσθεση σοκολάτας κάνει το κέικ να είναι αφράτο ή άλλο πράγμα (π.χ. ζάχαρη, αλεύρι, το αυγό)» (A6 _{mid}), «θέλει να μάθει αν η πρόσθεση σοκολάτας στη ζύμη για να είναι πιο νόστιμη η σοκολάτα» (Γ6 _{mid}), «να το δοκιμάσει για να δει αν βγάζει αφρούς» (Δ54 _{post})

Πίνακας Π4.42.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 9 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 9
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«να αφήσει δύο ίδια αυτοκινητάκια το ένα να έχει πλαστικούς τροχούς και το άλλο να έχει τροχούς από άλλο υλικό να κυλίσουν από ένα ανοικτό βιβλίο που να στηρίζεται σε μια ξύστρα. Όποιο διασχίσει πρώτο όλο το βιβλίο σημαίνει ότι κυλάει καλύτερα» (B44 _{pre}), «να σπρώξει με την ίδια δύναμη ένα αυτοκινητάκι με πλαστικούς τροχούς κι ένα με λαστιχένιους. Ποιο κυλάει πιο εύκολα;» (Δ39 _{pre}), «πρώτα θα πάρει ένα αυτοκινητάκι με πλαστικούς τροχούς και θα το κυλίσει στο πάτωμα. Ύστερα θα πάρει ένα ίδιο αυτοκινητάκι με τη διαφορά ότι οι τροχοί του θα είναι διαφορετικοί. Ακολούθως θα το κυλίσει στο ίδιο μέρος που κύλισε και το άλλο. Έτσι θα διαπιστώσει ποιο απ' τα δύο αυτοκινητάκια κυλούν πιο εύκολα» (Γ36 _{mid}), «να πάρει δύο όμοια αυτοκινητάκια και να βάλει στο ένα κανονικούς τροχούς και στο άλλο πλαστικούς τροχούς όμως να έχουν το ίδιο μέγεθος. Να τα κυλίσει με την ίδια ταχύτητα σε ίδια επιφάνεια και όποιο πάει πιο μακριά οι τροχοί κυλούν πιο εύκολα» (A3 _{post}),
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«να τοποθετήσει στο ένα αυτοκινητάκι πλαστικούς και στο άλλο μεταλλικούς. Να τα σπρώξει και να δει ποιο πάει πιο γρήγορα» (A30 _{pre}), «να βάλει ένα αυτοκινητάκι με πλαστικούς τροχούς και ένα με ξύλινους τροχούς και να δει ποιο κυλά πιο γρήγορα» (Z88 _{pre}), «θα πάρει 3 αυτοκινητάκια και θα βάλει στο πρώτο πλαστικούς τροχούς, στο δεύτερο σιδερένιους και στο τρίτο άλλο υλικό. Θα τα βάλει να κάνουν ένα γύρο για να δει ποιο από αυτά θα πάει πιο γρήγορα» (A32 _{mid}), «να πάρει ένα αυτοκινητάκι με πλαστικούς τροχούς και ένα με λαστιχένιους. Μετά να τα σπρώξει με την ίδια δύναμη» (B70 _{post})
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«να αλλάξει τους τροχούς με πλαστικούς και θα δοκιμάσει» (A16 _{pre}), «να βάλει πλαστικούς τροχούς πάνω στο αυτοκινητάκι» (E75 _{pre}), «Θα πάρει τροχούς με πλαστικό και θα δει αν κυλά» (B64 _{mid}), «να πιάσει 4 πλαστικούς τροχούς και να τους βάλει. Αν δεν κυλούν τότε να τους βάλει πιο μεγάλους τροχούς» (Γ32 _{mid}), «να πιάσει ένα αυτοκινητάκι και να βάλει πλαστικούς τροχούς και να δει» (E78 _{mid}), «πρέπει να πάρει διάφορους τροχούς όπως μικρούς, μεγάλους, μεσαίους και να κάνει το πείραμά του» (A28 _{post}), «να βάλει πλαστικούς τροχούς στο αυτοκίνητο και να δοκιμάσει» (Γ3 _{post})
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«ναι, επειδή με άλλους τροχούς ο αέρας κάνει αντίσταση, ενώ με πλαστικούς δεν υπάρχει αντίσταση» (A13 _{pre}), «θα πηγαίνει πολύ γρήγορα γιατί θα έχει πλαστικούς τροχούς» (Z95 _{pre}), «με πλαστικούς τροχούς δεν κυλάει» (Δ54 _{mid}), «πρέπει να δοκιμάσει και τους πλαστικούς και τους λαστιχένιους κυλάνε καλύτερα οι λαστιχένιοι τροχοί» (Γ8 _{post}), «θα πάρει πλαστικούς τροχούς και θα τους τοποθετήσει πάνω στο αυτοκινητάκι για να δει αν κυλάει. Δεν μπορεί όμως να κυλήσει γιατί είναι πλαστικό και δεν κυλάει» (Δ57 _{post}), «να κάνει ένα πείραμα» (E75 _{post})
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«να ακολουθήσει τη διαδικασία που πρέπει» (A39 _{pre}), «ο Κωνσταντίνος αγόρασε πλαστικούς τροχούς γιατί είναι καλύτεροι» (Γ32 _{pre}), «πρέπει να βάλει τους τροχούς του ενός αυτοκινήτου» (Δ44 _{pre}), «πρέπει να κάνει το πείραμα για να το ανακαλύψει. Θα πρέπει να βάλει οτιδήποτε τροχούς ώσπου να το διαπιστώσει» (B58 _{mid}), «να το δοκιμάσει» (E65 _{mid}), «θα πρέπει να κάνει το πείραμα και να το διερευνήσει για να βρει το αποτέλεσμα του πειράματος. Μπορεί να πάρει διάφορους τροχούς και να τους δοκιμάσει» (B54 _{post})

Πίνακας Π4.43.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 10 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 10
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«Θα πάρει την A+Δ διατάξεις επειδή υπάρχει η ίδια ποσότητα ζάχαρης. Επίσης επειδή η ποσότητα του νερού Δ είναι περισσότερη από την A και έτσι θα καταλάβουμε αν η ποσότητα του νερού επηρεάζει» (A33 _{pre}), «πιστεύω πως θα πρέπει να χρησιμοποιήσει τα 100 νερό και τα 2 κουταλάκια ζάχαρη και 200 νερό και τα 2 κουταλάκια ζάχαρη» (Γ29 _{pre}), «το A και το Δ γιατί στο ένα θα πρέπει να βάλει πολύ και στο άλλο λίγο νερό. Επίσης πρέπει να βάλει την ίδια ποσότητα ζάχαρης» (Δ43 _{pre})
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«την A και τη Δ γιατί είναι οι ίδιες ποσότητες» (A37 _{pre}), «Δ και E. Να δει με την ίδια ποσότητα νερού και διαφορετική ζάχαρη αν επηρεάζεται» (Γ11 _{pre})
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«πρέπει να χρησιμοποιήσει ή το Δ γιατί έχει περισσότερο νερό και λιγότερη ζάχαρη ή το B διότι έχει λιγότερο νερό και περισσότερη ζάχαρη» (B62 _{pre}), «την A και τη B γιατί η μια είναι με 2 κουταλάκια ζάχαρη και η άλλη με τρία» (B49 _{pre}), «το Γ και το E, γιατί το ένα έχει ζάχαρη και το άλλο όχι» (Δ59 _{pre})
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«E γιατί αν είναι πιο πολύ το νερό η ζάχαρη θα διαλυθεί πιο γρήγορα» (A16 _{pre}), «το Δ γιατί θα διαλυθεί πιο γρήγορα η ζάχαρη» (Γ23 _{pre}), «το A και το Δ γιατί η ποσότητα νερού του είναι καλή και η ζάχαρη το ίδιο» (Δ46 _{pre}), «το Δ γιατί είναι ισορροπημένο, γιατί κάθε 1cm ³ είναι 1 κουταλάκι ζάχαρη» (Z83 _{pre})
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«το E γιατί έχει λίγη ζάχαρη και σε νερό 200cm ³ » (B55 _{pre}), «πρέπει να χρησιμοποιήσει τη Γ» (Δ41 _{pre}), «είναι το Δ γιατί είναι η ζάχαρη το μισό του νερού» (Γ4 _{pre}), «εγώ πιστεύω ότι τα 2 κουταλάκια A» (E73 _{pre}), «εγώ θα έπινα το πιο γλυκό» (Z89 _{pre})

Πίνακας Π4.44.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 11 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 11
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«να χρησιμοποιήσει τη Β και τη Γ πειραματική διάταξη για να δει σε ποια από τις δύο πειραματικές διατάξεις αυτή με την άμμο, το χώμα και το νερό και το ηλιακό φώς ή αυτή με το χώμα και το νερό αναπτύσσεται πιο σωστά το φυτό» (B44 _{pre}), «Β και Γ, γιατί όλα πρέπει να είναι τα ίδια εκτός από την άμμο που πρέπει να είναι μόνο στη μια γλάστρα» (Δ37 _{mid}), «το Β και το Γ γιατί έχουν και τα δύο νερό, ηλιακό φως και χώμα. Στο Β υπάρχει και άμμος. Έτσι θα δει αν ο άμμος στο χώμα επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών» (B62 _{post}), «το Α και το Β, επειδή είναι πιο δίκαιο το πείραμα. Οι παράγοντες που πρέπει να κρατήσουμε σταθερούς είναι η θερμοκρασία του δωματίου που βρίσκεται, το νερό, το δοχείο που θα είναι, το φυτό μέσα και το φως που θα είναι από πάνω του» (Γ20 _{post})
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«το Β και το Γ, γιατί θα πρέπει να το δοκιμάσει με άμμο και μετά χωρίς άμμο» (Γ34 _{pre}), «πρέπει να εκτελέσει το πείραμα Β και Γ. Για να δει αν μόνο με χώμα θα αναπτυχθούν πιο σωστά ή αν με χώμα και άμμο μπορεί να αναπτυχθούν καλύτερα» (Δ47 _{pre}), «τη Β και τη Δ, γιατί και τα δύο έχουν άμμο, χώμα και νερό, αλλά το ένα είναι σκοτεινό» (Α23 _{mid}), «την Β (ηλιακό φως, χώμα, νερό και άμμος) και τη Γ (ηλιακό φως, χώμα και νερό). Γιατί το ένα έχει άμμο και το άλλο όχι» (Α14 _{post}), «τη Β και Δ γιατί έτσι θα διερευνήσει που αναπτύσσονται τα φυτά πιο σωστά. Στο σκοτάδι ή στον ήλιο» (Δ56 _{post})
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«πρέπει να χρησιμοποιήσει αυτά που έχουν μέσα άμμο γιατί είναι για την άμμο που θέλει να διερευνήσει» (B68 _{pre}), «Το Α, Γ γιατί το ένα έχει χώμα και νερό και το άλλο άμμο και νερό» (Α30 _{pre}), «πρέπει να πάρει την Α και τη Γ διάταξη για να το διερευνήσει γιατί θέλει να μάθει πώς μεγαλώνουν περισσότερο τα φυτά με χώμα ή με άμμο» (B53 _{mid}), «πιστεύω το Β επειδή υπάρχει από όλα μέσα (π.χ. ηλιακό φως, άμμο, χώμα και νερό), ενώ τα άλλα υπάρχουν τα μισά» (Α6 _{post}), «το Α και το Ε γιατί ο παράγοντας που πρέπει να κρατούμε σταθερό είναι η άμμος» (B43 _{post}), «τα Α, Β, Δ και Ε. Επειδή περιέχουν άμμο μέσα στο χώμα» (Δ52 _{post})
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«τη Β γιατί ο άμμος, το χώμα και το νερό και ο ήλιος βοηθούν να μεγαλώσει» (Α12 _{pre}), «το Γ γιατί οι πιο πολλοί έτσι κάνουν» (Γ21 _{pre}), «όταν έχει άμμο και χώμα και νερό η άμμος θα λιώσει και θα λειτουργήσει σαν λίπασμα» (Ε66 _{pre}), «να επιλέξει το Β γιατί έχει και χώμα και άμμο τότε το φυτό θα αναπτυχθεί πιο γρήγορα γιατί έχει περισσότερες ουσίες» (B70 _{mid}), «Β και Γ, γιατί μπορεί ο άμμος, χώμα και νερό μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικά» (Δ41 _{mid}), «η Γ η πιο σωστή γιατί η άμμος δεν αφήνει το νερό να περάσει εύκολα κάτω» (Ε66 _{mid}), «πρέπει να επιλέξει το Β γιατί είναι δίκαιο το πείραμα» (Z85 _{mid}), «το Γ επειδή φωτίζεται η γλάστρα, υπάρχει χώμα και νερό. Το χώμα βοηθά στην ανάπτυξη του φυτού επειδή κρατά τα φυτά σταθερά» (Α1 _{post}), «να χρησιμοποιήσει τη Β γιατί όταν βάλεις άμμο, χώμα και νερό ο άμμος βοηθά να αναπτυχθούν» (Γ25 _{post})
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«εγώ θα έλεγα ότι είναι το χώμα και το νερό» (B54 _{pre}), «είπε πως θέλει χώμα και άμμο μαζί και η Β είναι η μοναδική» (Δ39 _{pre}), «εξαρτάται γιατί μπορεί στο ένα να βάλει παραπάνω νερό από το άλλο και πρέπει να είναι ίδια η άμμος» (B58 _{mid}), «επιλογή μου είναι το Δ σε σκοτεινό δοχείο» (Γ7 _{mid}), «το Β γιατί ταιριάζει και με τα τρία» (Α1 _{mid}), «να πάρει το Α και το Β και το Γ γιατί είναι πιο χρήσιμα για το πείραμά της» (Γ19 _{post}), «συμφωνώ με το Δ» (Ε65 _{post})

Πίνακας Π4.45.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 12 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 12
επίπεδο IV αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	«να χρησιμοποιήσει τις πειραματικές διατάξεις Γ+Ε επειδή έχουν ίσες ποσότητες νερού και έχουν την ίδια θερμοκρασία. Επίσης η μια πειραματική διάταξη έχει απορρυπαντικό ενώ η άλλη δεν έχει. Έτσι θα δει αν με την πρόσθεση απορρυπαντικού η φανέλα θα καθαρίσει πιο εύκολα» (B59 _{pre}), «διαλέγω τις διατάξεις Ε και Γ επειδή είναι όλοι οι παράγοντες σταθεροί εκτός του ότι στη μια διάταξη προσθέτει το απορρυπαντικό που είναι ο παράγοντας που θα διερευνήσουμε» (A33 _{mid}), «την Ε+Γ γιατί είναι η ίδια ποσότητα νερού και στις δύο περιπτώσεις. Συμβαίνει το ίδιο και με τη θερμοκρασία. Η διαφορά είναι ότι στο ένα υπάρχει απορρυπαντικό ενώ στο άλλο όχι» (Γ29 _{mid}), «γιατί στη Γ και την Ε υπάρχει η ίδια ποσότητα και θερμοκρασία νερού στο μόνο που διαφέρουν είναι το απορρυπαντικό» (A10 _{post})
επίπεδο III αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	«Το Γ και το Ε γιατί το ένα περιέχει μόνο νερό και το άλλο έχει νερό και απορρυπαντικό, έτσι σε όποιο καθαρίσει εκείνο θα είναι το καλύτερο» (A3 _{pre}), «Θα επιλέξει την Ε γιατί προσθέτει απορρυπαντικό και τη Γ γιατί δεν έχει απορρυπαντικό» (B50 _{post})
επίπεδο II αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	«το Α και το Δ και να δει αν βάλει 15°C απορρυπαντικό θα καθαρίσει καλύτερα ή αν βάλει παραπάνω 45°C θα καθαρίσει καλύτερα» (Δ47 _{pre}), «Α και Ε γιατί έχουν απορρυπαντικό και διαφορετική θερμοκρασία» (Z88 _{pre}), «θα χρησιμοποιήσει τη διάταξη Α και Ε για να δει αν η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει» (B65 _{mid}), «γιατί η Β έχει 300 cm ³ νερό στους 15°C και θα προσθέσει απορρυπαντικό» (Γ23 _{mid}), «το Α και το Ε γιατί ο παράγοντας που θα κρατούμε σταθερό είναι το απορρυπαντικό» (B43 _{post}), «Β, Ε γιατί οι άλλες δεν έχουν απορρυπαντικό» (Δ45 _{post}), «η Α και η Β γιατί το απορρυπαντικό και το νερό είναι τα ίδια» (E76 _{post}), «τα Α, Δ γιατί κρατά σταθερό την ποσότητα του υγρού» (Z86 _{post})
επίπεδο I περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	«το Ε γιατί έχει παραπάνω απορρυπαντικό και θα καθαριστεί καλύτερα» (A23 _{pre}), «το Ε γιατί αποκλείεται με λίγο νερό και απορρυπαντικό να καθαρίζουν ρούχα» (A11 _{mid}), «την Ε γιατί έχει και το απορρυπαντικό, έχει και το σωστό νερό και σωστή θερμοκρασία» (Δ42 _{mid}), «γιατί το απορρυπαντικό και το πολύ νερό καθαρίζουν πιο εύκολα τη φανέλα» (E66 _{mid}), «το Β γιατί χρειάζεται και νερό και αρκετό απορρυπαντικό» (B59 _{post}), «το Α και το Ε γιατί ο παράγοντας που θα κρατούμε σταθερό είναι το απορρυπαντικό» (B43 _{post}), «το Ε γιατί όσο πιο πολύ νερό έχει και όσο πιο πολλούς βαθμούς έχει καθαρίζει πιο πολύ» (Γ21 _{post})
επίπεδο 0 δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«Νομίζω πρέπει να χρησιμοποιήσει ή το Ε ή το Β» (B62 _{pre}), «εγώ πιστεύω ότι είναι το Β» (Δ44 _{pre}), «πρέπει να χρησιμοποιήσει το Α» (E70 _{mid}), «πιστεύω πως το πείραμα Ε είναι έγκυρο» (A3 _{post}), «το Ε για να καθαρίσει καλύτερα γιατί έχει όλα τα είδη καθαριότητας» (Γ30 _{post})

Πίνακας Π4.46.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 13 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις στο έργο 13
επίπεδο IV	Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό και εισηγείται τρόπους διόρθωσής του ώστε το πείραμα να είναι έγκυρο	«γιατί ο μικρός βόλος έχει από κάτω ένα λαστιχένιο στρώμα, ενώ τα άλλα όχι» (B75 _{pre}), «γιατί έπρεπε και οι τρεις μπάλες να πέφτουν στο ίδιο πάτωμα» (Γ29 _{pre}), «γιατί η μια μπάλα έχει από κάτω της λαστιχένιο στρώμα» (Z88 _{pre})
επίπεδο III	Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό, αλλά θεωρεί το πείραμα δίκαιο ή θεωρεί λάθος και το σωστό χειρισμό άλλων μεταβλητών	«γιατί έχει λαστιχένιο στρώμα και η κάθε μια έχει διαφορετικό βάρος» (B68 _{pre}), «γιατί τα έβαλε από το ίδιο ύψος και κάτω από το βόλο έβαλε λαστιχένιο στρώμα» (Γ1 _{pre}), «το πάτωμα πρέπει να είναι το ίδιο. Το μέγεθος των μπάλων έπρεπε να είναι και εκείνο το ίδιο» (Δ43 _{pre})
επίπεδο II	Θεωρεί σχεδιαστική ατέλεια το σωστό χειρισμό της ανεξάρτητης ή της εξαρτημένης ή των ελεγχόμενων μεταβλητών ή άλλων μεταβλητών που δεν σχετίζονται άμεσα με το πείραμα ή θεωρεί σωστό το σχεδιασμό, βάσει του χειρισμού των μεταβλητών του πειράματος	«Σκέφτηκα πως αφού το ύψος που πέφτουν είναι το ίδιο άρα είναι δίκαιο» (B69 _{pre}), «ναι, γιατί θα δεις πώς θα πηδήσει ύστερα» (Γ9 _{pre}), «όχι, γιατί άφηνε τις μπάλες να πέφτουν συνέχεια από το ίδιο ύψος» (Δ37 _{pre}), «γιατί η κάθε μπάλα έχει διαφορετικό βάρος» (Z86 _{pre})
επίπεδο I	Μαντεύει ή στηρίζεται σε προηγούμενη παρατήρηση και κάνει προβλέψεις για το αποτέλεσμα	«Όχι γιατί αν ένα μπαλάκι ζυγίζει λιγότερο ή περισσότερο θα αλλάξει το ύψος των άλλων δύο» (A1 _{pre}), «πρώτα πέφτει ο βόλος, μετά του γκολφ και μετά του τένις» (Δ46 _{pre}), «όσο πιο πολύ αέρα έχει η μπάλα τόσο πιο πολύ αναπηδά» (E67 _{pre})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«όχι, δεν είναι δίκαιο» (B67 _{pre}), «εγώ πιστεύω θα πετύχει το πείραμα του Πέτρου» (E78 _{pre})

Πίνακας Π4.47.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 14 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 14
επίπεδο IV Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό και εισηγείται τρόπους διόρθωσής του ώστε το πείραμα να είναι έγκυρο	«όχι, γιατί στο ένα έβαλε 250ml και στο άλλο 200ml» (A41 _{pre}), «στο ένα ποτήρι έχει 50ml περισσότερο υγρό από το άλλο» (Z88 _{pre}), «όχι γιατί έπρεπε να βάλει ίδια ποσότητα υγρού και στα δύο 200ml ή και στα δύο 250ml» (A15 _{post}), «έπρεπε να πάρει δύο όμοια ποτήρια και να βάλει την ίδια ποσότητα υγρού. Επίσης έπρεπε να τα αφήσει τον ίδιο χρόνο στο θάλαμο» (B62 _{post}), «όχι, επειδή έπρεπε να βάλει 250ml και στα δύο και να δει ποιο θα πήξει» (Γ2 _{post})
επίπεδο III Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό, αλλά θεωρεί το πείραμα δίκαιο ή θεωρεί λάθος και το σωστό χειρισμό άλλων μεταβλητών	«όχι, δεν είναι δίκαιο γιατί το υγρό πρέπει να είναι το ίδιο και η ίδια ποσότητα» (B53 _{mid}), «όχι, γιατί είναι διαφορετικό υγρό και διαφορετικές ποσότητες» (A36 _{post}), «υπάρχουν δύο λόγοι που κάνουν το πείραμά της λάθος: Έβαλε διαφορετικό υγρό σε κάθε ποτήρι. Έβαλε διαφορετική ποσότητα υγρού σε κάθε ποτήρι» (B44 _{post}), «δεν ήταν η ίδια ποσότητα υγρού, ούτε το ίδιο υγρό» (Γ26 _{post}), «το ένα ήταν νερό και το άλλο πορτοκαλάδα και ήταν διαφορετικά» (E76 _{post})
επίπεδο II Θεωρεί σχεδιαστική ατέλεια το σωστό χειρισμό της ανεξάρτητης ή της εξαρτημένης ή των ελεγχόμενων μεταβλητών ή άλλων μεταβλητών που δεν σχετίζονται άμεσα με το πείραμα ή θεωρεί σωστό το σχεδιασμό, βάσει του χειρισμού των μεταβλητών του πειράματος	«όχι, δεν είναι δίκαιο γιατί στο ένα είναι νερό και στο άλλο πορτοκαλάδα» (A34 _{pre}), «ναι, γιατί αν έβαζε και στα δύο (ml) πώς θα ήξερε ποιο θα πήξει πρώτο;» (B45 _{pre}), «είναι σωστό γιατί είναι και τα ίδια ποτήρια» (E76 _{pre}), «όχι, γιατί έπρεπε να βάλει και στα δύο νερό και όχι ξεχωριστό υγρό» (A13 _{mid}), «ναι, αν έβαζε την ίδια ποσότητα υγρού δεν θα έβγαζε κανένα συμπέρασμα» (B42 _{mid}), «ναι, γιατί έχουν διαφορετική ποσότητα (B46 _{post}), «ναι, γιατί θα τα βάλει στον ίδιο χρόνο» (Γ13 _{post}), «ναι, γιατί 200ml νερό και 250ml πορτοκαλάδα η ποσότητα είναι σχεδόν ίδια» (Δ57 _{post})
επίπεδο I Μαντεύει ή στηρίζεται σε προηγούμενη παρατήρηση και κάνει προβλέψεις για το αποτέλεσμα	«ναι, γιατί το νερό θα γίνει πάγος πρώτο γιατί είναι λιγότερο υγρό» (A32 _{pre}), «επειδή μπορεί να παγώνουν και τα δύο μαζί» (Γ3 _{mid}), «έτσι όπως το έκανε σίγουρα θα γίνει πιο γρήγορα πρώτο η πορτοκαλάδα γιατί έβαλε πιο πολλή ποσότητα» (Δ46 _{mid}), «όχι γιατί η πορτοκαλάδα έχει ζάχαρη» (Γ21 _{post}), «γιατί όσο πιο πολύ ποσότητα υγρού υπάρχει τόσο πιο αργά πήζει» (Δ42 _{post}), «η πορτοκαλάδα πήζει πιο γρήγορα από τα νερό» (Z83 _{post})
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«ναι, για να μπορέσει να παρατηρήσει αυτό που γυρεύει» (A1 _{pre}), «ναι είναι έγκυρο το πείραμά της» (E70 _{pre}), «όχι, γιατί δεν νομίζω ότι θα το διαπιστώσει με αυτό που θα κάνει» (A20 _{mid}), «τα παρακολουθούσε και είδε» (E78 _{mid}), «ναι, είναι το νερό γιατί επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται για να πήξει» (Γ6 _{post})

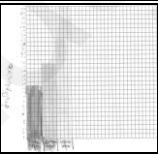
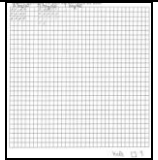
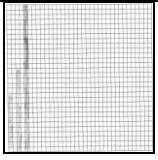
Πίνακας Π4.48.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 15 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 15
επίπεδο IV Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό και εισηγείται τρόπους διόρθωσής του ώστε το πείραμα να είναι έγκυρο	«είναι λάθος γιατί έπρεπε σε κάθε σωλήνα να βάλει ή μόνο νερό ή μόνο ξίδι ή μόνο νερό και ξίδι» (A3 _{pre}), «δεν είναι δίκαιο γιατί δεν είναι το ίδιο υγρό που υπάρχει στους δοκιμαστικούς σωλήνες» (A33 _{mid}), «έπρεπε να βάλει π.χ. νερό + σίδηρο, χαλκό + νερό, ατσάλι + νερό» (Γ25 _{mid}), «γιατί και στα τρία μπουκάλια έπρεπε να είχε τα ίδια υγρά» (A23 _{post}), «όχι γιατί κάποιους παράγοντες έπρεπε να τους κρατήσει σταθερούς, για παράδειγμα το είδος του υγρού» (B59 _{post})
επίπεδο III Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό, αλλά θεωρεί το πείραμα δίκαιο ή θεωρεί λάθος και το σωστό χειρισμό άλλων μεταβλητών	«γιατί στα τρία δοχεία έχει διαφορετικό υγρό και διαφορετική βελόνα» (B61 _{pre}), «γιατί δεν έβαλε τα ίδια καρφιά στους δοκιμαστικούς σωλήνες» (B73 _{pre}), «είναι σωστό γιατί στα δύο πρώτα έβαλε νερό και ξίδι και στο τρίτο έβαλε νερό + ξίδι και διαφορετικά καρφιά» (A20 _{mid}), «έβαλε την ίδια ποσότητα αλλά άλλαξε τα καρφιά και το υγρό μέσα στο σωλήνα» (Γ4 _{mid}), «γιατί δεν είναι το ίδιο υγρό ούτε το ίδιο υλικό» (A27 _{post}), «γιατί έπρεπε να έχουν τα ίδια υλικά» (E80 _{post})
επίπεδο II Θεωρεί σχεδιαστική ατέλεια το σωστό χειρισμό της ανεξάρτητης ή της εξαρτημένης ή των ελεγχόμενων μεταβλητών ή άλλων μεταβλητών που δεν σχετίζονται άμεσα με το πείραμα ή θεωρεί σωστό το σχεδιασμό, βάσει του χειρισμού των μεταβλητών του πειράματος	«λέω όχι γιατί το καρφί δεν αποτελείται από το ίδιο πράγμα» (A17 _{pre}), «κάθε καρφί είναι διαφορετικό είδος» (E68 _{pre}), «ναι, αφού στο πρώτο έβαλε νερό, στο άλλο ξίδι και στο άλλο νερό και ξίδι» (Γ26 _{pre}), «είναι έγκυρο γιατί τα καρφιά πρέπει να είναι ίδια» (B46 _{mid}), «έπρεπε να βάλει το ίδιο σίδηρο μέσα» (Δ41 _{mid}), «είναι δίκαιο επειδή και τα τρία υλικά είναι τα ίδια» (A1 _{post}), «Δεν είναι έγκυρο γιατί τα καρφιά δεν είναι από το ίδιο είδος, το σίδηρο» (B53 _{post}), «όχι, επειδή έπρεπε το καρφί να είναι ίδιο είδος» (Γ3 _{post}), «ναι γιατί έβαλε και στα τρία την ίδια ποσότητα νερού» (Δ42 _{post}), «έπρεπε να κρατήσει σταθερό το καρφί» (Ζ94 _{post})
επίπεδο I Μαντεύει ή στηρίζεται σε προηγούμενη παρατήρηση και κάνει προβλέψεις για το αποτέλεσμα	«όχι γιατί δεν θα σκουριάσει με το νερό, ούτε με το ξίδι, αλλά ούτε και με νερό και ξίδι» (A40 _{pre}), «αυτό που έχει και νερό και ξίδι θα σκουριάσει πρώτο» (Δ51 _{pre}), «το 3 γιατί υπάρχει νερό και ξίδι» (Γ3 _{pre}), «το σίδηρο μέσα στο νερό σκουριάζει», (A18 _{mid}), «το ατσάλι είναι ανθεκτικό υλικό και θα δυσκολευτεί μόνο ένα υγρό να το σκουριάσει» (Δ52 _{mid}) «το σιδερένιο καρφί σκουριάζει σε νερό πιο εύκολα» (B35 _{post}), «γιατί σε μια βδομάδα το ξίδι σκουριάζει το καρφί» (Δ48 _{post})
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«Ναι, γιατί έτσι θα δει τι γίνεται» (B64 _{pre}), «γιατί το πείραμα δεν είναι σωστό» (A9 _{pre}), «πιστεύω ναι, γιατί αν αφήσει μια εβδομάδα θα γίνουν» (A28 _{mid}), «όχι γιατί πρέπει να πάρει ένα ένα τα καρφιά και να τα βάλει στα τρία μπουκάλια» (Γ11 _{mid}), «Ναι, γιατί μπορεί η Μαρίνα με αυτό το πείραμα να έμαθε κάτι που δεν ήξερε» (A31 _{post}), «όχι γιατί δεν μπορεί να δουλέψει με αυτόν τον τρόπο» (Γ16 _{post})

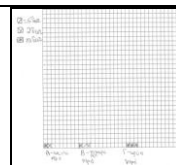
Πίνακας Π4.49.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 16 από το δείγμα 2 (n=172)

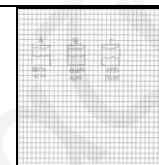
περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VII	Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	 (A17 _{pre})
επίπεδο VI	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	
επίπεδο V	Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων	
επίπεδο IV	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές	
επίπεδο III	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων	 (B61 _{pre})
επίπεδο II	Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	 (B63 _{pre})
επίπεδο I	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα	

επίπεδο 0

Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα



(A10_{pre})



(A29_{pre})

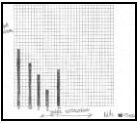
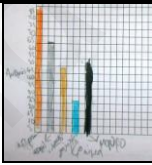
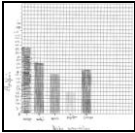

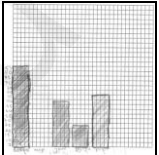
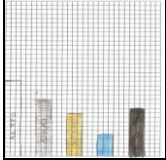
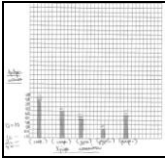

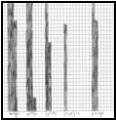
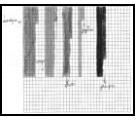
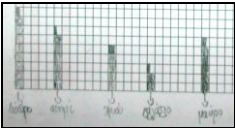
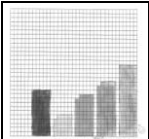



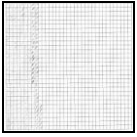

(B57_{pre})

Ευαγγελία Κυριακή

Πίνακας Π4.50.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 17 από το δείγμα 2 (n=172)

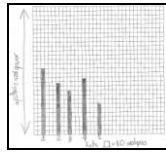
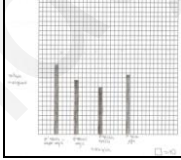
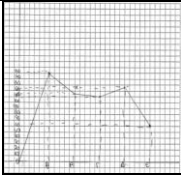
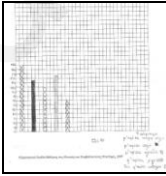
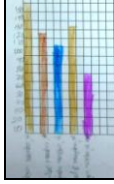
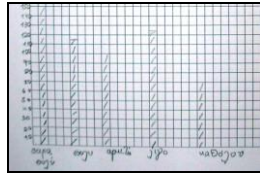
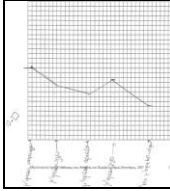
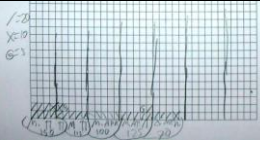
περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις			
επίπεδο VII	Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	 (A33 _{pre})	 (Z85 _{mid})	 (A2 _{post})	
επίπεδο VI	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα			 (A22 _{post})	
επίπεδο V	Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων	 (A17 _{pre})	 (B45 _{mid})	 (A14 _{post})	
επίπεδο IV	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές				
επίπεδο III	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων			 (Δ40 _{post})	
επίπεδο II	Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	 (A23 _{pre})	 (B62 _{pre})	 (Γ27 _{mid})	 (B47 _{post})

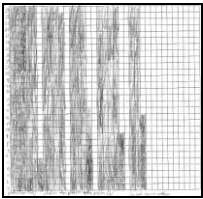
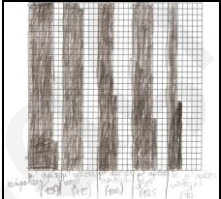
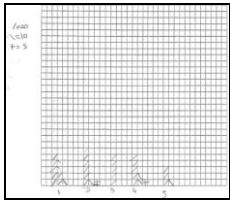
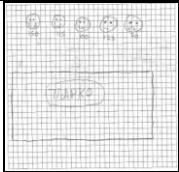
επίπεδο Ι	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα	 (Δ49 _{post})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα	 (B64 _{pre})  (A32 _{mid})

Ευαγγελία Κυρίση

Πίνακας Π4.51.

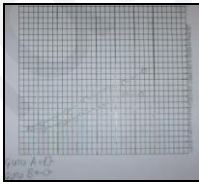
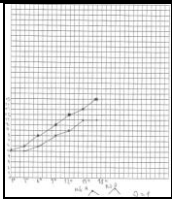
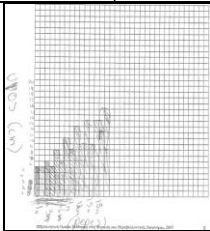
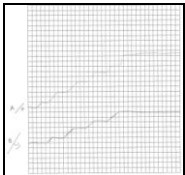
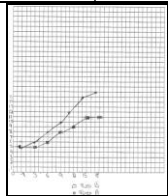
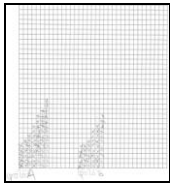
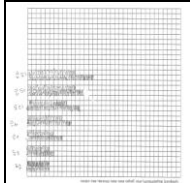
Τυπικές απαντήσεις στο έργο 18 από το δείγμα 2 (n=172)

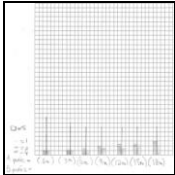
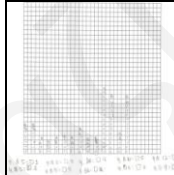
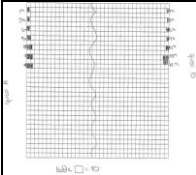
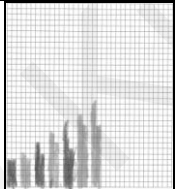
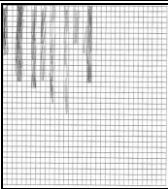

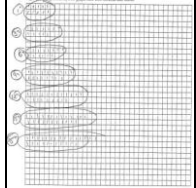
περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
<p>επίπεδο VII</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(A33_{pre})</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(B75_{mid})</p> </div> </div>
<p>επίπεδο VI</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	<div style="text-align: center;">  <p>(A22_{post})</p> </div>
<p>επίπεδο V</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(B75_{pre})</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(Z84_{mid})</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(E76_{post})</p> </div> </div>
<p>επίπεδο IV</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές</p>	<div style="text-align: center;">  <p>(A21_{post})</p> </div>
<p>επίπεδο III</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων</p>	<div style="text-align: center;">  <p>(Δ39_{post})</p> </div>

<p>επίπεδο II</p>	<p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(B50_{pre}) (Δ40_{pre})</p>	 <p>(A8mid)</p>	 <p>(A4_{post})</p>
<p>επίπεδο I</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα</p>			
<p>επίπεδο 0</p>	<p>Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα</p>	 <p>(A29_{pre})</p>		

Πίνακας Π4.52.

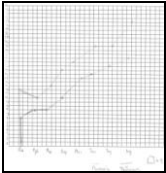
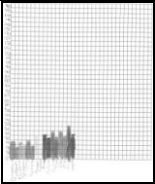
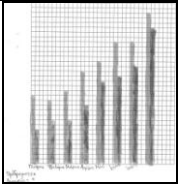
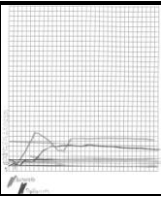
Τυπικές απαντήσεις στο έργο 19 από το δείγμα 2 (n=172)

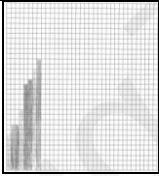
περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις	
<p>επίπεδο VII</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>		 <p>(Δ42_{post})</p>  <p>(B75_{post})</p>
<p>επίπεδο VI</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>		 <p>(A17_{post})</p>
<p>επίπεδο V</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 <p>(A16_{pre})</p>	 <p>(A25_{post})</p>
<p>επίπεδο IV</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές</p>	 <p>(B56_{pre})</p>	 <p>(A27_{post})</p>

<p>επίπεδο III</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 <p>(A14_{pre})</p>	 <p>(B60_{mid})(Γ23_{mid})</p>	 <p>(B53_{post})</p>	
<p>επίπεδο II</p>	<p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>				
<p>επίπεδο I</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(B42_{pre})</p>	 <p>(A26_{post})</p>		
<p>επίπεδο 0</p>	<p>Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα</p>	 <p>(A29_{mid})</p>		 <p>(A38_{post})</p>	

Πίνακας Π4.53.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 20 από το δείγμα 2 (n=172)


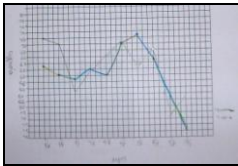
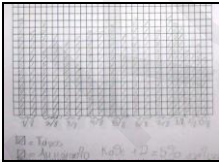

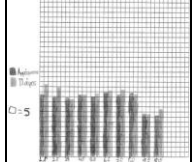
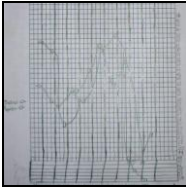
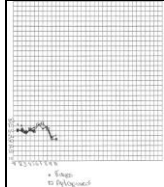
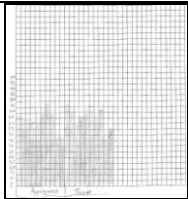
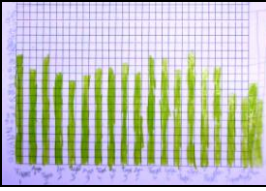
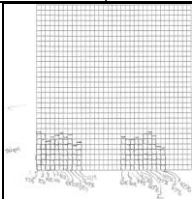
περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 20	
<p>επίπεδο VII</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>		
<p>επίπεδο VI</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>		
<p>επίπεδο V</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 (B75 _{pre})	
<p>επίπεδο IV</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές</p>	 (A20 _{pre})	 (B44 _{pre})
<p>επίπεδο III</p> <p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων</p>	E67 _{pre}	Δ37 _{pre}
<p>επίπεδο II</p> <p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 (A16 _{pre})	

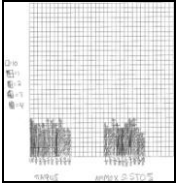
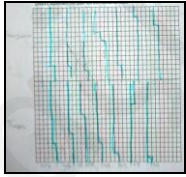
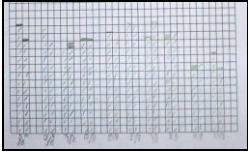
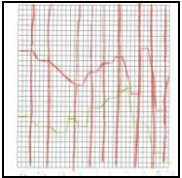
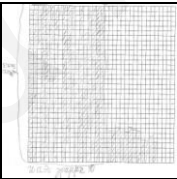

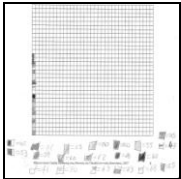
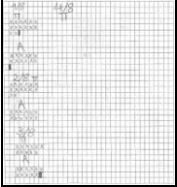
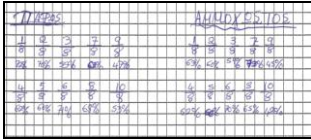
επίπεδο Ι	Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα		(A12 _{pre})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα		

Ευαγγελία Κυριακή

Πίνακας Π4.54.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 21 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VII Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	 (Δ42 _{mid})  (Δ49 _{post})
επίπεδο VI Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	 (Z96 _{post})  (A17 _{mid})  (B44 _{post})
επίπεδο V Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων	 (Δ42 _{post})  (A25 _{post})
επίπεδο IV Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές	 (B63 _{pre})  (Z84 _{mid})  (A20 _{post})

<p>επίπεδο III</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων</p>	 <p>(A3_{pre})</p>	 <p>(Δ40_{mid})</p>	 <p>(Γ8_{post})</p>
<p>επίπεδο II</p>	<p>Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(B51_{mid})</p>		
<p>επίπεδο I</p>	<p>Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα</p>	 <p>(A11_{pre})</p>	 <p>(E65_{mid})</p>	 <p>(B64_{post})</p>
<p>επίπεδο 0</p>	<p>Δεν απαντά ή δεν κατανοήσε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα</p>	 <p>(B51_{pre})</p>	 <p>(A29_{mid})</p>	

Πίνακας Π4.55.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 22 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 22	
επίπεδο IV	Απομονώνει μια μεταβλητή, στηριζόμενος στις τιμές της ίδιας αλλά και άλλων μεταβλητών, τις οποίες αποκλείει	«η ημερήσια προπόνηση, γιατί τα άλλα δεδομένα τα έχουν και έχουν και οι άλλοι όπως τη μάρκα παπουτσιών, το φαγητό που έφαγαν και την ηλικία. Άρα μόνο η ημερήσια προπόνηση είναι διαφορετική» (A25 _{post}), «το ότι έκαναν προπόνηση μόνο 2 ώρες. Η ηλικία δεν επηρεάζει γιατί υπάρχουν κι άλλοι με την ίδια ηλικία όπως και με τα ίδια παπούτσια, αλλά και το τί έφαγαν πριν το παιχνίδι» (Γ29 _{post})
επίπεδο III	Απομονώνει μια μεταβλητή και στηρίζεται μόνο στις τιμές της χωρίς να αντιπαραβάλει με άλλες και να τις αποκλείει	«Η απόδοση των αθλητών επηρεάστηκε απ' την ώρα της ημερήσιας προπόνησής τους. Και οι δύο προπονούσαν δύο ώρες την ημέρα, λιγότερη ώρα απ' όλους τους άλλους αθλητές» (B44 _{pre}), «μόνο εκείνοι οι 2 έκαναν προπόνηση 2 ώρες» (Δ23 _{mid}), «επειδή είναι οι μόνοι 2 που κάνουν ημερήσια προπόνηση 2 ώρες» (A27 _{post})
επίπεδο II	Επαναλαμβάνει δεδομένα του πίνακα. Εντοπίζει μεταβλητές, αλλά δεν συγκρίνει τις τιμές τους, δεν αντιπαραβάλει στοιχεία για να απομονώσει κάποια ή να αποκλείσει άλλες	«γιατί προπονήθηκαν 2 ώρες» (A41 _{pre}), «η μάρκα παπουτσιών γιατί μόνο ο Γ φορεί διαφορετική μάρκα, η ώρα που προποούνται και η ηλικία» (Γ19 _{mid}), «ο Γ φόρεσε παπούτσια «Τρεχάλα» και προπονήθηκε λιγότερο από τους άλλους, όπως και τον Β που φόρεσε «Άθλον» όπως τον Ε, όμως εκείνος έφαγε σουβλάκια και ο άλλος σάντουιτς» (A14 _{post}), «εγώ νομίζω τους επηρέασε η μάρκα παπουτσιών και οι ώρες που γυμνάζονταν γιατί κάθε μάρκα παπουτσιών είναι διαφορετικές» (B55 _{post}), «νομίζω την προπόνηση και το φαγητό, αλλά πρέπει να κάνει πείραμα» (B69 _{post}), «γιατί έφαγαν διαφορετικά φαγητά και είναι σε διαφορετική ηλικία» (E76 _{post})
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας	«το μόνο πράγμα που μπορεί να επηρέασε την απόδοση των δύο αθλητών είναι η ηλικία και τα παπούτσια» (A2 _{pre}), «νομίζω ότι επηρέασε την απόδοση των αθλητών ότι οι ώρες που προποούνται είναι λίγες. Ενώ αν έκαναν παραπάνω ώρες δεν θα επηρεάζονταν οι αποδόσεις τους» (A29 _{pre}), «γιατί δεν έφαγαν καλά» (Γ9 _{pre}), «την επηρεάζει η ηλικία γιατί λιγοστεύει την αντοχή» (Z85 _{pre}), «εγώ νομίζω ημερήσια προπόνηση γιατί ήταν οι μόνοι που έκαναν δύο ώρες προπόνηση και έτσι δεν χώνεψαν το φαγητό τους» (A34 _{mid}), «επηρεάσε η ημερήσια προπόνηση γιατί όποιος γυμνάζεται παραπάνω είναι καλύτερος» (A23 _{post}), «γιατί μόνο 2 ώρες έκαναν προπόνηση, ενώ οι άλλοι έκαναν περισσότερες ώρες» (Δ53 _{post})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«εγώ νομίζω ο Α αθλητής» (A6 _{pre}), «είναι το Α, Δ, Ε γιατί λένε πως δεν έπαιξαν καλά» (Γ6 _{pre}), «νομίζω τον Α γιατί είναι 24 χρονών μεγαλύτερος και λαστέξ, προπόνηση 4 ώρες και φαγητό, πιστεύω θα νικήσει ο Α» (Δ57 _{pre}), «είναι το Β γιατί έκανε 2 ώρες» (Γ6 _{mid}), «γιατί δεν προπονήθηκαν» (B66 _{mid}), «πριν το παιχνίδι δεν έπρεπε να φαν» (A18 _{post}), «είναι το Β επειδή επηρέασε την απόδοσή τους» (Γ6 _{post}), «είναι όλοι γιατί οι ώρες τους είναι σωστές» (Z83 _{post})

Πίνακας Π4.56.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 23 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις στο έργο 23
επίπεδο IV	Απομονώνει μια μεταβλητή, στηριζόμενος στις τιμές της ίδιας αλλά και άλλων μεταβλητών, τις οποίες αποκλείει	«φταίνει τα γραμμάρια γιατί μόνο εκείνα τα δύο έχουν 80g. Η γεύση δεν φταίει γιατί έφαγαν την ίδια κι άλλα παιδιά όπως επίσης και το χρώμα του περιτυλίγματος και η τιμή του παγωτού» (B61 _{mid}), «πιστεύω πως επηρέασε η μάζα του παγωτού γιατί γεύση σοκολάτα είχε και του Λευτέρη και φράουλα του Αντρέα. Χρώμα περιτυλίγματος κόκκινο είχε και ο Λευτέρης. Τιμή και του Κώστα. Μόνο η μάζα είναι η ίδια και στα δύο και μόνο σ' αυτά» (A22 _{post})
επίπεδο III	Απομονώνει μια μεταβλητή και στηρίζεται μόνο στις τιμές της χωρίς να αντιπαραβάλει με άλλες και να τις αποκλείει	«η ποσότητα επηρεάζει επειδή είναι η ίδια και σε κανένα άλλο παγωτό δεν υπάρχει η ίδια επιλογή» (Γ5 _{pre}), «είναι επειδή και τα δύο ζυγίζουν 80g και κανένα άλλο δεν ζυγίζει έτσι» (B48 _{mid}), «όλα τα άλλα έχουν διαφορετική μάζα και του Δ και του Α είναι η ίδια» (Δ47 _{mid}), «γιατί μόνο αυτοί οι δύο έχουν μάζα 80g» (A13 _{post}), «μόνο του Δημήτρη και του Αλέκου ήταν λιωμένα επειδή η μάζα παγωτού ήταν 80g» (Γ5 _{post})
επίπεδο II	Επαναλαμβάνει δεδομένα του πίνακα. Εντοπίζει μεταβλητές, αλλά δεν συγκρίνει τις τιμές τους, δεν αντιπαραβάλει στοιχεία για να απομονώσει κάποια ή να αποκλείσει άλλες	«έλιωσε το παγωτό τους γιατί έχουν την ίδια μάζα παγωτού» (B47 _{pre}), «έχουν και τα δύο 80g και ήταν και τα δύο κόκκινα» (A2 _{mid}), «η γεύση του παγωτού επηρέασε το παγωτό και έλιωσε επειδή όλα τα άλλα συστατικά ήταν τα ίδια» (Γ2 _{mid}), «γιατί η μάζα τους ήταν η ίδια» (Z89 _{mid}), «επειδή το περιτύλιγμα ήταν κόκκινο, η μάζα του παγωτού 80g και 60g» (A41 _{post}), «επειδή είναι 80g και τα δύο, γι' αυτό έλιωσαν» (B64 _{post})
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας	«όσο πιο σκούρο είναι το περιτύλιγμα τόσο πιο πολύ ελκύει τις ακτίνες του ήλιου» (A8 _{pre}), «γιατί ήταν πολύ μικρά» (Δ48 _{pre}), «μπορεί να επηρεάσει το είδος και τα υλικά που είναι φτιαγμένα» (Z86 _{pre}), «επειδή τα πιο φτηνά παγωτά λιώνουν εύκολα» (Δ40 _{mid}), «το χρώμα, η μάζα και η γεύση» (E67 _{mid}), «νομίζω η μάζα του παγωτού, γιατί όταν είναι ίδια η θερμοκρασία των παγωτών παίζει ρόλο η μάζα, δηλαδή όσο πιο μικρό είναι το παγωτό τόσο πιο γρήγορα θα λιώσει» (A27 _{post}), «ήταν και τα δύο 80g. Έτσι άργησαν να πήξουν» (B49 _{post}), «επηρεάσε η μάζα και το είδος» (Z92 _{post})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	«εγώ νομίζω είναι του Αντρέα γιατί έχει τα λιγότερα γραμμάρια» (B54 _{pre}), «δεν έπρεπε να το βάλει για δύο ώρες μόνο» (E70 _{pre}), «γιατί είναι τα ίδια» (Γ13 _{mid}), «σκέφτηκα ότι είναι ο Κώστας» (Z81 _{mid}), «σκέφτηκα ποιο παγωτό από τα πέντε θα λιώσει. Νομίζω του Αλέκου, εκείνο που είναι σοκολάτα κόκκινο. Το τρίτο παγωτό» (B57 _{post}), «δεν ξέρω ποιο πράγμα επηρεάζει» (Δ56 _{post})

Πίνακας Π4.57.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 24 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 24
επίπεδο IV	Απομονώνει μια μεταβλητή, στηριζόμενος στις τιμές της ίδιας αλλά και άλλων μεταβλητών, τις οποίες αποκλείει
επίπεδο III	Απομονώνει μια μεταβλητή και στηρίζεται μόνο στις τιμές της χωρίς να αντιπαραβάλλει με άλλες και να τις αποκλείει
επίπεδο II	Επαναλαμβάνει δεδομένα του πίνακα. Εντοπίζει μεταβλητές, αλλά δεν συγκρίνει τις τιμές τους, δεν αντιπαραβάλλει στοιχεία για να απομονώσει κάποια ή να αποκλείσει άλλες
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή αναδιατυπώνει την ερώτηση

Πίνακας Π4.58.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 25 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις στο έργο 25
επίπεδο IV	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκρίσεις συγκεκριμένων τιμών από το ραβδόγραμμα	«το βρήκα βλέποντας ότι βρήκαν 21 έλατα, 23 πεύκους και 26 πλάτανους» (A13 _{pre}), «ο πλάτανος κι ο πεύκος είναι περισσότερα απ' τα έλατα. Τα παιδιά συνάντησαν 26 πλάτανους, 23 πεύκα και 21 έλατα» (B44 _{mid}), «το έλατο είναι 21 άρα θα ψάχνω πάνω από 21. Και είναι ο πεύκος και είναι 23 και ο πλάτανος είναι 26» (Δ46 _{post})
επίπεδο III	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκεκριμένες τιμές από το ραβδόγραμμα χωρίς να κάνει συγκρίσεις ή αναφέρει μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«είναι το πεύκο και ο πλάτανος γιατί το πεύκο είναι 23 και ο πλάτανος 26» (A43 _{pre}), «γιατί στη γραφική παράσταση οι στήλες δείχνουν ότι τα πεύκα είναι 23 και οι πλάτανοι είναι 26» (Δ51 _{mid}), «το ένα δέντρο είναι 23 και το άλλο 26» (Z89 _{mid}), «πεύκος είναι 2 περισσότερα από το έλατο και ο πλάτανος είναι 5 περισσότερα» (A17 _{post}), «είναι το πεύκο 23 και ο πλάτανος 26» (B54 _{post}), «Το πεύκο για 2 δέντρα και ο πλάτανος για 5 δέντρα» (E77 _{post})
επίπεδο II	Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στο ραβδόγραμμα, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές ή διαβάζει λάθος τιμές από το ραβδόγραμμα	«τα δέντρα που ήταν περισσότερα είναι ο πλάτανος και ο πεύκος. Τα δεδομένα τα πήρα από τη γραφική παράσταση» (B52 _{pre}), «είναι το πεύκο και ο πλάτανος. Χρησιμοποίησα τον αριθμό των δέντρων και το είδος δέντρου» (A20 _{mid}), «έχουν μεγαλύτερο ύψος σε στήλη» (Γ14 _{mid}), «μέτρησα με τους αριθμούς πόσα είναι έτσι βρήκα ποιο είναι περισσότερο» (Δ40 _{mid}), «ο πεύκος και ο πλάτανος γιατί φαίνονται στη γραφική παράσταση» (A21 _{post}), «ο πλάτανος είναι 25,3 και ο πεύκος είναι 20,3 ενώ το έλατο είναι 20,1» (B55 _{post}), «Οι πεύκοι και οι πλάτανοι. Χρησιμοποίησα τις πιο ψηλές στήλες των ελάτων» (Z93 _{post})
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει το ραβδόγραμμα ως ρεαλιστική απεικόνιση	«ο πλάτανος έχει το πιο μεγάλο ύψος και την καλύτερη μυρωδιά» (A26 _{pre}), «είναι το πεύκο» (E73 _{pre}), «το πεύκο είναι πιο ψηλό από το έλατο» (A28 _{mid}), «το πεύκο και ο πλάτανος είναι ψηλότερα από τα έλατα» (Γ12 _{mid}), «το πιο ψηλό είναι ο πλάτανος και είναι 25m» (E69 _{mid}), «τα πιο μεγάλα δέντρα είναι το πεύκο και ο πλάτανος. Είναι πιο μεγάλα από το έλατο» (Z95 _{mid}), «είναι ο πεύκος και ο πλάτανος. Εγώ λέω μπορεί να τα πότιζαν πιο συχνά ή να βλάστησαν πιο γρήγορα» (B47 _{post}), «είναι το κυπαρίσσι» (Γ6 _{post}), «τα πεύκα και ο πλάτανος γιατί δυναμώνουν πιο γρήγορα» (E69 _{post})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«είναι 25, 23, 18, 14» (A4 _{pre}), «το καβάτζι, το πεύκο, το κυπαρίσσι και ο πλάτανος» (Δ68 _{pre}), «το κυπαρίσσι έχει το μικρότερο νούμερο» (Γ6 _{mid}), «το κυπαρίσσι είναι είδος δέντρου» (E64 _{mid}), «υπάρχουν 5 είδη δέντρων που είναι πλάτανος, καβάτζι και ο πεύκος» (A28 _{post}), «το καβάτζι γιατί δεν επηρεάζει το ύψος ούτε το πάχος του δέντρου» (Δ57 _{post})

Πίνακας Π4.59.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 26 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις στο έργο 26
επίπεδο IV	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκρίσεις συγκεκριμένων τιμών από το ραβδόγραμμα	«τα πιο γρήγορα ζώα από τον ελέφαντα είναι: το λιοντάρι και η αρκούδα επειδή στη γραφική παράσταση βλέπουμε ότι η ταχύτητα του ελέφαντα είναι 35 ενώ στην αρκούδα είναι 47 και τέλος στο λιοντάρι είναι 80» (B65 _{pre}), «η αρκούδα και το λιοντάρι, γιατί το ένα είναι 48km και το άλλο 80km και ο ελέφαντας 35km» (Δ55 _{pre})
επίπεδο III	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκεκριμένες τιμές από το ραβδόγραμμα χωρίς να κάνει συγκρίσεις ή αναφέρει μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«το είδα στη γραφική παράσταση και γιατί το λιοντάρι τρέχει 45km παραπάνω και η αρκούδα 13km παραπάνω» (B46 _{pre}), «η αρκούδα με ταχύτητα 48km και το λιοντάρι ταχύτητα 80km» (Γ24 _{pre})
επίπεδο II	Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στο ραβδόγραμμα, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές ή διαβάζει λάθος τιμές από το ραβδόγραμμα	«η αρκούδα και το λιοντάρι γιατί ο μέσος όρος ταχύτητας είναι πιο πολύ από τον ελέφαντα» (A41 _{pre}), «επειδή στη γραφική παράσταση γράφει ότι τρέχει πιο γρήγορα» (Γ5 _{pre}), «χρησιμοποίησα τα km και το είδος του ζώου» (Δ59 _{pre}), «στη γραφική παράσταση έχουν πιο ψηλό βαθμό» (Z85 _{pre})
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει το ραβδόγραμμα ως ρεαλιστική απεικόνιση	«το λιοντάρι τρέχει πιο γρήγορα από τον ελέφαντα. Γιατί το λιοντάρι δεν είναι βαρετός και παχύς ενώ ο ελέφαντας είναι βαρετός και παχύς» (A29 _{pre}), «δύο ζώα. Η αρκούδα και το λιοντάρι πέρασαν τον ελέφαντα» (Δ44 _{pre})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«το λιοντάρι είναι το πιο μεγάλο γιατί είναι πιο ψηλή η γραμμή» (E76 _{pre})

Πίνακας Π4.60.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 27 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου		τυπικές απαντήσεις στο έργο 27
επίπεδο IV	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκρίσεις συγκεκριμένων τιμών από το ραβδόγραμμα	«Η Νίκη έκανε περισσότερα βήματα γιατί η Ελένη έκανε 75 βήματα και η Νίκη 80 βήματα» (B73 _{pre}), «η Νίκη κάνει 80, η Μαρία κάνει 65, η Ελένη κάνει 75 και η Δέσπω κάνει 40. Έτσι η Νίκη κάνει περισσότερα βήματα από την Ελένη» (Γ23 _{mid}), «Μόνη η Νίκη γιατί έχει κάνει 80 βήματα κι η Ελένη 75» (A8 _{post}), «Η Νίκη επειδή πάει 80 βήματα, ενώ η Ελένη 75, δηλαδή η Νίκη πάει 5 βήματα παραπάνω» (Δ40 _{post})
επίπεδο III	Στηρίζει την απάντησή του σε συγκεκριμένες τιμές από το ραβδόγραμμα χωρίς να κάνει συγκρίσεις ή αναφέρει μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«Η Νίκη γιατί είναι η μόνη που έχει περισσότερα βήματα από την Ελένη που έχει 80» (A13 _{pre}), «έκανε τα περισσότερα, δηλαδή 80 βήματα» (E72 _{pre}), «η Νίκη γιατί είναι η μόνη που πέρασε τα 75 βήματα ενώ οι άλλες δεν έφτασαν ούτε τα 70» (Δ37 _{mid}), «Η Νίκη κάνει περισσότερα βήματα από την Ελένη. Κάνει 5 περισσότερα βήματα» (A29 _{post}), «Περπάτησε 5 βήματα περισσότερα η Νίκη» (B64 _{post})
επίπεδο II	Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στο ραβδόγραμμα, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές ή διαβάζει λάθος τιμές από το ραβδόγραμμα	«Η Νίκη κάνει περισσότερα βήματα. Χρησιμοποίησα τα δεδομένα: ονόματα, αριθμός βημάτων» (A33 _{pre}), «Νίκη επειδή είναι 80 ενώ η Ελένη 70,05» (Γ10 _{pre}), «αν κοιτάξεις τη γραφική παράσταση έχει περισσότερο από όλες» (Δ52 _{pre}), «κοίταξα τον πίνακα και είδα πως η στήλη της Νίκης είναι πιο ψηλή από της Ελένης» (B49 _{mid}), «Η Νίκη έκανε περίπου 2 βήματα παραπάνω από την Ελένη» (Z85 _{mid}), «Η Νίκη. Από τη γραφική παράσταση με βοήθησε ο αριθμός των βημάτων» (A20 _{post}), «80 βήματα έκανε η Νίκη και η Ελένη 70. Έκανε η Νίκη 10 παραπάνω από την Ελένη» (A32 _{post}), «Μόνο η Νίκη, γιατί φαίνεται καθαρά στη γραφική παράσταση» (Z90 _{post})
επίπεδο I	Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει το ραβδόγραμμα ως ρεαλιστική απεικόνιση	«Η Μαρία γιατί δεν έχει φτάσει στο τέλος του διαδρόμου και ήδη έχει κάνει 65 βήματα» (A34 _{pre}), «Η Νίκη διάνυσε τον περισσότερο δρόμο» (Γ5 _{pre}), «Η Νίκη, ο διάδρομός της είναι πιο μεγάλος» (Δ42 _{pre}), «η Νίκη έκανε περισσότερα βήματα από την Ελένη» (A29 _{mid}), «Η Ελένη χρειάζεται να περάσει τη Νίκη για να νικήσει» (Γ22 _{mid}), «η Νίκη γιατί έχει φτάσει πιο γρήγορα στο τέλος» (Γ15 _{post}), «η Νίκη γιατί μπορεί να έχει πιο μικρά πόδια» (E77 _{post})
επίπεδο 0	Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«κάνει μια γραφική παράσταση για να δει ποια είναι περισσότερα» (B64 _{pre}), «συμφωνώ με τη Μαρία» (Γ15 _{mid}), «Μαρία επειδή είναι το όνομα της μητέρας μου» (E65 _{mid})

Πίνακας Π4.61.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 28 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο V Χρησιμοποιεί δύο σημεία της γραφικής παράστασης και τα συγκρίνει επαρκώς, αναφερόμενος σε συγκεκριμένες τιμές από τη γραφική παράσταση	«Ο Σταύρος ήταν πιο γρήγορος 11:30 – 9:30 = 2:00. Ο άλλος: 11:00 – 8:00 = 3:00» (A14 _{pre}), «Ο Σταύρος είναι πιο γρήγορος από τον Κώστα γιατί από τις 9:30 ως τις 11:30 είναι 2 ώρες ενώ από τις 8:30 ως τις 11:00 είναι 3 ώρες» (Z83 _{pre}), «ο Σταύρος γιατί ξεκίνησε η ώρα 9:30 ως 11:30 ενώ ο Κώστας από η ώρα 8:00 ως 11:00» (B69 _{post})
επίπεδο IV Συγκρίνει δύο σημεία (αρχική και τελική κατάσταση) αναφέροντας τιμές μιας παραμέτρου ή αναφέροντας μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«ο Σταύρος έκανε μια ώρα λιγότερη από τον Κώστα» (A17 _{pre}), «ο πιο γρήγορος ήταν ο Σταύρος γιατί ξεκίνησε στις 9:30 και έφθασε στις 11:30» (B53 _{pre}), «ο Σταύρος γιατί ξεκίνησε 1:30 ώρα μετά τον Κώστα και τέλειωσε μόνο μισή ώρα μετά» (A15 _{mid}), «Ο Σταύρος έκανε λιγότερο χρόνο. Ξεκίνησε η ώρα 9:30 και τέλειωσε η ώρα 11:30» (B49 _{post}), «Ο Σταύρος έκανε 120λ και ο Κώστας 180λ» (Γ17 _{post})
επίπεδο III Εστιάζει μόνο σε μια παράμετρο ενός σημείου του ενός άξονα χωρίς αναφορά στην άλλη (συνήθως στο πρώτο ή στο καταληκτικό σημείο) ή αναφέρει διάφορες τιμές από τη γραφική παράσταση χωρίς να τις συγκρίνει ή να καταλήγει σε συμπέρασμα. Μπερδεύει τα μεγέθη του οριζόντιου και του κάθετου άξονα ή διαβάζει λάθος τιμές	«ο Κώστας είναι πιο γρήγορος γιατί ο Σταύρος έφτασε στις 11:30, ενώ ο Κώστας έφτασε στις 11:00» (B43 _{pre}), «Ο Σταύρος έφτασε στις 3 ώρες ενώ ο Κώστας έφτασε στις 4 ώρες» (Δ53 _{pre}), «πιο γρήγορος ήταν ο Σταύρος γιατί ξεκίνησε στις 9:00 και ο Κώστας στις 8:00» (B52 _{mid}), «ο Σταύρος από το 0 πήγε στο 2,4 ενώ ο Κώστας από το 0 πήγε στο 0,7, 1,3, 1,6 και μετά έφτασε στο 2,4» (Γ23 _{mid}), «ο Σταύρος γιατί ξεκίνησε 9:30, ενώ ο Κώστας ξεκίνησε στις 8:00» (A37 _{post}), «Ο Σταύρος γιατί 2 ώρες έκανε» (E76 _{post})
επίπεδο II Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στη γραφική παράσταση, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές	«Ο Σταύρος γιατί είδα το χρόνο κάθε μισή ώρα μια κουκκίδα ή το τετράγωνο» (A20 _{pre}), «ο Κώστας επειδή ξεκίνησε πιο γρήγορα και τέλειωσε πιο γρήγορα» (Γ2 _{pre}), «ο Κώστας. Χρησιμοποίησα το χρόνο και την απόσταση» (A19 _{mid}), «παρατήρησα το χρόνο και την απόσταση από τον πίνακα δεδομένων και είδα ότι ο Σταύρος ήταν πιο γρήγορος» (Δ43 _{mid}), «Ο Σταύρος γιατί έτρεξε πιο γρήγορα» (A18 _{post}), «ο Κώστας. Με βοήθησε ο χρόνος και η απόσταση» (E66 _{post}), «με βοήθησε να βρω την απάντησή μου τα τετραγωνάκια» (Z88 _{post})
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση	«Πιο γρήγορος ήταν ο Κώστας γιατί περπάτησε περισσότερο» (A9 _{pre}), «ο Κώστας γιατί έκανε όλο ίδιο δρόμο» (E68 _{pre}), «ο Κώστας γιατί δεν σταματούσε συνέχεια» (A24 _{mid}), «Ο Σ επειδή στον περισσότερο χρόνο πήγαινε ίσια και λιγότευε γρηγορότερα η απόσταση» (Δ52 _{mid}), «γιατί έκανε πιο λίγες στάσεις» (E76 _{mid}), «ο Σταύρος γιατί στην πορεία του υπάρχουν λιγότερα τετραγωνάκια» (B59 _{post}),
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«ο πιο γρήγορος είναι 8:00» (Γ16 _{pre}), «γιατί παρουσιάζει την απόσταση και το χρόνο σε μια πεζοπορία» (Γ6 _{post})

Πίνακας Π4.62.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 29 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 29
επίπεδο V Χρησιμοποιεί δύο σημεία της γραφικής παράστασης και τα συγκρίνει επαρκώς, αναφερόμενος σε συγκεκριμένες τιμές από τη γραφική παράσταση	«η Μαρία βελτιώθηκε περισσότερο επειδή από τους 11 βαθμούς ανέβηκε στους 17, έκανε διαφορά 6 βαθμών, ενώ η Ελένη πήγε απ' τους 14 στους 18 βαθμούς, διαφορά 4 βαθμών» (B44 _{pre}), «τη μεγαλύτερη βελτίωση την έκανε η Ελένη γιατί στην αρχή είχε 11-17 και η Μαρία 14-19» (Z92 _{pre}), «Η Ελένη έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση γιατί από το 11 έφτασε στο 17, ενώ η Μαρία από το 14 έφτασε στο 19» (Γ29 _{mid}), «η Ελένη γιατί από τους 11 βαθμούς που είχε στην αρχή ανέβασε κατά 6, δηλαδή 17. Η Μαρία από τους 14 ανέβασε κατά 5, δηλαδή 19» (Δ37 _{post})
επίπεδο IV Συγκρίνει δύο σημεία (αρχική και τελική κατάσταση), αναφέροντας τιμές μιας παραμέτρου ή αναφέροντας μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«Η Μαρία έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση στην επίδοσή της γιατί στην αρχή ήταν 14 και στο τέλος 20» (Δ47 _{pre}), «η Ελένη μέχρι το τελευταίο διαγώνισμα πήρε 8 βαθμούς περισσότερους από το πρώτο, ενώ η Μαρία 5 βαθμούς κι έτσι τη μεγαλύτερη πρόοδο έκανε η Ελένη» (A8 _{post}), «η Ελένη γιατί είχε 11 και έγινε 17» (Γ3 _{post}), «Η Ε έκανε πρόοδο για 6 βαθμούς ενώ η Μ 3 βαθμούς» (Δ39 _{post})
επίπεδο III Εστιάζει μόνο σε μια παράμετρο ενός σημείου του ενός άξονα χωρίς αναφορά στην άλλη (συνήθως στο πρώτο ή στο καταληκτικό σημείο) ή αναφέρει διάφορες τιμές από τη γραφική παράσταση χωρίς να τις συγκρίνει ή να καταλήγει σε συμπέρασμα. Μπερδεύει τα μεγέθη του οριζόντιου και του κάθετου άξονα ή διαβάζει λάθος τιμές	«Η Μαρία έκανε τη μεγαλύτερη βελτίωση γιατί είναι 19 και η Ελένη είναι 17» (A17 _{pre}), «η Μαρία γιατί έπιασε 15 ενώ η Ελένη 10 και μισό» (Δ60 _{pre}), «η Μαρία γιατί είναι πρώτη και από τα 15 πήγε στα 20» (Γ4 _{pre}), «Η Μαρία έκανε 15 ενώ η Ελένη 10» (E80 _{mid}), «Η Ελένη γιατί από 11 πήγε 17, ενώ η Μαρία πήγε από 16 στα 19» (Z84 _{mid}), «Η Μαρία έκανε την καλύτερη βελτίωση γιατί στο τέλος η επίδοση της Μαρίας είναι 19 και της Ελένης 15» (B50 _{post}), «η Ελένη έκανε σύνολο 77 και η Μαρία 121» (Γ11 _{post})
επίπεδο II Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στη γραφική παράσταση, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές	«η Ελένη. Χρησιμοποίησα το διαγνωστικό δοκίμιο και την επίδοση» (A19 _{pre}), «με βοήθησε η επίδοση» (E66 _{pre}), «η Μαρία γιατί άρχισε με πιο ψηλό βαθμό και τέλειωσε με πιο ψηλό» (A30 _{mid}), «η Μαρία έχει πάντα πιο ψηλή απόδοση» (Γ1 _{mid}), «Η Ελένη επειδή πρώτα είναι χαμηλοί οι βαθμοί της όμως μετά πηγαίνουν πιο πάνω. Έτσι δείχνει η γραφική παράσταση» (Δ40 _{mid}), «Είδα τους αριθμούς και ήβρα την απάντηση» (B58 _{post}), «σύγκρινα τα δεδομένα της Μαρίας από την Ελένη» (Δ46 _{post})
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση	«η Ελένη γιατί έχει πολλή δρόμο να διανύσει» (B63 _{pre}), «Η Ελένη πήγαινε ανηφόρα όπως βλέπω και στην γραφική παράσταση ενώ η Μαρία πήγαινε ίσια» (Δ40 _{pre}), «Η Μαρία επειδή ξεκίνησε πιο γρήγορα» (Δ58 _{mid}), «Έφτασαν και οι δύο στο τέρμα» (E76 _{mid}), «η Ελένη γιατί φαίνεται πιο λίγη απόσταση από τη Μαρία» (A4 _{post}), «έκαναν και οι δύο το ίδιο» (E71 _{post})
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«δε νίκησε κανείς» (Δ61 _{pre}), «εγώ συμφωνώ με την Ελένη» (Γ15 _{mid}), «Η Μαρία γιατί έχει 15» (Γ7 _{post})

Πίνακας Π4.63.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 30 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο V Χρησιμοποιεί δύο σημεία της γραφικής παράστασης και τα συγκρίνει επαρκώς, αναφερόμενος σε συγκεκριμένες τιμές από τη γραφική παράσταση	«Ο Ιάκωβος είχε την πιο μεγάλη αύξηση βάρους γιατί από 2,5kg - 7,5kg, ενώ από 3,2kg - 7,9kg ο Αντρέας» (A22 _{pre}), «ο Αντρέας ήταν 2,5 κιλά ενώ τώρα είναι 7,8 κιλά. Ενώ ο Ιάκωβος ήταν 3,2 κιλά και έφτασε 7,6 κιλά» (Δ63 _{pre})
επίπεδο IV Συγκρίνει δύο σημεία (αρχική και τελική κατάσταση), αναφέροντας τιμές μιας παραμέτρου ή αναφέροντας μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	«ο Αντρέας γιατί πρώτα ήταν 2,5 κιλά και τώρα είναι 7,8 κιλά» (Δ55 _{pre})
επίπεδο III Εστιάζει μόνο σε μια παράμετρο ενός σημείου του ενός άξονα χωρίς αναφορά στην άλλη (συνήθως στο πρώτο ή στο καταληκτικό σημείο) ή αναφέρει διάφορες τιμές από τη γραφική παράσταση χωρίς να τις συγκρίνει ή να καταλήγει σε συμπέρασμα. Μπερδεύει τα μεγέθη του οριζόντιου και του κάθετου άξονα ή διαβάζει λάθος τιμές	«ο Ιάκωβος γιατί στη γραφική παράσταση είναι 7,8 περίπου ενώ ο Αντρέας είναι 7,5 περίπου» (A2 _{pre}), «Ο Ιάκωβος γιατί στην αρχή ήταν πιο βαρετός» (Γ17 _{pre}), «Ο Αντρέας γιατί σαν ήταν 2,5 κιλά πήγε 7,8 κιλά» (Δ47 _{pre})
επίπεδο II Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στη γραφική παράσταση, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές	«τη μεγαλύτερη διαφορά την έκανε ο Αντρέας. Έλεγα από πού άρχισαν (οι δύο γραμμές) και πού κατέληξαν» (B49 _{pre}), «επειδή από λίγο βάρος έγινε μεγάλο» (Γ11 _{pre}), «στο τέλος της γραφικής παράστασης ο Ιάκωβος δείχνει να κατεβαίνει κάτω το βάρος του» (Δ40 _{pre}), «γιατί τους 11 μήνες ο Ιάκωβος είναι πιο βαρετός ενώ ο Αντρέας μόνο τον 1 μήνα είναι πιο βαρετός» (Δ50 _{pre}), «γιατί ο κύκλος είναι πιο πάνω» (Z89 _{pre})
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση	«ο Ιάκωβος γιατί έκανε πιο μεγάλη απόσταση από τον Αντρέα» (A24 _{pre}), «Ο Αντρέας γιατί πήγε πιο μπροστά» (Γ5 _{pre}), «και οι δύο γιατί είναι ίσοι» (Γ26 _{pre}), «γιατί καταλαβαίνεται από τη διαδρομή» (Δ57 _{pre}), «ήταν ο Αντρέας» (Ε70 _{pre})
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«η Κατερίνα έκανε τη μεγαλύτερη διαφορά του βάρους» (Γ6 _{pre})

Πίνακας Π4.64.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 31 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις
επίπεδο VI Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς και αντιπαραβάλλοντας δεδομένα και από τις δύο πηγές	«πρέπει να επιλέξει το πράσινο επειδή είναι το πιο κοντινό στο 5,5 και το πιο φθηνό. Το σαπούνι Αφροδίτη είναι το ίδιο κοντά στο 5,5 αλλά είναι πιο ακριβό» (B44 _{pre}), «το πράσινο γιατί είναι κοντά στο 5,5 η οξύτητά του αλλά είναι ίδιο με το Αφροδίτη. Τότε είδα την τιμή και το πιο φθηνό είναι το πράσινο» (Z86 _{pre})
επίπεδο V Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς δεδομένα από τις δύο πηγές, χωρίς να τα αντιπαραβάλλει	«να αγοράσει το Πράσινο γιατί είναι πολύ κοντά στο 5,5pH. Είναι 5,4pH που κάνει καλό στο δέρμα. Επίσης είναι το πιο φθηνό, είναι 39σ» (B62 _{pre}), «το πράσινο γιατί είναι το πιο φθηνό και πιο κοντά στο 5,5» (Γ31 _{pre})
επίπεδο IV Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας δεδομένα από μόνο μια πηγή	«εγώ νομίζω το πράσινο επειδή είναι το πιο φτηνό» (A20 _{pre}), «η κυρία Μερόπη θα προτιμούσε το πράσινο επειδή είναι πιο χαμηλή η τιμή του» (Z82 _{pre})
επίπεδο III Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές, αλλά τα ερμηνεύει με λανθασμένο τρόπο	«πιο κοντά στο 5,5 ήταν το σαπούνι Κασάντρα και Πράσινο και αφού ήθελε το πιο φθηνό τότε είναι το Πράσινο γιατί είναι 5,4 και 39σ» (B47 _{pre}), «το Ροδαλό είναι το πιο φθηνό και το πιο καλό» (Δ41 _{pre})
επίπεδο II Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές χωρίς να τα συγκρίνει	«εγώ θα διάλεγα της Αφροδίτης γιατί είναι 5,4 και είναι 43σ. Αλλά της Κασάντρας είναι 5,1 και 56σ. Αλλά πιο καλύτερο είναι της Αφροδίτης» (B58 _{pre}), «το Σολ που είναι 7,1 Ρη και 50 σεντ» (Γ21 _{pre}), «το πράσινο γιατί είναι κοντά στο 5,5 και είναι φθηνό» (Z92 _{pre})
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση ή διαβάζει λανθασμένα τιμές από τη γραφική παράσταση ή τον πίνακα	«το Πράσινο πρέπει να επιλέξει γιατί είναι φτηνό και καλό για το δέρμα» (B71 _{pre}), «η επιλογή μου είναι το Κασάντρα» (Γ7 _{pre}), «Το Σολ γιατί όλοι αυτό αγοράζουν» (Δ61 _{pre}), «το σαπούνι Κασάνδρα γιατί δεν έχει πολλή οξύτητα» (E68 _{pre})
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	

Πίνακας Π4.65.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 32 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 32
επίπεδο VI Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς και αντιπαραβάλλοντας δεδομένα και από τις δύο πηγές	«το ντόπερμαν που είναι πιο ψηλό από το Κόλλεϋ που έχει την ίδια ηλικία με αυτό και είναι πιο ψηλό από το Λαμπρατόρ που είναι το πιο μικρό αλλά το Ντόπερμαν είναι και πιο μικρό από το Μποξέρ» (Δ37 _{mid}), «να διαλέξει το Ντόπερμαν επειδή είναι αρκετά νεαρό (28 μηνών) και πολύ ψηλό (0,70m). Και το Κόλλεϋ είναι 28 μηνών, όμως είναι πιο κοντό στο ύψος» (B44 _{post}), «το Ντόπερμαν γιατί είναι το 2 ^ο μικρότερο σε ηλικία και το 2 ^ο σε ύψος. Όχι το Λαμπρατόρ γιατί το κοντότερο. Όχι το Κόλλεϋ γιατί είναι στην ίδια ηλικία με το Ντόπερμαν, αλλά το Ντόπερμαν είναι πιο ψηλό. Το Μποξέρ είναι τρίτο και σε ύψος και σε ηλικία» (B22 _{post})
επίπεδο V Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς δεδομένα από τις δύο πηγές, χωρίς να τα αντιπαραβάλλει	«Το Λαμπρατόρ γιατί είναι το πιο μικρό σε ηλικία και το πιο κοντό σε ύψος» (A11 _{pre}), «να επιλέξει το Ντόπερμαν γιατί έχει τη δεύτερη πιο μεγάλη ηλικία και είναι ο πιο μικρός σκύλος» (B75 _{pre}), «πρέπει να αγοράσει ένα Ντόπερμαν, γιατί είναι και τα δύο 28 στην ηλικία μαζί με το κόλλεϋ, αλλά το ντόπερμαν είναι πιο ψηλό» (Γ29 _{mid}), «το Ντόπερμαν γιατί είναι σε ύψος το πιο μεγάλο, όμως το δεύτερο σε μικρότερη ηλικία» (B60 _{post})
επίπεδο IV Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας δεδομένα από μόνο μια πηγή	«το Λαμπρατόρ γιατί έχει την πιο μικρή ηλικία» (A34 _{pre}), «το λαμπρατόρ επειδή τρώει την πιο λίγη τροφή» (Γ24 _{pre}), «το ντόπερμαν γιατί η ηλικία του είναι μεσαία και είναι πιο ψηλό από το Κόλλεϋ» (Γ29 _{mid}), «να αγοράσει το Ντόπερμαν βέβαια θα θέλει λίγο παραπάνω τροφή, αλλά είναι το πιο ψηλό σκυλάκι από τα τέσσερα» (B40 _{post}), «το Κόλλεϋ επειδή θέλει λίγη τροφή και είναι το 2 ^ο πιο ψηλό» (Δ67 _{post})
επίπεδο III Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές, αλλά τα ερμηνεύει με λανθασμένο τρόπο	«το μποξέρ γιατί είναι ο πιο ψηλός» (E80 _{pre}), «το λαμπρατόρ γιατί είναι αρκετά ψηλό και είναι το δεύτερο σε σειρά που χρειάζεται πιο λίγη τροφή» (B30 _{post}), «το ντόπερμαν γιατί είναι ο πιο μεγάλος για να τρώει περισσότερη τροφή» (Γ8 _{post})
επίπεδο II Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές χωρίς να τα συγκρίνει	«το Λαμπρατόρ γιατί τρώει λίγη τροφή και έχει ύψος 0,54m» (A29 _{pre}), «ντόπερμαν γιατί δεν θέλει πολλή φαί και έχει ύψος 0,70m» (B70 _{mid}), «το κόλλεϋ γιατί η ηλικία του σε μήνες είναι 28 και σε ύψος είναι 0,66m» (Δ51 _{mid}) «Λαμπρατόρ, γιατί το ύψος του είναι 0,54m και η ηλικία σε μήνες είναι 26» (B68 _{post}), «το ντόπερμαν γιατί είναι πολύ ψηλό και θέλει λίγη τροφή» (Δ37 _{post})
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση ή διαβάζει λανθασμένα τιμές από τη γραφική παράσταση ή τον πίνακα	«το Λαμπρατόρ γιατί είναι μικρό σε μέγεθος και ζει πιο λίγα χρόνια από τα άλλα» (B59 _{pre}), «ο Ντόπερμαν είναι ο πιο καλός, γιατί έχει τα χαρακτηριστικά που θέλει η Γεωργία» (B63 _{pre}), «είναι ο μποξέρ» (Z95 _{pre}), «αν αγοράσει τον Ντόπερμαν θα αγοράζει παραπάνω τροφή, μα αν αγοράσει Λαμπρατόρ θα γλιτώσει παραπάνω τροφή μαζί και λεφτά» (Γ30 _{mid}), «εγώ νομίζω να πάρει Ντόπερμαν, γιατί δεν πειράζει αν δίνει λίγη περισσότερη τροφή» (B54 _{post}), «το λαμπρατόρ που το ύψος του είναι 0,54m γιατί θα τρέχει πιο γρήγορα επειδή είναι χαμηλό» (Γ32 _{post}), «τον μποξέρ για να τον προστατεύει» (E77 _{post})
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«να αγοράσει Λαμπρατόρ για να το μεγαλώσει αυτή» (Γ32 _{pre}), «Η Γεωργία πρέπει να επιλέξει σκύλο» (E64 _{mid}), «συμφωνώ με την πηγή Α» (Γ15 _{post})

Πίνακας Π4.66.

Τυπικές απαντήσεις στο έργο 33 από το δείγμα 2 (n=172)

περιγραφή επιπέδου	τυπικές απαντήσεις στο έργο 33
επίπεδο VI Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς και αντιπαραβάλλοντας δεδομένα και από τις δύο πηγές	«το ΤΟΝΟΣ7838 γιατί είναι 0,9 (όπως και ο ΗΧΟΣ6106) που έχει 80MB μνήμη» (Γ29 _{pre}), «το ΗΧΟΣ ή ΤΟΝΟΣ γιατί το ΧΡΟΙΑ7007 είναι επικίνδυνο και η ΕΝΤΑΣΗ7875 είναι λίγη η μνήμη. Αλλά προτιμώ ΤΟΝΟΣ7838 γιατί έχει περισσότερη μνήμη από το ΗΧΟΣ6106» (Α15 _{mid}), «πρέπει να πάρει το ΤΟΝΟΣ7838 επειδή έχει αρκετά χαμηλό SAR (0,9) και αρκετά μεγάλη μνήμη (80MB). Και ο ΗΧΟΣ 6106 έχει χαμηλό SAR (0,9) όμως έχει πολύ λίγη μνήμη» (Β44 _{post})
επίπεδο V Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς δεδομένα από τις δύο πηγές, χωρίς να τα αντιπαραβάλλει	«ο ΤΟΝΟΣ7838 γιατί η ακτινοβολία SAR είναι η 2 ^η πιο μικρή και έχει τη 2 ^η περισσότερη μνήμη» (Γ1 _{post}), «το ΤΟΝΟΣ 7838 γιατί έχει λίγη απορρόφηση ακτινοβολίας αλλά και έρχεται δεύτερο μετά το πρώτο στη μεγαλύτερη μνήμη» (Ζ88 _{post})
επίπεδο IV Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας δεδομένα από μόνο μια πηγή	«το 7875 γιατί έχει τη μικρότερη ακτινοβολία» (Β43 _{pre}), «το ΧΡΟΙΑ7007 γιατί έχει την πιο μεγάλη κάρτα μνήμης» (Δ58 _{pre}), «Ο τόνος είναι το καλύτερο γιατί η ΧΡΟΙΑ είναι SAR 1,3 ενώ ο ΤΟΝΟΣ SAR 0,9» (Α17 _{mid}), «το ΗΧΟΣ 6106 με 21MB γιατί έχει μικρή ένταση και λιγότερα MB» (Δ57 _{mid}), «την ΕΝΤΑΣΗ γιατί είναι πιο μικρή η τιμή απορρόφησης απ' ότι έχουν τα υπόλοιπα κινητά. Είναι πιο ακίνδυνο για την υγεία του» (Β57 _{post}), «το ΧΡΟΙΑ7007 γιατί έχει την πιο μεγάλη κάρτα μνήμης» (Ζ84 _{post})
επίπεδο III Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές, αλλά τα ερμηνεύει με λανθασμένο τρόπο	«του συνιστώ να αγοράσει το τηλέφωνο ΤΟΝΟΣ γιατί έχει την πιο χαμηλή ακτινοβολία και την πιο μεγάλη μνήμη» (Β61 _{mid}), «τον ΗΧΟ, γιατί είναι η πιο λίγη η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία» (Ε69 _{mid})
επίπεδο II Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές χωρίς να τα συγκρίνει	«τον ΤΟΝΟ γιατί είναι και μεγάλη η μνήμη του και η ακτινοβολία είναι μικρή» (Β45 _{pre}), «το ΧΡΟΙΑ 7007 γιατί χωρεί 120MB» (Γ3 _{pre}), «το ΧΡΟΙΑ επειδή έχει μεγάλη μνήμη που είναι και καλό για την υγεία» (Α32 _{mid}), «το ΤΟΝΟΣ 7838 γιατί έχει αρκετά χαμηλή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (0,9) και έχει πολύ καλή μνήμη» (Δ47 _{mid}), «το 7838 γιατί έχει 80MB και τιμή απορρόφησης 0,7» (Β68 _{post}), «το ΤΟΝΟΣ γιατί ούτε επικίνδυνο είναι και έχει μεγάλη μνήμη» (Γ34 _{post})
επίπεδο I Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση ή διαβάζει λανθασμένα τιμές από τη γραφική παράσταση ή τον πίνακα	«να διαλέξει το ΧΡΟΙΑ γιατί αυτό είναι το πιο νέο μοντέλο» (Β57 _{pre}), «το ΧΡΟΙΑ γιατί είναι το πιο μεγάλο» (Ε76 _{pre}), «Ο ΤΟΝΟΣ γιατί είναι περίπου στο μέσο ύψος στη γραφική παράσταση» (Ζ88 _{pre}), «το ΧΡΟΙΑ7007 γιατί είναι το καλύτερο μοντέλο και πολύ καλό τηλέφωνο» (Ζ33 _{pre}), «θα πρέπει να επιλέξει το μοντέλο ΧΡΟΙΑ7007» (Α35 _{mid}), «το μοντέλο ΕΝΤΑΣΗ, επειδή είναι το πιο ακίνδυνο από όλα!» (Γ20 _{mid}), «το μοντέλο κινητού που θα πάρει ο Τηλέμαχος είναι ΧΡΟΙΑ7007» (Α11 _{post})
επίπεδο 0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	«το ΕΝΤΑΣΗ δεν κάνει πολύ κακό» (Α35 _{pre}), «τον ΤΟΝΟ γιατί είναι κανονικό τηλέφωνο» (Ε75 _{pre}), «η ΧΡΟΙΑ 7007 είναι η πιο ακριβή» (Γ30 _{mid}), «θα πρέπει να διαλέξει το ΤΟΝΟΣ γιατί είναι τα πιο λιγότερα λεφτά που μπορεί να αγοράσει» (Α37 _{post}), «τον ΤΟΝΟ 80MB και 7833 γιατί είναι κανονικό και δεν επηρεάζει ούτε τη μνήμη ούτε και τη χροιά του κινητού» (Δ57 _{post})

Ευαγγελία Κυριαζή

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Δυσκολίες που δυσχεραίνουν την προσπάθεια διεκπεραίωσης διερευνήσεων

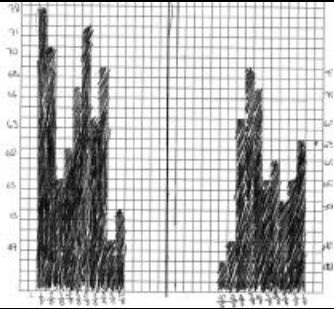
Κατά την ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων των παιδιών στα έργα αξιολόγησης και των συμπληρωμένων βιβλιαρίων διερεύνησης εντοπίστηκαν 20 δυσκολίες, οι οποίες περιγράφονται στον Πίνακα Π5.1.

Πίνακας Π5.1.

Δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά σε διάφορες πτυχές της διερευνητικής διεργασίας

περιγραφή δυσκολίας	Δεξιότητα	Παράδειγμα τυπικής απάντησης
1. δυσκολεύονται να ορίσουν μια μεταβλητή και αναφέρονται περιφραστικά σ' αυτήν	αναγνώριση μεταβλητών	Αντί για όγκο των σωμάτων, αναφέρουν «έχουν διαφορετικά ml»
	διατύπωση διερευνησιμου ερωτήματος	Αντί για το χρόνο πήξης, αναφέρουν «αν κάθε υγρό κάνει πιο πολλή ή πιο λίγη για να γίνει πάγος»
2. ταυτίζουν μεταβλητές των οποίων η μεταβολή συνήθως είναι ανάλογη	αναγνώριση μεταβλητών	Αναφέρονται στο «φως», εννοώντας «θερμοκρασία»
3. δεν αναγνωρίζουν μεταβλητές που δεν αναφέρονται άμεσα στο πρόβλημα ή στο διερευνησιμο ερώτημα	αναγνώριση μεταβλητών	«...μπορεί να ήταν το χώμα ή το νερό, αλλά επειδή δεν ανέφερε τίποτα από αυτά θα είναι το φως του ήλιου. Δεν είπε ότι άλλαξε το νερό ή το χώμα»
4. τείνουν να κάνουν υποθέσεις ή προβλέψεις για το αποτέλεσμα του πειράματος βάσει των αρχικών τους αντιλήψεων για το φαινόμενο στο οποίο αναφέρονται	διατύπωση διερευνησιμου ερωτήματος	«θα σβήσει πρώτα εκείνο που είναι μεγαλύτερο», «όσο πιο πολύ αέρα έχει η φωτιά τόσο πιο πολύ παραμένει αναμμένη»
	σχεδιασμός πειράματος και έλεγχος μεταβλητών	«... στον κήπο θα είναι πιο καλά παρά στο σαλόνι»
	εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	«εκείνη που έχει το λιγότερο βάρος θα πέσει πρώτη»
5. θεωρούν ότι κάθε πείραμα έχει ως στόχο τη βελτίωση μιας κατάστασης	σχεδιασμός πειράματος και έλεγχος μεταβλητών	Αντί να αναφερθούν στο χειρισμό των μεταβλητών, εστιάζουν στην επιλογή των κατάλληλων συνθηκών για ανάπτυξη του φυτού «για να διατηρηθεί σωστά το φυτό πρέπει να έχει χώμα και νερό»
	διατύπωση διερευνησιμου ερωτήματος	«ποιοι τροχοί είναι κατάλληλοι για το αυτοκίνητό του»
	εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	«γιατί οι μπάλες πηγαίνουν πάνω κάτω και γι' αυτό το πείραμα είναι δίκαιο»
6. θεωρούν ότι μια διερεύνηση αφορά στην αλλαγή τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής παρά στη διερεύνηση σχέσης μεταξύ ανεξάρτητης – εξαρτημένης	διατύπωση διερευνησιμου ερωτήματος	«ήθελε να διερευνήσει το μέγεθος της μπάλας που άφηνε»
7. θεωρούν ότι μια διερεύνηση αφορά στη μέτρηση των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής παρά στη διερεύνηση σχέσης μεταξύ ανεξάρτητης - εξαρτημένης	διατύπωση διερευνησιμου ερωτήματος	«να διερευνήσει πόσο χρόνο χρειάζεται το κερί για να σβήσει»
8. θεωρούν ότι ένα πείραμα είναι έγκυρο όταν ελέγχουν μια μεταβλητή	εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	«επειδή πέφτουν στο ίδιο επίπεδο» «το πείραμα είναι έγκυρο γιατί θα τις ρίξει όλες την ίδια ώρα»

<p>9. θεωρούν ότι η αλλαγή στην τιμή μιας μεταβλητής οπωσδήποτε επηρεάζει ένα φαινόμενο. Γι' αυτό, αναγνωρίζουν μόνο την ανεξάρτητη μεταβλητή και δεν αναζητούν άλλες μεταβλητές που πιθανόν να σχετίζονται με το φαινόμενο</p>	<p>αναγνώριση μεταβλητών</p>	<p>«Γιατί στο σαλόνι ήταν ζεστά και στον κήπο ήταν κρύα. Έτσι άλλαξε η θερμοκρασία και αυτό επηρέασε τα φυτά»</p>
<p>10. θεωρούν ότι όταν η τιμή μιας μεταβλητής είναι σταθερή οπωσδήποτε επηρεάζει. Αποκλείουν την επίδραση μιας μεταβλητής όταν παίρνει διαφορετικές τιμές</p>	<p>ερμηνεία δεδομένων από πίνακα</p>	<p>«επηρεάσε το χρόνο που έλιωσαν τα παγωτά η γεύση και το χρώμα γιατί είναι διαφορετικά»</p>
<p>11. θεωρούν ότι πιθανοί συνδυασμοί μεταβλητών μπορεί να αποτελούν την αιτία για το φαινόμενο που παρατηρείται</p>	<p>ερμηνεία δεδομένων από πίνακα</p>	<p>Στο μάθημα 3, θεωρούν ότι ο κακός συνδυασμός φαγητών προκαλεί τροφική δηλητηρίαση</p>
<p>12. δυσκολεύονται να βρουν τρόπο μεταβολής της ανεξάρτητης μεταβλητής</p>	<p>σχεδιασμός πειράματος και έλεγχος μεταβλητών</p>	<p>«θα πάρουμε μια γλάστρα με ένα φυτό ντομάτας και θα το βάλουμε στον ήλιο για περίπου 7 μέρες και μετά θα το βάλουμε σε ένα κλειστό χώρο που δεν έχει ήλιο έτσι θα καταλάβουμε όταν δουμε το αποτέλεσμα»</p>
<p>13. δυσκολεύονται να βρουν τρόπο μέτρησης της εξαρτημένης μεταβλητής</p>	<p>σχεδιασμός πειράματος και έλεγχος μεταβλητών</p>	<p>«να τις ελέγξουν και να δουν τα αποτελέσματα»</p>
<p>14. θεωρούν ότι δεν είναι απαραίτητο να αναφερθούν στις σταθερές μεταβλητές ενός πειράματος και γι' αυτό αναφέρονται είτε μόνο στην ανεξάρτητη είτε στην ανεξάρτητη και εξαρτημένη μεταβλητή</p>	<p>σχεδιασμός πειράματος και έλεγχος μεταβλητών</p>	<p>«πρέπει να φυτέψει δυο γλάστρες με φυτά, μια στον κήπο και μια στο σαλόνι τους», «να κάνει ένα κέικ που να 'χει μέσα η ζύμη πορτοκάλι και το άλλο να το κάνει χωρίς να έχει πορτοκάλι μέσα η ζύμη» «Να πάρει δύο βόλους τον ένα κόκκινο και τον άλλο μπλε. Και να τους σπρώξει και να δει ποιος θα πάει πρώτος»</p>
<p>15. θεωρούν ότι πρέπει να ελέγχονται όλοι οι παράγοντες, ακόμη και εκείνοι που δεν έχουν καμιά σχέση με το υπό μελέτη φαινόμενο. Η μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής θεωρείται σχεδιαστικό λάθος</p>	<p>σχεδιασμός πειράματος και έλεγχος μεταβλητών</p>	<p>«να πιάσει 4 βόλους ίδιο χρώμα και ίδιο μέγεθος και σχήμα και να τους κυλήσει ταυτόχρονα» Σε πείραμα που η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το βάρος των μπάλων γράφουν: «γιατί οι μπάλες πρέπει να έχουν το ίδιο βάρος» Σε πείραμα που η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το είδος του υγρού γράφουν «έπρεπε να βάλει το ίδιο υγρό μέσα στα ποτήρια»</p>
<p>16. θεωρούν σχεδιαστικό λάθος τις διαφορές που παρατηρούνται στα αποτελέσματα ενός πειράματος</p>	<p>εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών</p>	<p>«γιατί το νερό θα παγώσει πιο γρήγορα», «δεν είναι έγκυρο γιατί ο μικρός βόλος μπορεί να πηδήξει πιο ψηλά από την μεγάλη και η μεγάλη πιο χαμηλά»</p>

<p>17. τείνουν να πιστεύουν ότι μια γραφική παράσταση μπορεί να παρουσιάζει μόνο μια ακολουθία μετρήσεων (μια σειρά από ζεύγη συντεταγμένων). Δυσκολεύονται να αντιληφθούν ότι είναι εφικτό να παρουσιάσει κανείς την εξέλιξη δύο διαφορετικών περιπτώσεων σε μια γραφική παράσταση</p>	<p>κατασκευή γραφικής παράστασης</p>	
<p>18. δυσκολεύονται να διαβάσουν «πίσω» από μια γραφική παράσταση. Γι' αυτό και τις ερμηνεύουν ως ρεαλιστική απεικόνιση</p>	<p>ερμηνεία δεδομένων από γραφική παράσταση</p>	<p>«η Νίκη θέλει άλλα 10 βήματα να φτάσει στο τέρμα του διαδρόμου», «ο Σταύρος δεν ξεκίνησε από την αρχή»</p>
<p>19. δεν χρησιμοποιούν αριθμητικά δεδομένα από τις γραφικές παραστάσεις για να στηρίξουν την άποψή τους. Γι' αυτό αναφέρονται γενικά σ' αυτές</p>	<p>ερμηνεία δεδομένων από γραφική παράσταση</p>	<p>«είδα τον αριθμό των δέντρων, του κάθε είδους και στο τέλος ανακάλυψα ότι τα περισσότερα δέντρα στο δάσος τα έχει ο πλάτανος» «χρησιμοποίησα τη γραφική παράσταση βλέποντας το χρόνο»</p>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

Ευαγγελία Κυριακή

Μετατροπή επιπέδων δεξιοτήτων διερεύνησης σε κλίμακα 0-1-2

Στον πίνακα Π6.1 παρουσιάζεται η μετατροπή των επιπέδων στις δεξιότητες διερεύνησης σε κλίμακα 0-1-2.

Πίνακας Π6.1.

Μετατροπή επιπέδων δεξιοτήτων διερεύνησης σε κλίμακα 0-1-2

➤ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	
περιγραφή επιπέδου	κλίμακα 0-1-2
IV Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, θεωρώντας απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχο	2
III Αναγνωρίζει συγκεκριμένες μεταβλητές που σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς ωστόσο να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	1
II Αναγνωρίζει ότι κάποιες μεταβλητές σχετίζονται με το φαινόμενο, χωρίς να αναφέρεται σε συγκεκριμένες ή να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό έλεγχό τους	0
I Αναγνωρίζει μεταβλητές βάσει προηγούμενης εμπειρίας. Δέχεται ή απορρίπτει την επίδραση μιας μεταβλητής χωρίς να θεωρεί απαραίτητο τον πειραματικό της έλεγχο	0
0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση, δεν αναγνωρίζει μεταβλητές ή δικαιολογεί τα λεγόμενα των παιδιών	0
➤ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΙΜΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ	
περιγραφή επιπέδου	κλίμακα 0-1-2
VI Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	2
V Διατυπώνει ερώτημα με δύο σωστές μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	1
IV Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε διερευνήσιμη μορφή	0
III Διατυπώνει ερώτημα με μια από τις δύο μεταβλητές λανθασμένη σε μη διερευνήσιμη μορφή	0
II Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε διερευνήσιμη μορφή	0
I Διατυπώνει ερώτημα με μια μεταβλητή ή δύο λανθασμένες μεταβλητές σε μη διερευνήσιμη μορφή	0
0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή κάνει υποθέσεις για το αποτέλεσμα	0
➤ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ & ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	
περιγραφή επιπέδου	κλίμακα 0-1-2
IV Αναγνωρίζει όλες τις μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές και τις χειρίζεται σωστά	2
III Αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, αλλά τις χειρίζεται σωστά	1
II Αναγνωρίζει κάποιες μεταβλητές (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, ελεγχόμενες) σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να τις χειρίζεται ή τις χειρίζεται λανθασμένα	0
I Περιγράφει βάσει προηγούμενης εμπειρίας, δεν περιγράφει πείραμα	0
0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή την αναδιατυπώνει	0
➤ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΩΝ ΑΤΕΛΕΙΩΝ	
περιγραφή επιπέδου	κλίμακα 0-1-2
IV Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό και εισηγείται τρόπους διόρθωσής του ώστε το πείραμα να είναι έγκυρο	2
III Εντοπίζει το λάθος στο σχεδιασμό, αλλά θεωρεί το πείραμα δίκαιο ή θεωρεί λάθος και το σωστό χειρισμό άλλων μεταβλητών	1
II Θεωρεί σχεδιαστική ατέλεια το σωστό χειρισμό της ανεξάρτητης ή της εξαρτημένης ή των ελεγχόμενων μεταβλητών ή άλλων μεταβλητών που δεν σχετίζονται άμεσα με το πείραμα ή θεωρεί σωστό το σχεδιασμό, βάσει του χειρισμού των μεταβλητών του πειράματος	0
I Μαντεύει ή στηρίζεται σε προηγούμενη παρατήρηση και κάνει προβλέψεις για το αποτέλεσμα	0
0 Δεν απαντά ή δεν κατανοεί την ερώτηση ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	0

➤ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΡΑΒΔΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	
περιγραφή επιπέδου	κλίμακα 0-1-2
VI Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	2
VI Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή και κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	1
V Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές, αλλά κάνει σωστή βαθμονόμηση των αξόνων ή προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές με σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων	0
IV Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Κάνει σωστή ή διπλή ή αντίστροφη βαθμονόμηση των αξόνων χωρίς να προσδιορίσει τις μεταβλητές	0
III Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης. Προσδιορίζει τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές χωρίς σωστή βαθμονόμηση των αξόνων	0
II Επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης χωρίς να προσδιορίζει τις μεταβλητές ή να κάνει σωστή βαθμονόμηση του άξονα	0
I Δεν επιλέγει την κατάλληλη μορφή γραφικής παράστασης, δεν προσδιορίζει τις μεταβλητές και δεν κάνει βαθμονόμηση του άξονα	0
0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή απλά ανακατασκευάζει το δοσμένο πίνακα	0
➤ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΑ	
περιγραφή επιπέδου	κλίμακα 0-1-2
IV Απομονώνει μια μεταβλητή, στηριζόμενος στις τιμές της ίδιας αλλά και άλλων μεταβλητών, τις οποίες αποκλείει	2
III Απομονώνει μια μεταβλητή και στηρίζεται μόνο στις τιμές της χωρίς να αντιπαραβάλει με άλλες και να τις αποκλείει	1
II Επαναλαμβάνει δεδομένα του πίνακα. Εντοπίζει μεταβλητές, αλλά δεν συγκρίνει τις τιμές τους, δεν αντιπαραβάλει στοιχεία για να απομονώσει κάποια ή να αποκλείσει άλλες	0
I Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας	0
0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε ή αναδιατυπώνει την ερώτηση	0
➤ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΡΑΒΔΟΓΡΑΜΜΑ	
περιγραφή επιπέδου	κλίμακα 0-1-2
IV Στηρίζει την απάντησή του σε συγκρίσεις συγκεκριμένων τιμών από το ραβδόγραμμα	2
III Στηρίζει την απάντησή του σε συγκεκριμένες τιμές από το ραβδόγραμμα χωρίς να κάνει συγκρίσεις ή αναφέρει μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	1
II Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στο ραβδόγραμμα, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές ή διαβάζει λάθος τιμές από το ραβδόγραμμα	0
I Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει το ραβδόγραμμα ως ρεαλιστική απεικόνιση	0
0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	0
➤ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ	
περιγραφή επιπέδου	κλίμακα 0-1-2
V Χρησιμοποιεί δύο σημεία της γραφικής παράστασης και τα συγκρίνει επαρκώς, αναφερόμενος σε συγκεκριμένες τιμές από τη γραφική παράσταση	2
IV Συγκρίνει δύο σημεία (αρχική και τελική κατάσταση), αναφέροντας τιμές μιας παραμέτρου ή αναφέροντας μόνο το αποτέλεσμα της σύγκρισης	1
III Εστιάζει μόνο σε μια παράμετρο ενός σημείου του ενός άξονα χωρίς αναφορά στην άλλη (συνήθως στο πρώτο ή στο καταληκτικό σημείο) ή αναφέρει διάφορες τιμές από τη γραφική παράσταση χωρίς να τις συγκρίνει ή να καταλήγει σε συμπέρασμα. Μπερδεύει τα μεγέθη του οριζόντιου και του κάθετου άξονα ή διαβάζει λάθος τιμές	0
II Στηρίζει την απάντησή του σε αόριστη αναφορά στη γραφική παράσταση, χωρίς να συγκρίνει ή να αναφέρει συγκεκριμένες τιμές	0
I Μαντεύει την απάντηση ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση	0
0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	0

➤ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΔΥΟ ΠΗΓΕΣ

περιγραφή επιπέδου	κλίμακα 0-1-2
VI Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς και αντιπαραβάλλοντας δεδομένα και από τις δύο πηγές	2
V Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας επαρκώς δεδομένα από τις δύο πηγές, χωρίς να τα αντιπαραβάλλει	1
IV Ερμηνεύει σωστά συγκρίνοντας δεδομένα από μόνο μια πηγή	0
III Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές, αλλά τα ερμηνεύει με λανθασμένο τρόπο	0
II Στηρίζεται σε δεδομένα από μια ή και τις δύο πηγές χωρίς να τα συγκρίνει	0
I Μαντεύει την απάντηση ή τη δικαιολογεί βάσει ενόρασης ή προηγούμενης εμπειρίας ή ερμηνεύει τη γραφική παράσταση ως ρεαλιστική απεικόνιση ή διαβάζει λανθασμένα τιμές από τη γραφική παράσταση ή τον πίνακα	0
0 Δεν απαντά ή δεν κατανόησε την ερώτηση	0

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

Ευαγγελία Κυριακή

Έλεγχος κατανομής των δεδομένων της έρευνας

Με τον έλεγχο Kolmogorov-Smirnov εξετάστηκε αν είναι κανονική η κατανομή των δεδομένων της έρευνας (επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης) σε κάθε ομάδα του δείγματος 2. Τα αποτελέσματα από τον έλεγχο σε προπειραματικό στάδιο παρουσιάζονται στον Πίνακα Π7.1Α.

Πίνακας Π7.1Α.

Έλεγχος Kolmogorov-Smirnov για έλεγχο κατανομής δεδομένων κάθε ομάδας σε προπειραματικό στάδιο

Δείγμα		συνολική	αναγνώριση μεταβλητών	διατύπωση διερευνητικού ερωτήματος	σχδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	κατσκευή γραφικών παραστάσεων	ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	ερμηνεία δεδομένων συνδυασμό δύο πηγών	
2Α Στ τάξη	v	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	
	X _{mean}	-	2.18	-5.14	-2.28	-3.02	-0.945	-2.38	-3.05	-1.22	-2.25	-3.23
	SD	.908	1.48	.915	1.58	1.47	.589	.636	1.31	.671	.807	
	z	.760	3.21	2.03	1.38	2.01	2.60	3.09	1.00	3.12	2.60	
	p	.610	.000	.001	.043	.001	.000	.000	.267	.000	.000	
2Β Ε τάξη	v	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
	X _{mean}	-	2.14	-5.25	-2.02	-3.08	-0.680	-2.64	-3.18	-1.52	-2.33	-3.16
	SD	.832	1.33	1.03	1.89	1.28	.305	.474	1.38	.662	1.08	
	z	.832	2.99	1.66	1.57	1.08	3.12	3.04	1.38	3.06	2.13	
	p	.493	.000	.008	.014	.192	.000	.000	.043	.000	.000	
2Γ Ε τάξη	v	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
	X _{mean}	-	3.03	-5.27	-2.70	-3.72	-1.19	-2.53	-3.12	-1.96	-2.26	-3.49
	SD	1.32	1.32	.906	1.67	1.25	.508	.633	1.17	.754	.868	
	z	1.11	3.10	2.79	1.88	1.93	2.54	3.00	1.95	2.69	2.60	
	p	.173	.000	.000	.002	.001	.000	.000	.001	.000	.000	
2Δ Στ τάξη	v	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
	X _{mean}	-	2.30	-4.85	-2.63	-2.71	-0.868	-2.52	-3.24	-1.30	-1.99	-3.55
	SD	1.22	1.74	.707	1.92	1.32	.511	.387	1.61	.914	.568	
	z	.940	2.41	2.26	1.06	1.51	2.61	2.78	1.41	2.22	2.65	
	p	.340	.000	.000	.207	.020	.000	.000	.037	.000	.000	
2Ε Ε τάξη	v	17	17	17	17	17	17	17	17	17	16	
	X _{mean}	-	3.51	-5.42	-2.93	-4.17	-1.92	-2.63	-3.34	-2.54	-2.28	-3.68
	SD	.964	.800	.552	1.061	.632	.263	.036	.624	.682	.392	
	z	1.09	2.15	2.21	1.61	1.84	2.13	2.21	1.80	2.15	2.14	
	p	.189	.000	.000	.011	.000	.000	.000	.003	.000	.000	
2Ζ Ε τάξη	v	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
	X _{mean}	-	2.87	-5.56	-2.89	-3.95	-1.34	-2.62	-3.30	-2.09	-2.09	-3.33
	SD	.905	.584	.412	1.41	1.06	.238	.122	1.12	.842	.981	
	z	.782	2.21	2.03	1.49	1.10	1.45	1.94	1.43	1.91	1.82	
	p	.574	.000	.001	.024	.177	.029	.001	.033	.001	.003	

Τα αποτελέσματα (Πίνακας Π7.1Α) καταδεικνύουν ότι η πιθανότητα για κανονικότητα στην κατανομή των δεδομένων στις περισσότερες από τις επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης είναι 0% ($p < .05$).

Στον Πίνακα Π7.1B παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον έλεγχο των δεδομένων κάθε ομάδας σε μεσοπειραματικό στάδιο.

Πίνακας Π7.1B.

Έλεγχος Kolmogorov-Smirnov για έλεγχο κατανομής δεδομένων κάθε ομάδας σε μεσοπειραματικό στάδιο

Δείγμα	συνολική	αναγνώριση μεταβλητών	διατύπωση διερευνητικού ερωτήματος	σχεδιασμός πειράματος έλεγχος μεταβλητών	εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	κατασκευή γραφικών παραστάσεων	ερμηνεία δεδομένων πίνακα	ερμηνεία δεδομένων γραβδόγραμμα	ερμηνεία δεδομένων γραμμική γραφική παράσταση	ερμηνεία δεδομένων συνδυασμό δόο πηγών	
2A Στ τάξη	v	41	41	41	41	41	41	40	40	41	
	X_{mean}	-1.65	.176	-1.24	-2.02	-.443	-1.75	-1.73	-1.20	-1.98	-2.25
	SD	1.17	.935	1.60	2.36	1.35	.655	1.36	1.67	.988	.877
	z	1.12	3.02	1.27	1.38	1.11	3.01	2.57	1.70	2.96	3.26
	p	.165	.000	.077	.043	.174	.000	.000	.006	.000	.000
2B E τάξη	v	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
	X_{mean}	-1.39	.189	-1.28	-2.08	-.178	-1.85	-1.61	-.698	-2.19	-2.11
	SD	.716	1.03	1.53	2.54	1.29	.527	.982	1.56	.700	1.05
	z	.617	2.58	1.28	1.06	1.16	2.84	1.87	1.18	2.81	2.80
	p	.841	.000	.074	.209	.132	.000	.002	.126	.000	.000
2Γ E τάξη	v	36	35	35	35	35	35	34	35	35	
	X_{mean}	-2.20	-.009	-1.66	-2.70	-.863	-1.95	-1.64	-1.30	-2.15	-2.08
	SD	1.42	.518	1.63	2.04	1.43	.240	1.34	1.74	.748	1.00
	z	.730	2.65	1.93	1.42	1.67	3.01	2.18	1.55	2.78	2.65
	p	.661	.000	.001	.036	.007	.000	.000	.016	.000	.000
2Δ Στ τάξη	v	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
	X_{mean}	-1.61	.004	-.996	-1.23	-.355	-1.88	-1.98	-1.21	-1.73	-2.35
	SD	1.31	.651	2.14	2.85	1.55	.445	1.35	1.83	1.09	.711
	z	1.07	2.54	1.65	.971	1.39	2.71	2.43	1.70	1.99	2.76
	p	.202	.000	.009	.303	.042	.000	.000	.006	.001	.000
2E E τάξη	v	17	16	17	16	16	17	17	17	16	
	X_{mean}	-3.02	-.171	-2.19	-3.96	-1.35	-1.94	-2.23	-2.09	-2.33	-2.54
	SD	1.20	.477	1.23	1.52	1.21	.283	.753	1.10	.582	.000
	z	1.02	2.14	1.62	1.76	1.54	2.07	1.92	1.79	2.14	2.00
	p	.245	.000	.011	.004	.018	.000	.001	.003	.000	.001
2Z E τάξη	v	17	16	16	16	16	17	16	17	16	
	X_{mean}	-2.16	-.011	-1.25	-2.71	-1.13	-1.85	-1.65	-.991	-2.1	-2.53
	SD	1.20	.630	1.48	1.83	1.27	.516	1.08	1.75	.861	.048
	z	.764	1.93	.894	.960	1.19	1.89	1.39	.815	2.02	2.14
	p	.604	.001	.401	.316	.115	.002	.041	.520	.001	.000

Τα αποτελέσματα (Πίνακας Π7.1B) δείχνουν ότι οι πιθανότητες για κανονική κατανομή των δεδομένων στις συνολικές επιδόσεις σε μεσοπειραματικό στάδιο είναι γενικά μικρές (π.χ. η συνολική επίδοση στο δείγμα 2A έχει 16% πιθανότητα να είναι κανονική, αφού $p = .165$). Στον Πίνακα Π7.1Γ παρουσιάζονται αποτελέσματα από τον έλεγχο της κατανομής των δεδομένων σε μεταπειραματικό στάδιο.

Πίνακας Π7.1Γ.

Έλεγχος Kolmogorov-Smirnov για έλεγχο κατανομής δεδομένων κάθε ομάδας σε μεταπειραματικό στάδιο

Δείγμα	συνολική	αναγνώριση μεταβλητών	διατύπωση διερευνητικού ερωτήματος	σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	κατασκευή γραφικών παραστάσεων	ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό πηγών	
2Α Στ τάξη	v	41	40	41	39	38	39	39	40	40	40
	X _{mean}	-1.21	.716	-.888	-1.47	-.352	-1.80	-.837	-1.00	-1.69	-1.41
	SD	1.12	1.28	1.83	2.52	1.40	.628	2.21	1.81	1.21	2.09
	z	.604	1.95	1.23	.989	1.23	3.07	1.96	1.78	2.31	2.56
	p	.859	.001	.096	.282	.095	.000	.001	.004	.000	.000
2B E τάξη	v	34	34	34	34	34	34	34	34	34	31
	X _{mean}	-.997	1.04	-1.11	-1.02	.054	-1.85	-.420	-.840	-1.72	-1.93
	SD	.921	1.44	1.54	2.39	1.03	.559	1.82	1.87	1.02	1.26
	z	.622	1.54	1.08	.788	1.56	2.97	1.32	1.53	2.08	2.38
	p	.834	.018	.197	.564	.015	.000	.059	.018	.000	.000
2Γ E τάξη	v	36	36	36	35	35	36	36	36	36	34
	X _{mean}	-1.80	.339	-1.49	-1.96	-.509	-1.84	-1.08	-.400	-1.92	-2.14
	SD	1.46	1.20	1.75	2.22	1.34	.412	1.86	2.09	.907	1.04648
	z	.732	2.53	1.96	1.10	1.01	2.72	1.58	1.30	2.38	2.76
	p	.658	.000	.001	.180	.262	.000	.013	.069	.000	.000
2Δ Στ τάξη	v	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	X _{mean}	-1.15	.338	-.425	-.850	.068	-1.71	-1.05	-.790	-1.64	-2.35
	SD	1.16	.846	2.15	2.22	1.53	.720	1.72	2.06	.977	.711
	z	.977	1.89	1.26	.756	1.81	2.53	1.28	1.68	1.68	2.76
	p	.295	.002	.085	.617	.003	.000	.074	.007	.007	.000
2Ε E τάξη	v	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	X _{mean}	-2.39	.112	-1.41	-3.39	-1.17	-1.76	-1.98	-1.82	-2.18	-2.43
	SD	1.37	.767	1.84	1.76	1.35	.609	1.02	1.43	.696	.449
	z	.638	1.91	1.24	1.26	1.26	2.05	1.90	1.67	2.02	2.21
	p	.811	.001	.090	.082	.084	.000	.001	.007	.001	.000
2Ζ E τάξη	v	17	17	17	17	17	17	16	17	17	16
	X _{mean}	-1.61	.475	-.548	-2.40	-.565	-1.60	-1.20	-.908	-2.01	-2.31
	SD	1.29	1.26	2.213	2.14	1.26	.638	1.25	2.10	.770	.632
	z	.679	1.31	1.11	.886	.921	1.39	.908	1.19	1.78	2.07
	p	.745	.066	.174	.413	.364	.043*	.382	.120	.003*	.000*

Τα αποτελέσματα από τον έλεγχο της κατανομής των δεδομένων σε μεταπειραματικό στάδιο είναι παρόμοια. Η πιθανότητα για κανονική κατανομή των δεδομένων στη συνολική επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης γενικά αυξάνεται (π.χ. στο δείγμα 2Α υπάρχει 86% πιθανότητα η κατανομή των δεδομένων να είναι κανονική, όπου p=.859). Σε αρκετές περιπτώσεις, όμως, τα δεδομένα που αφορούν σε επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης η πιθανότητα για κανονικότητα στην κατανομή είναι μηδαμινή (p<.05). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περιπτώσεις αυτές είναι λιγότερες σε αριθμό σε σύγκριση με το μεσοπειραματικό στάδιο και πολύ λιγότερες σε σύγκριση με το προπειραματικό στάδιο.

Η μη κανονικότητα στην κατανομή των δεδομένων συχνά οφείλεται στο μικρό μέγεθος ενός δείγματος, καθώς όσο μεγαλώνει ένα δείγμα η κατανομή των δεδομένων τείνει προς το κανονικό. Δεδομένου ότι ο έλεγχος έγινε χωριστά για κάθε ομάδα του δείγματος, το μέγεθος των οποίων είναι πολύ μικρό ($N < 41$), επιχειρήθηκε εφαρμογή του ελέγχου Kolmogorov-Smirnov σε όλο το δείγμα 2 ($N = 172$). Στον Πίνακα Π7.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου για όλο το δείγμα στις τρεις φάσεις του προγράμματος.

Πίνακας Π7.2.

Έλεγχος Kolmogorov-Smirnov για έλεγχο κατανομής δεδομένων δείγματος 2

φάση	συνολική	αναγώριση μεταβλητών	διατύπωση διερευνητικού ερωτήματος	σχεδιασμός & περάματος έλεγχος	μεταβλητών εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	κατασκευή γραφικών παραστάσεων	ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	
προπειραματική	v	172	172	172	172	172	172	172	172	172	
	X_{mean}	-2.57	5.21	-2.50	-3.34	-1.07	-2.53	-3.18	-1.66	-2.22	-3.37
	SD	1.14	1.35	.890	1.71	1.29	.461	.504	1.34	.747	.848
	z	1.66	6.66	5.28	3.27	3.67	5.00	6.57	3.49	6.32	5.72
	p	.008	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
μεσοπειραματική	v	172	169	170	169	169	171	170	169	169	169
	X_{mean}	-1.89	.062	-1.39	-2.30	-.615	-1.86	-1.77	-1.18	-2.06	-2.26
	SD	1.26	.779	1.66	2.39	1.40	.485	1.21	1.67	.868	.842
	z	1.53	6.07	3.45	2.99	2.93	6.40	5.07	3.50	6.12	6.52
	p	.019	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
μεταπειραματική	v	172	171	172	169	168	170	169	171	171	165
	X_{mean}	-1.44	.558	-1.00	-1.67	-.339	-1.78	-.989	-.882	-1.82	-2.01
	SD	1.27	1.22	1.87	2.37	1.36	.586	1.83	1.93	.996	1.350
	z	1.35	4.54	3.11	1.95	2.58	6.14	3.51	3.61	5.02	5.98
	p	.052	.000	.000	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000

Τα αποτελέσματα του Πίνακα Π7.2 καταδεικνύουν ότι η κατανομή των δεδομένων της έρευνας δεν είναι κανονική συνολικά για το δείγμα 2 σε καμιά φάση της έρευνας. Αυτό ισχύει για τις επιδόσεις σε όλες τις δεξιότητες διερεύνησης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII

Ευαγγελία Κυριακή

Αποτελέσματα μη παραμετρικής ανάλυσης διακύμανσης μονής κατεύθυνσης

Η μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης Kruskal-Wallis μονής κατεύθυνσης εφαρμόστηκε με σκοπό τον έλεγχο της ισοδυναμίας των ομάδων που συναποτελούνται στο δείγμα 2 (Κεφάλαιο III: Μεθοδολογία) και κατ' επέκταση, την επιλογή τρόπου χειρισμού των δεδομένων. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι οι 6 ομάδες έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συνολική επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης, αλλά και στις επιδόσεις συγκεκριμένων δεξιοτήτων διερεύνησης.

Στον πίνακα Π8.1. παρουσιάζεται η μέση επίδοση κάθε ομάδας του δείγματος στις δεξιότητες διερεύνησης.

Πίνακας Π8.1.

Μέση επίδοση (r) των ομάδων του δείγματος 2 στις δεξιότητες διερεύνησης

ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ	Δείγμα											
	2.Α (Στ v=41)		2.Β (Ε τάξη, v=34)		2.Γ (Ε τάξη, v=36)		2.Δ (Στ τάξη, v=27)		2.Ε (Ε τάξη, v=17)		2.Ζ (Ε τάξη, v=17)	
	Mean (r)	Rank	Mean (r)	Rank	Mean (r)	Rank	Mean (r)	Rank	Mean (r)	Rank	Mean (r)	Rank
συνολική	102.68		104.22		68.93		100.67		43.85		69.38	
αναγνώριση μεταβλητών	87.74		85.15		84.72		94.17		84.53		79.76	
διατύπωση ερωτήματος	98.88		108.13		74.75		81.52		63.53		69.15	
σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος	97.33		92.53		74.39		101.00		64.12		73.32	
επιλογή μεταβλητών εντοπισμός	89.46		101.38		81.25		94.30		55.41		79.41	
σχεδιαστικών ατελειών κατασκευή	113.56		68.90		83.29		77.98		74.29		88.97	
γραφικών παραστάσεων												
ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	92.11		85.29		87.36		81.48		79.47		88.56	
ερμηνεία δεδομένων από												
ραβδόγραμμα	103.72		91.16		76.00		96.09		54.79		74.35	
ερμηνεία δεδομένων από												
γραμμική γραφική	85.56		78.96		87.21		96.57		81.29		91.56	
παράσταση												
ερμηνεία δεδομένων από												
συνδυασμό δύο πηγών	94.76		95.68		80.11		77.96		70.47		85.38	

Στον πίνακα Π8.1. φαίνεται ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ της μέσης επίδοσης των ομάδων στις δεξιότητες διερεύνησης. Η μέση επίδοση των παιδιών της Στ τάξης φαίνεται να είναι γενικά ψηλότερη από αυτή των παιδιών της Ε τάξης.

Τα αποτελέσματα από τον έλεγχο για στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση παρουσιάζονται στον πίνακα Π8.2.

Πίνακας Π8.2.

Κριτήριο Η μη παραμετρικού ελέγχου διακύμανσης Kruskal-Wallis

Δεξιότητα	X_{median}	df	H	p
συνολική επίδοση	-2.33	5	29.92	.000*
αναγνώριση μεταβλητών	-5.70	5	3.07	.688
διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος	-3.07	5	24.14	.000*
σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	-3.25	5	12.53	.028*
εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	-1.30	5	12.61	.027*
κατασκευή γραφικών παραστάσεων	-2.72	5	29.88	.000*
ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	-3.35	5	3.41	.636
ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	-1.58	5	17.59	.004*
ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	-2.53	5	5.06	.409
ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	-3.78	5	9.49	.091

* $p < 0.05$

Τα αποτελέσματα από τον έλεγχο διακύμανσης Kruskal-Wallis (πίνακας Π8.2) καταδεικνύουν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συνολική επίδοση των ομάδων που συναποτελούνται στο δείγμα 2 ($H_{(5)}=19.92$, $p=.000$). Στατιστικά σημαντικές διαφορές υπάρχουν και στις επιδόσεις των περισσότερων δεξιοτήτων όπως είναι η διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος ($H_{(5)}=24.14$, $p=.000$), εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών ($H_{(5)}=12.61$, $p=.027$), κατασκευή γραφικών παραστάσεων ($H_{(5)}=29.88$, $p=.000$), ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα ($H_{(5)}=17.59$, $p=.004$).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΧ

Ευαγγελία Κυριακή

Αποτελέσματα μη παραμετρικού στατιστικού ελέγχου Mann-Whitney

(1) Σύγκριση επιδόσεων στις δεξιότητες διερεύνησης μεταξύ παιδιών Ε' και Στ' τάξης σε προπειραματικό στάδιο

Ο μη παραμετρικός στατιστικός έλεγχος Mann-Whitney για ανεξάρτητα δείγματα εφαρμόζεται με σκοπό τη διερεύνηση των διαφορών στις επιδόσεις μεταξύ παιδιών Ε' και Στ' τάξης που συναποτελούνται στο δείγμα 2. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι οι δύο ομάδες έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις τους στις δεξιότητες διερεύνησης σε προπειραματικό στάδιο. Στον πίνακα Π9.1 παρουσιάζεται η μέση επίδοση των δύο ομάδων.

Πίνακας Π9.1.

Μέση επίδοση των 2 ομάδων του δείγματος 2 στις δεξιότητες διερεύνησης

ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ	δείγμα			
	Ε' τάξη		Στ' τάξη	
	Mean Rank (r)	N	Mean Rank (r)	N
συνολική επίδοση	76.44	104	101.88	68
αναγνώριση μεταβλητών	84.02	104	90.29	68
διατύπωση διερευνησίμου ερωτήματος	82.91	104	91.99	68
σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	78.47	104	98.79	68
εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	83.31	104	91.38	68
κατασκευή γραφικών παραστάσεων	78.04	104	99.43	68
ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	85.59	104	87.89	68
ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	77.22	104	100.69	68
ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	84.25	104	89.93	68
ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	84.62	103	88.09	68

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα Π9.1 καταδεικνύουν ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ της μέσης συνολικής επίδοσης των παιδιών της Ε' τάξης ($r=76.44$) και των παιδιών της Στ' τάξης ($r=101.88$) σε προπειραματικό στάδιο, αλλά και σε κάθε δεξιότητα χωριστά. Η μέση επίδοση των παιδιών της Στ' τάξης είναι γενικά ψηλότερη από αυτή της Ε' τάξης.

Τα αποτελέσματα του ελέγχου για στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση επίδοση της Ε και της Στ τάξης συνοψίζονται στον πίνακα Π9.2.

Πίνακας Π9.2.

Κριτήριο U για διαφορές στις επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης των δύο ομάδων του δείγματος 2

Δεξιότητα	X_{mean}	SD	U	p
συνολική επίδοση	-2.57	1.14	2490	.001*
αναγνώριση μεταβλητών	-5.21	1.35	3278	.172
διατύπωση διερευνησίμου ερωτήματος	-2.50	.891	3163	.163
σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	-3.34	1.71	2700.5	.006*
εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	-1.07	1.29	3204.	.270
κατασκευή γραφικών παραστάσεων	-2.54	.461	2656.5	.000*
ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	-3.18	.504	3441.5	.617
ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	-1.66	1.34	2571	.001*
ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	-2.21	.747	3302.5	.275
ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	-3.38	.848	3360.	.552

* $p < .01$

Τα αποτελέσματα στον πίνακα Π9.2 καταδεικνύουν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο της συνολικής επίδοσης μεταξύ παιδιών Ε' και Στ' τάξης ($U=2490$, $p=.001$), αλλά και στο μέσο όρο επίδοσης των δεξιοτήτων σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών ($U=2700.5$, $p=.006$), κατασκευή γραφικών παραστάσεων ($U=2656.5$, $p=.000$) και ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα ($U=2571$, $p=.001$).

(2) Σύγκριση επιδόσεων στις δεξιότητες διερεύνησης μεταξύ παιδιών Γυμνασίου (προπειραματικό στάδιο) και παιδιών Στ' τάξης (μεταπειραματικό στάδιο)

Ο μη παραμετρικός στατιστικός έλεγχος Mann-Whitney για ανεξάρτητα δείγματα εφαρμόζεται με σκοπό τη διερεύνηση των διαφορών στη συνολική επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης μεταξύ παιδιών που φοιτούν σε Γυμνάσιο (σε προπειραματικό στάδιο) και παιδιών που φοιτούν στην Στ' τάξη του Δημοτικού (μεταπειραματικό στάδιο). Η συνολική επίδοση αφορά σε 22 έργα αξιολόγησης.

Τα αποτελέσματα στον Πίνακα Π9.3 καταδεικνύουν ότι δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ της συνολικής μέσης επίδοσης στις δεξιότητες διερεύνησης παιδιών που φοιτούν στο Γυμνάσιο (προπειραματικό στάδιο) ($r=76.06$) και παιδιών που φοιτούν στην Στ' Δημοτικού (μετά τη συμμετοχή τους σε Πανηγύρι Επιστήμης (μεταπειραματικό στάδιο) ($r=71.60$).

Πίνακας Π9.3.

Μέση συνολική επίδοση παιδιών Γυμνασίου και Στ' τάξης Δημοτικού στις δεξιότητες διερεύνησης

ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ	δείγμα			
	Γυμνάσιο		Στ' τάξη	
	Mean Rank (r)	N	Mean Rank (r)	N
συνολική επίδοση	76.06	79	71.60	68

Στον Πίνακα Π9.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον έλεγχο για το πόσο στατιστικά σημαντικές είναι οι διαφορές στη μέση συνολική επίδοση παιδιών Γυμνασίου και παιδιών Στ' Δημοτικού.

Πίνακας Π9.4.

Κριτήριο U για διαφορές στις επιδόσεις στις δεξιότητες διερεύνησης μεταξύ παιδιών Γυμνασίου (προπειραματικά) και παιδιών Στ' Δημοτικού (μεταπειραματικά)

δεξιότητα	X_{mean}	SD	U	p
συνολική επίδοση	-1.08	1.06	2523	.526

* $p < .01$

Τα αποτελέσματα στον Πίνακα Π9.4 δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση συνολική επίδοση στις δεξιότητες διερεύνησης ($U=2523$, $p=.526$), μεταξύ παιδιών Γυμνασίου (προπειραματικό στάδιο) και παιδιών Στ' Δημοτικού (μεταπειραματικό στάδιο).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Χ

Ευαγγελία Κυριακή

Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου IRT Partial Credit Rasch

Έλεγχος fit των απαντήσεων στα έργα αξιολόγησης για κάθε πτυχή διερεύνησης

Στους Πίνακες Π10.1 – Π10.9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον έλεγχο fit των απαντήσεων στα έργα που μετρούν κάθε πτυχή της διερεύνησης χωριστά. Τα αποτελέσματα του ελέγχου σε κάθε περίπτωση, δείχνουν πόσο «ταιριάζει» κάθε έργο στο προτεινόμενο μοντέλο που σε κάθε περίπτωση αφορά σε μια από τις πτυχές της διερεύνησης

Πίνακας Π10.1.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών

έργο αξιολόγησης	Raw Score	Count	Measure	SE	Infit		Outfit	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
1	27	170	-3.25	.43	.45	-1.9	.43	-2.1
2	88	506	1.88	.15	1.06	.5	.80	-.2
3	113	501	1.37	.14	.96	-.3	3.37	3.4
		Mean:	.00	.24	.82	-.6	1.53	.4
		SD:	2.31	.14	.27	1.0	1.31	2.3

Πίνακας Π10.2.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος

έργο αξιολόγησης	Raw Score	Count	Measure	SE	Infit		Outfit	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
4	18	18	.78	.28	1.08	.5	1.05	.3
5	258	258	-.41	.12	1.08	.9	1.04	.5
6	235	235	-.37	.11	.89	-1.3	.82	-1.7
		Mean:	.00	.17	1.01	.0	.97	-.3
		SD:	0.55	.08	.09	.9	.11	1.0

Πίνακας Π10.3.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

έργο αξιολόγησης	Raw Score	Count	Measure	SE	Infit		Outfit	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
7	38	168	.44	.23	1.19	1.4	1.15	1.0
8	241	501	-.21	.11	1.00	.1	1.00	.0
9	369	503	-1.77	.11	1.09	1.3	1.13	1.6
10	36	169	-.59	.20	.83	-.7	.75	-.4
11	76	500	1.78	.15	.83	-1.3	.48	-1.7
12	160	499	.34	.11	.90	-1.0	.92	-.2
		Mean:	.00	.15	.97	-.1	.90	.0
		SD:	1.08	.05	.14	1.0	.23	1.0

Πίνακας Π10.4.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

έργο αξιολόγησης	Raw		Measure	SE	Infit		Outfit	
	Score	Count			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
13	42	170	.95	.17	.96	-.2	.68	-.9
14	494	491	-.95	.09	.95	-.6	1.00	.0
15	369	500	.00	.09	1.03	.5	1.06	.8
		Mean:	.00	.12	.98	-.1	.91	.0
		SD:	.77	.04	.04	.5	.17	.7

Πίνακας Π10.5.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας κατασκευής γραφικής παράστασης

έργο αξιολόγησης	Raw		Measure	SE	Infit		Outfit	
	Score	Count			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
16	12	168	-1.01	.30	.89	-.3	.75	-.6
17	32	504	-.10	.18	.89	-.6	.69	-1.1
18	25	500	.12	.19	.92	-.3	.68	-.8
19	24	501	.50	.22	1.05	.3	1.11	.5
20	4	149	-.51	.62	1.21	.9	1.27	1.0
21	21	499	.99	.26	1.11	.6	1.13	.6
		Mean:	.00	.29	1.01	.1	.94	-.1
		SD:	.65	.15	.12	.5	.24	.8

Πίνακας Π10.6.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

έργο αξιολόγησης	Raw		Measure	SE	Infit		Outfit	
	Score	Count			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
22	114	501	.61	.15	1.00	.0	1.05	.4
23	147	498	.04	.15	.98	-.2	.96	-.4
24	9	170	-.65	.42	.83	-.5	.82	-.6
		Mean:	.00	.24	.94	-.2	.94	-.2
		SD:	.52	.13	.07	.2	.10	.4

Πίνακας Π10.7.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

έργο αξιολόγησης	Raw		Measure	SE	Infit		Outfit	
	Score	Count			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
25	187	500	.86	.12	1.04	.5	1.16	1.2
26	59	171	.08	.17	1.10	.7	1.10	.6
27	350	503	-.95	.10	.87	-1.7	.91	-.8
		Mean:	.00	.13	1.00	-.2	1.06	.3
		SD:	.74	.03	.10	1.1	.10	.8

Πίνακας Π10.8.

Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

έργο αξιολόγησης	Raw		Measure	SE	Infit		Outfit	
	Score	Count			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
28	103	498	-.44	.15	1.17	1.6	1.15	1.4
29	69	499	.03	.13	.81	-1.6	.72	-1.9
30	9	171	.41	.30	.90	-.2	.72	-.4
		Mean:	.00	.19	.96	-.1	.86	-.3
		SD:	.35	.08	.15	1.3	.20	1.3

Πίνακας Π10.9.

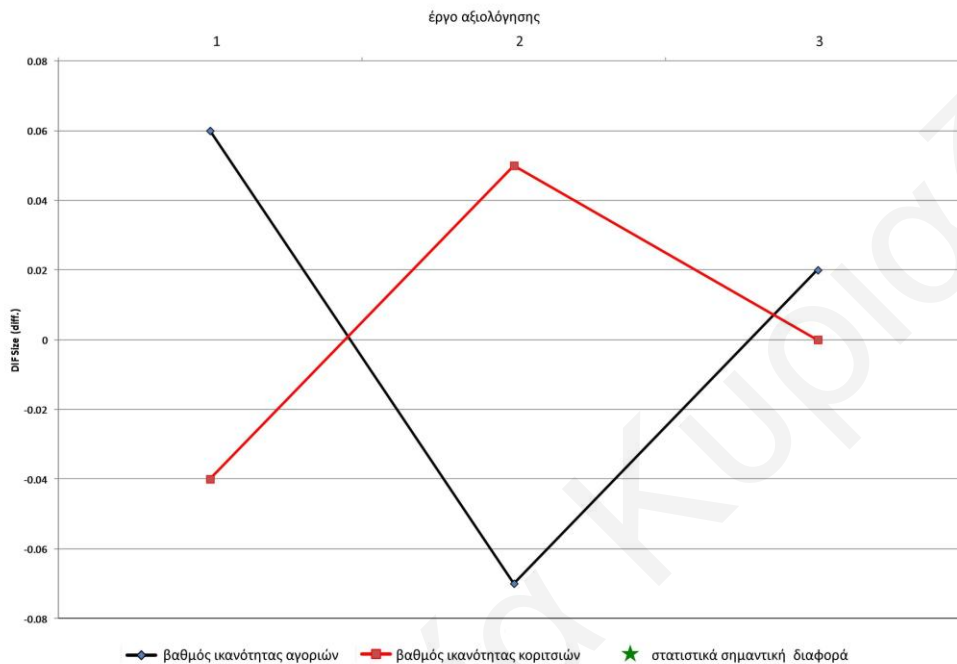
Στατιστικός έλεγχος fit των απαντήσεων για έργα αξιολόγησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών

έργο αξιολόγησης	Raw		Measure	SE	Infit		Outfit	
	Score	Count			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
31	24	168	-1.18	.30	1.07	.4	1.21	1.0
32	58	492	.23	.23	1.06	.5	1.07	.5
33	35	499	.96	.26	.84	-.6	.55	-1.3
		Mean:	.00	.27	.99	.1	.86	.1
		SD:	.89	.03	.11	.5	.20	1.0

Ανάλυση διαφορικής λειτουργίας για κάθε πτυχή διερεύνησης

(α) Ανάλυση διαφορικής λειτουργίας (DIF) για το φύλο

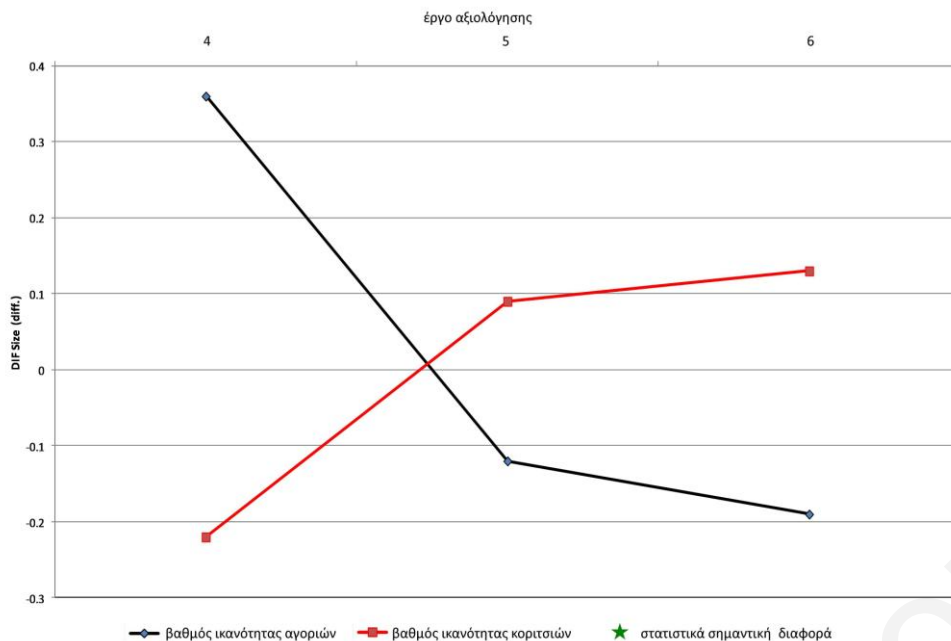
Στα διαγράμματα Π10.1 - Π10.9 παρουσιάζονται κατά δεξιότητα διερεύνησης οι διαφορές στο βαθμό ικανότητας στα έργα αξιολόγησης μεταξύ των δύο φύλων.



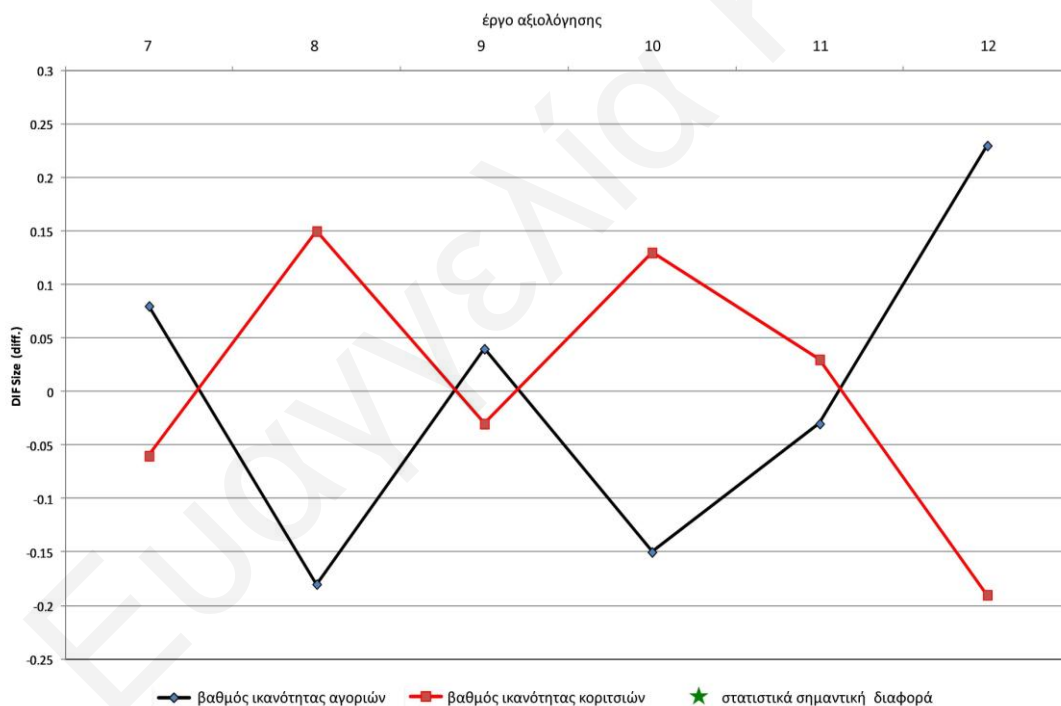
Διάγραμμα Π10.1. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών

Στο Διάγραμμα Π10.1 φαίνεται ότι ο βαθμός ικανότητας στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών διαφέρει πολύ λιγότερο στο έργο 3, σε αντίθεση με τα έργα 1 και 2. Σε καμιά περίπτωση δεν είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά.

Διαφορές στο βαθμό ικανότητας παρατηρούνται και στα τρία έργα μέτρησης της δεξιότητας διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος (Διάγραμμα Π10.2). Στο έργο 4 που ο βαθμός ικανότητας των αγοριών είναι ψηλότερος η διαφορά είναι μεγαλύτερη, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική.

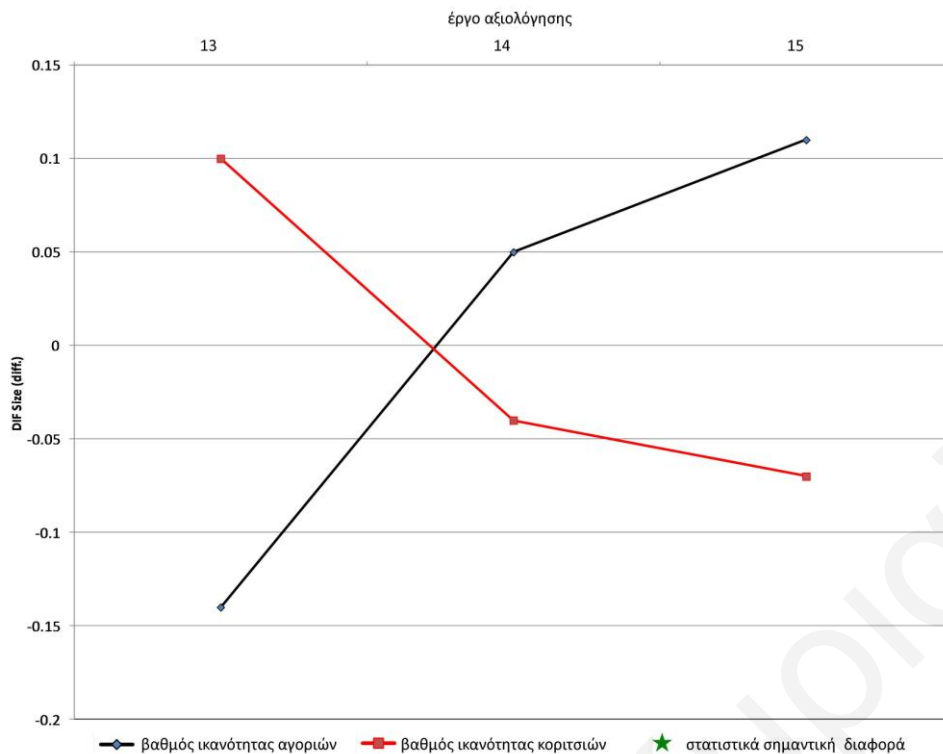


Διάγραμμα Π10.2. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος



Διάγραμμα Π10.3. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

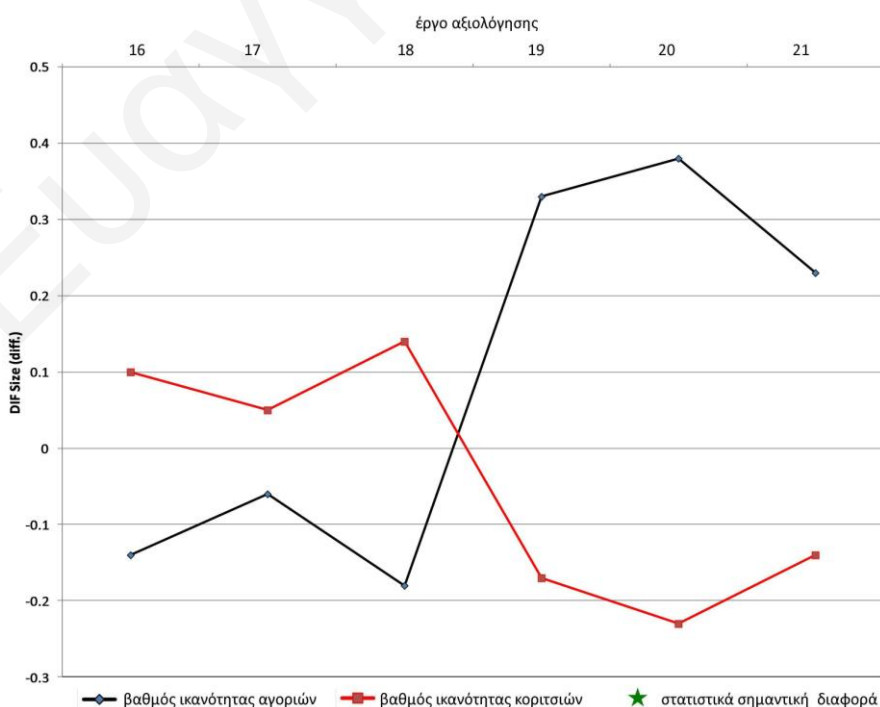
Στην περίπτωση της μέτρησης της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών (Διάγραμμα Π10.3) υπάρχουν διαφορές στο βαθμό ικανότητάς μεταξύ αγοριών και κοριτσιών σε όλα τα έργα. Στα έργα 8, 10 και 11 ο βαθμός ικανότητας των κοριτσιών είναι ψηλότερος. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



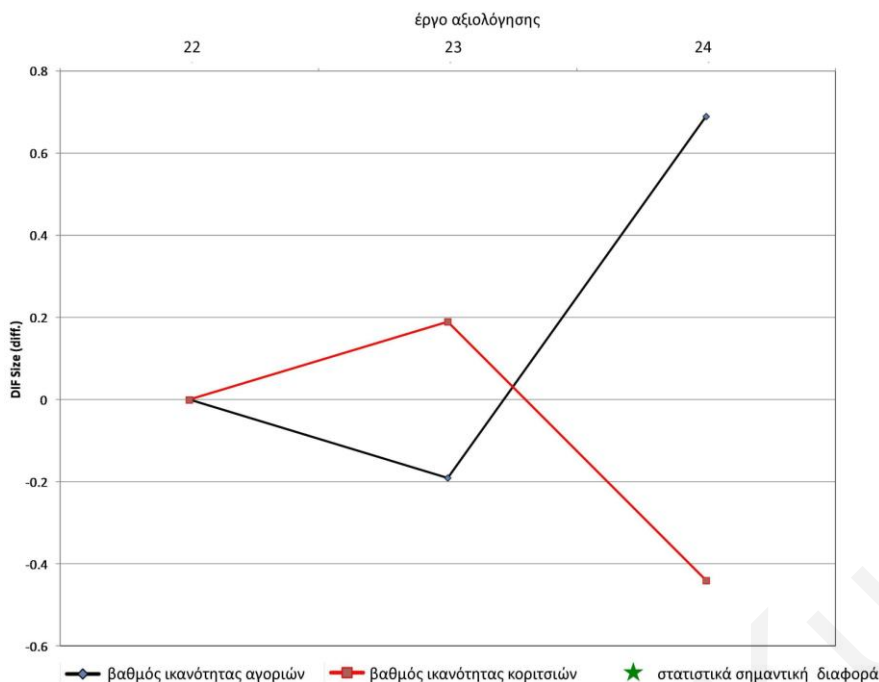
Διάγραμμα Π10.4. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

Ο βαθμός ικανότητας των αγοριών στα έργα 14 και 15 (Διάγραμμα Π10.4), τα οποία μετρούν τη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών είναι ψηλότερος. Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Τα αγόρια έχουν επίσης ψηλότερο βαθμό ικανότητας στα έργα 19, 20 και 21 στα οποία έπρεπε να κατασκευάσουν γραμμική γραφική παράσταση (Διάγραμμα Π10.5). Αντίθετα, στα έργα που απαιτούσαν κατασκευή ραβδογράμματος τα κορίτσια έχουν ψηλότερο βαθμό ικανότητας.

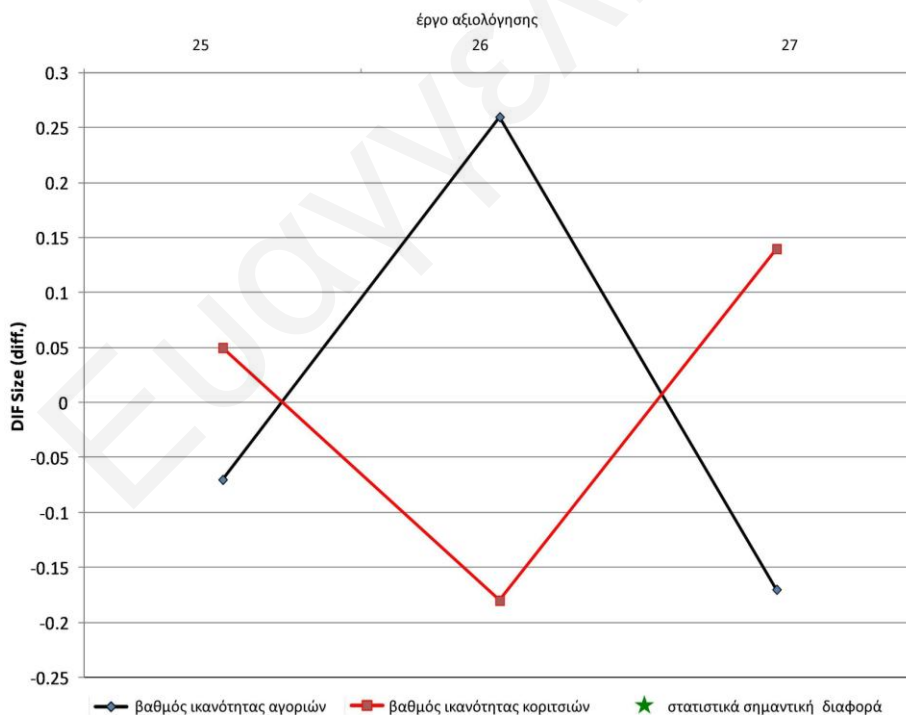


Διάγραμμα Π10.5. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης



Διάγραμμα Π10.6. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

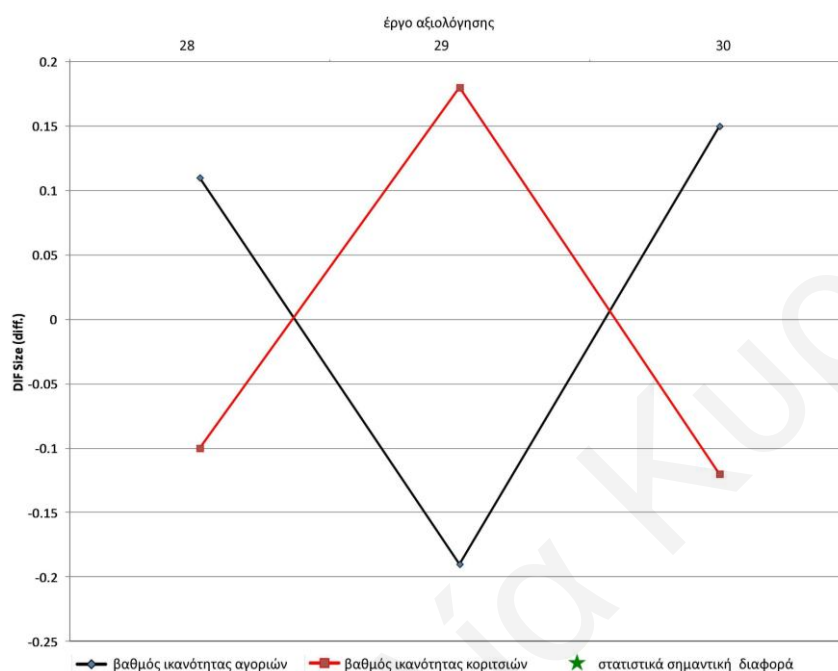
Στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα (Διάγραμμα Π10.6), δεν υπάρχουν διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στο έργο 22. Στο έργο 24 η διαφορά στο βαθμό ικανότητας είναι μεγαλύτερη, αλλά όχι στατιστικά σημαντική.



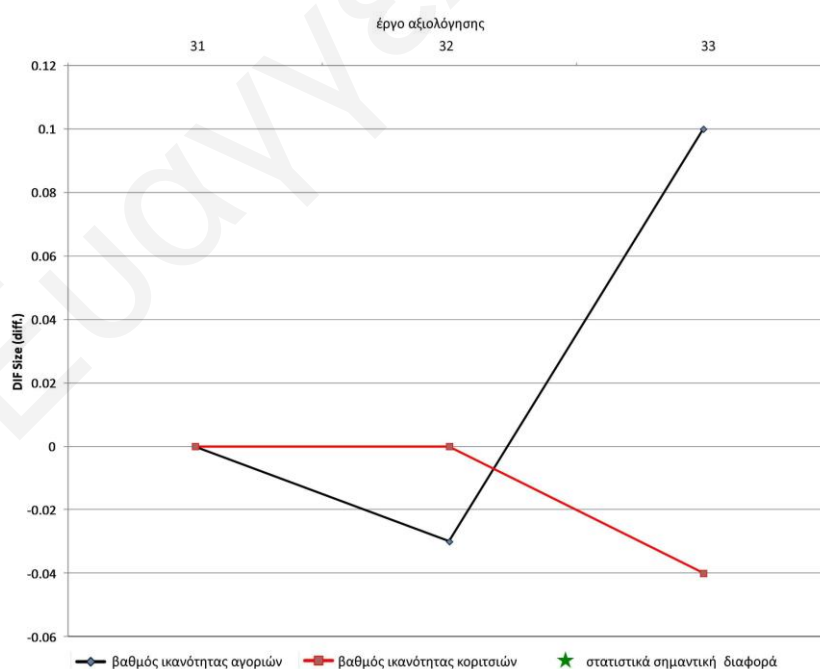
Διάγραμμα Π10.7. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα

Στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα (Διάγραμμα Π10.7) ο βαθμός ικανότητας των κοριτσιών είναι ψηλότερος στα έργα 25 και 27. Αντίθετα, στο έργο 26 που η διαφορά είναι μεγαλύτερη, αλλά όχι στατιστικά σημαντική, τα αγόρια είναι καλύτερα.

Η εικόνα στις διαφορές στο βαθμό ικανότητας στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση είναι εντελώς αντίθετη (Διάγραμμα Π10.8). Τα κορίτσια έχουν ψηλότερο βαθμό ικανότητας μόνο στο έργο 29. Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε κανένα έργο.



Διάγραμμα Π10.8. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

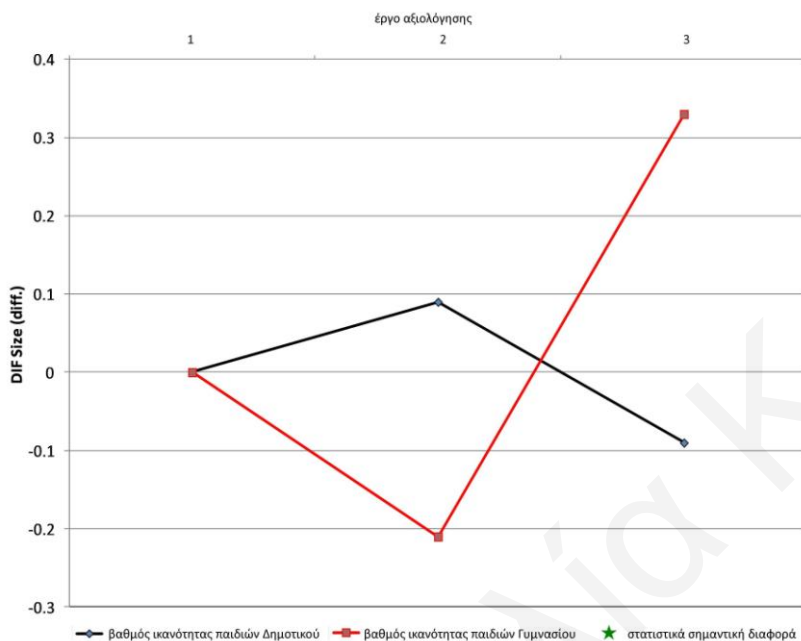


Διάγραμμα Π10.9. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ των δύο φύλων στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από δύο πηγές

Ο βαθμός ικανότητας κοριτσιών και αγοριών στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από δύο πηγές είναι η ίδια στο έργο 31 (Διάγραμμα Π10.9). Στο έργο 33 τα αγόρια παρουσιάζουν πολύ ψηλότερο βαθμό ικανότητας από τα κορίτσια. Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

(β) Ανάλυση διαφορικής λειτουργίας (DIF) για το επίπεδο εκπαίδευσης

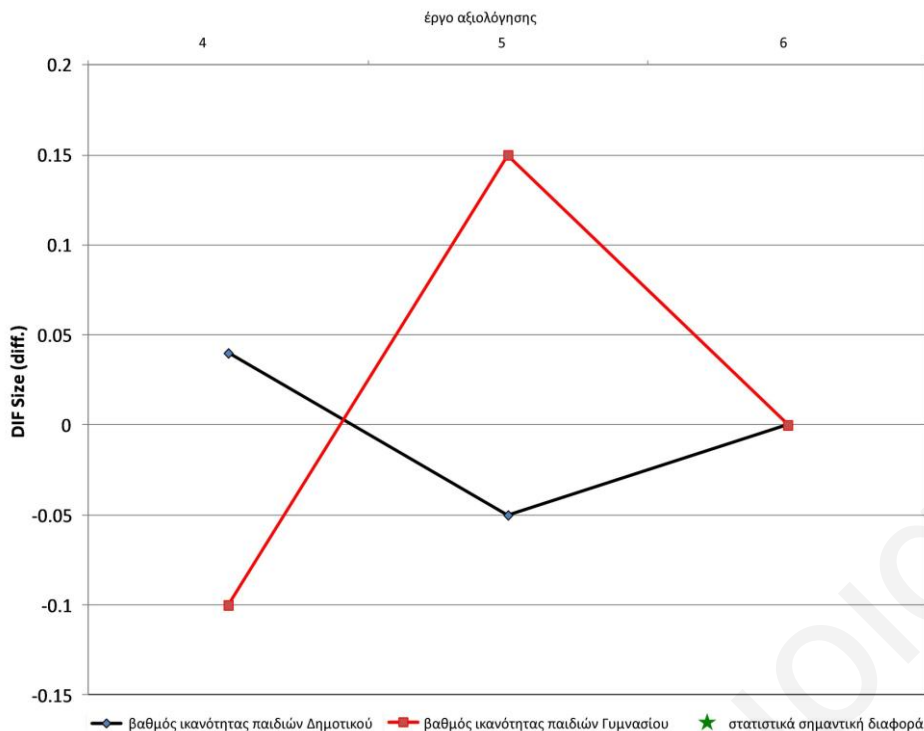
Στα διαγράμματα Π10.10 – Π10.18 παρουσιάζονται κατά δεξιότητα διερεύνησης οι διαφορές στο βαθμό ικανότητας στα έργα αξιολόγησης μεταξύ των παιδιών που φοιτούν στο δημοτικό και παιδιών που φοιτούν στο γυμνάσιο.



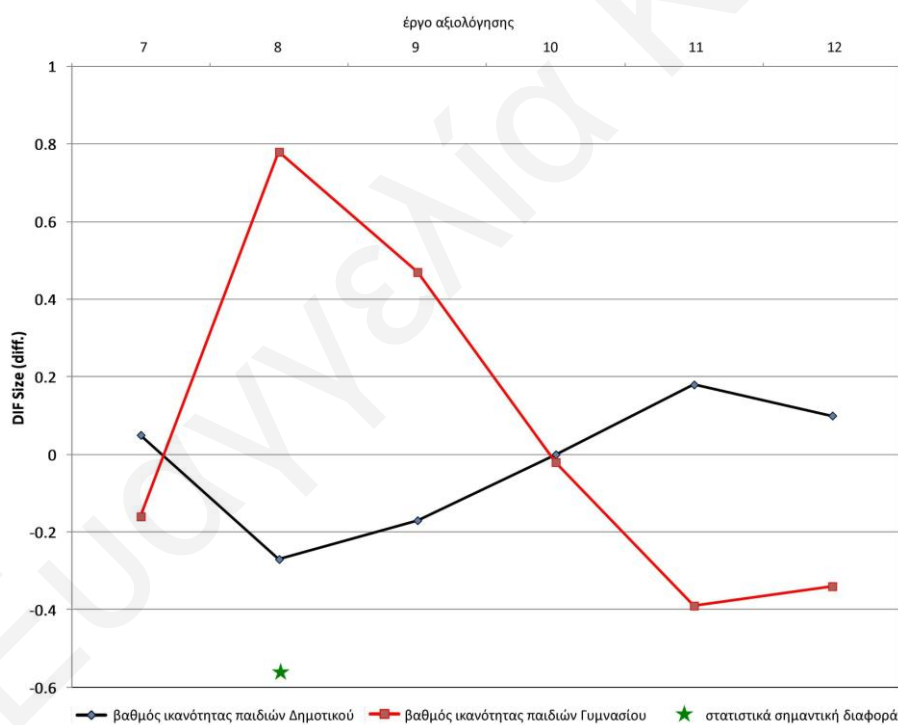
Διάγραμμα Π10.10. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών

Στη δεξιότητα αναγνώρισης μεταβλητών ο βαθμός ικανότητας δεν παρουσιάζει διαφορές στο έργο 1 (Διάγραμμα Π10.10). Αντίθετα, στο έργο 2 είναι ψηλότερος ο βαθμός ικανότητας των παιδιών του Δημοτικού, ενώ στο έργο 3 είναι ψηλότερος ο βαθμός ικανότητας των παιδιών του Γυμνασίου. Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Διαφορές δεν παρατηρούνται και στην περίπτωση του έργου 6, το οποίο μετρά τη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος (Διάγραμμα Π10.11). Οι μαθητές του Γυμνασίου έχουν ψηλότερο βαθμό ικανότητας μόνο στο έργο 5, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές.

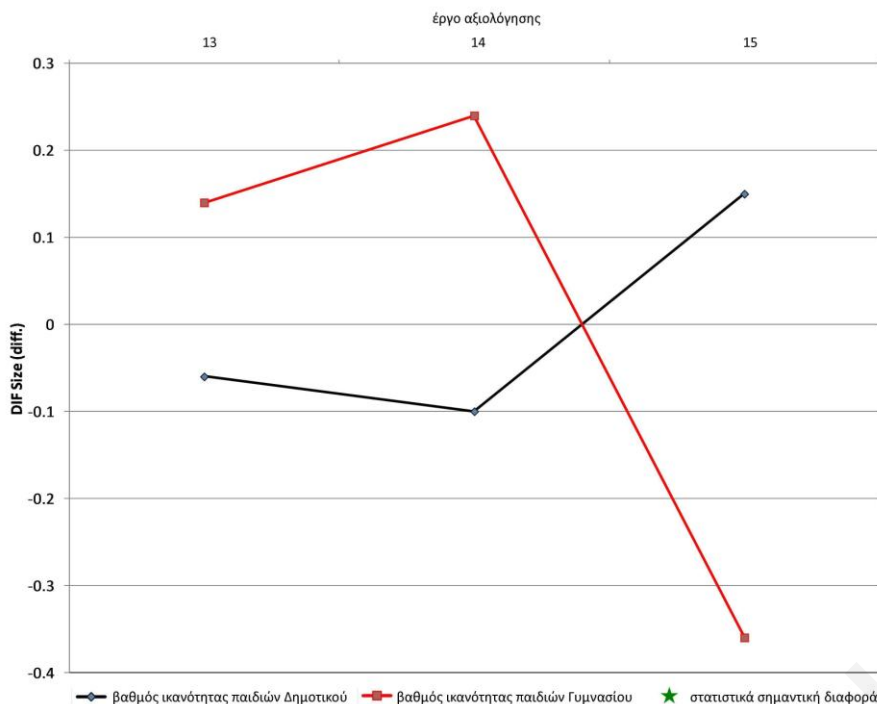


Διάγραμμα Π10.11. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα διατύπωσης διερευνήσιμου ερωτήματος



Διάγραμμα Π10.12. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών

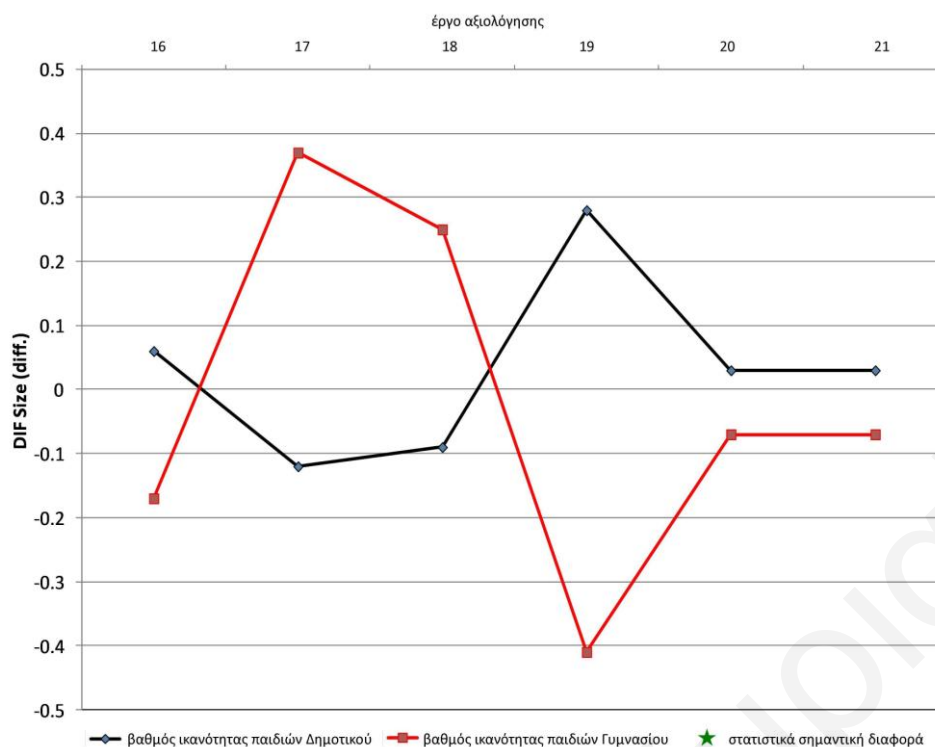
Διαφορές στο βαθμό ικανότητας παρατηρούνται και στην περίπτωση της δεξιότητας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών (Διάγραμμα Π10.12). Οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές μόνο στην περίπτωση του έργου 8. Ο βαθμός ικανότητας των παιδιών που φοιτούν στο Γυμνάσιο είναι ψηλότερος από αυτό των παιδιών που φοιτούν στο Δημοτικό.



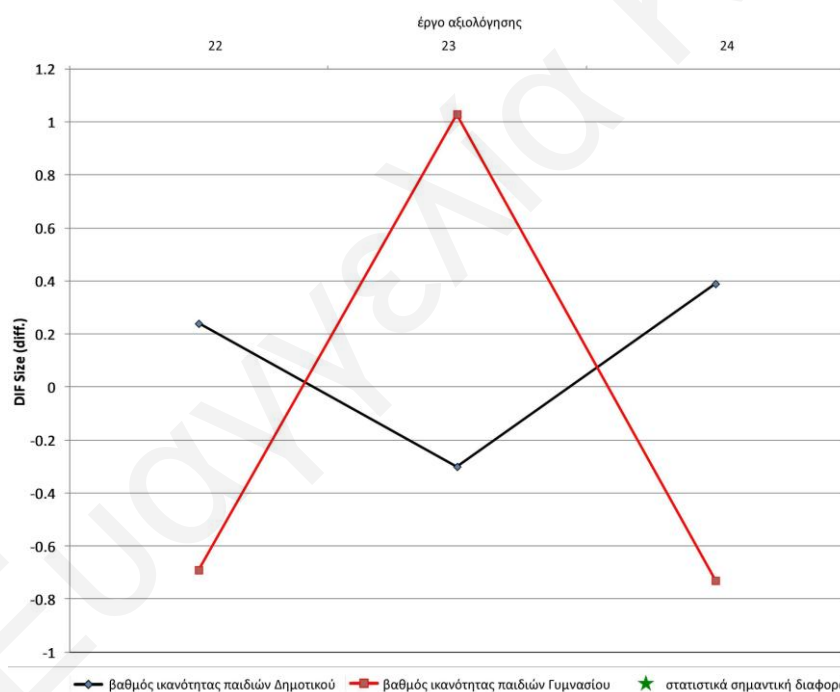
Διάγραμμα Π10.13. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών

Ο βαθμός ικανότητας των παιδιών Γυμνασίου είναι ψηλότερος από αυτόν του Δημοτικού στα έργα 13 και 14, τα οποία μετρούν τη δεξιότητα εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών (Διάγραμμα Π10.13). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Στο Διάγραμμα Π10.14 παρουσιάζονται οι διαφορές στο βαθμό ικανότητας στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης μεταξύ παιδιών Γυμνασίου και Δημοτικού. Τα παιδιά Γυμνασίου έχουν ψηλότερο βαθμό ικανότητας μόνο στο έργο 17 και 18, τα οποία απαιτούν κατασκευή ραβδογράμματος. Στα έργα που περιλαμβάνουν κατασκευή γραμμικής γραφικής παράστασης είναι ψηλότερος ο βαθμός ικανότητας των παιδιών Δημοτικού. Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

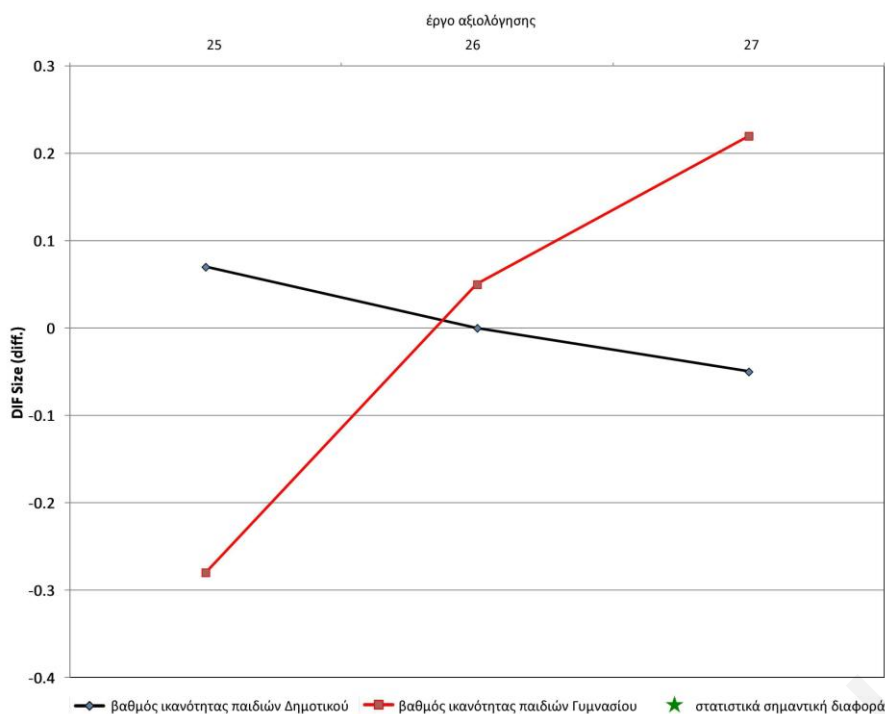


Διάγραμμα Π10.14. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα κατασκευής γραφικής παράστασης

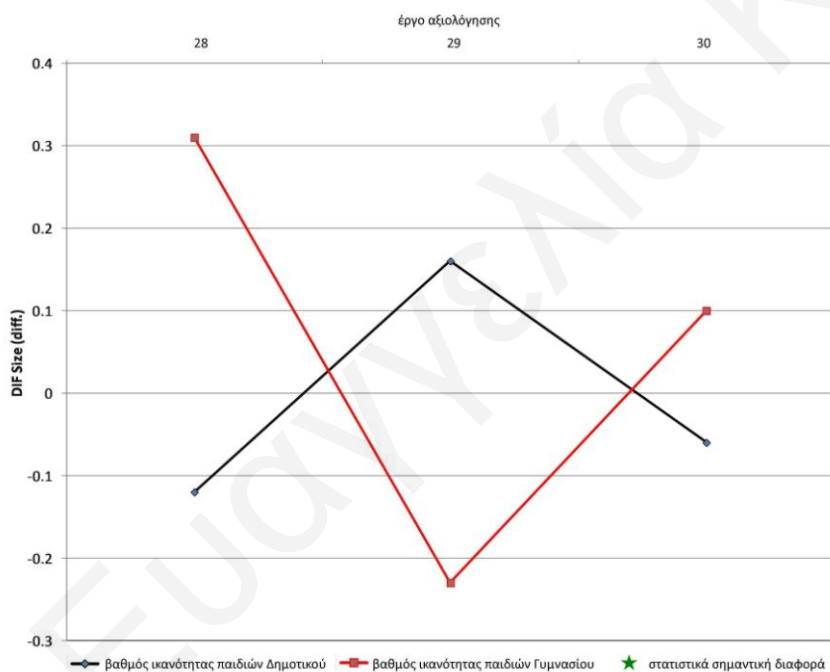


Διάγραμμα Π10.15. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα

Στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από πίνακα, τα παιδιά που φοιτούν στο Γυμνάσιο έχουν ψηλότερο βαθμό ικανότητας μόνο στο έργο 23 (Διάγραμμα Π10.15). Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

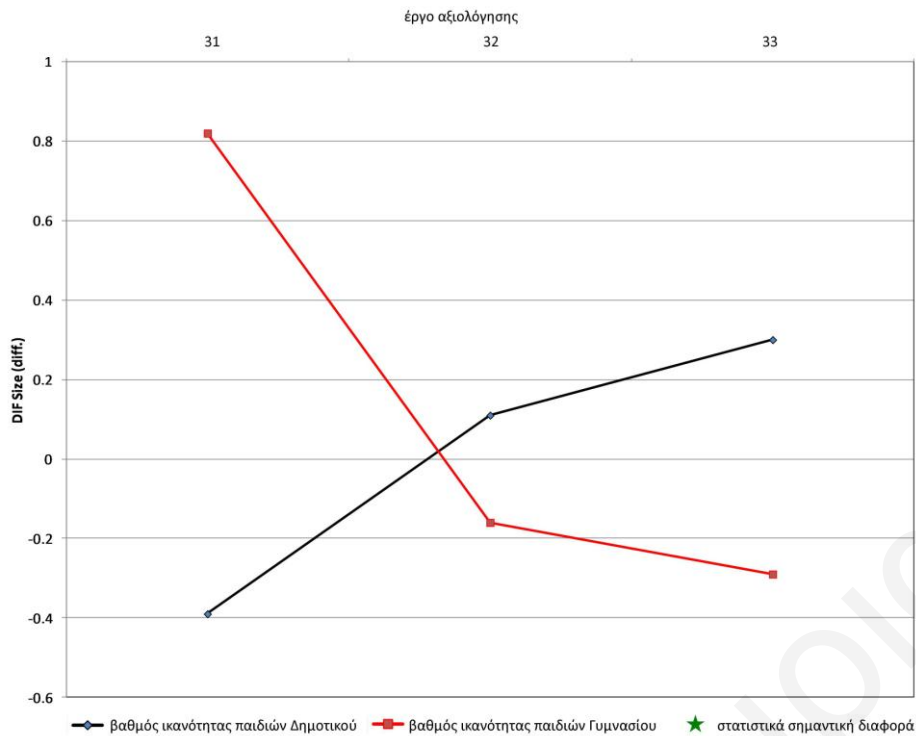


Διάγραμμα Π10.16. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα



Διάγραμμα Π10.17. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση

Τα παιδιά που φοιτούν στο Γυμνάσιο έχουν ψηλότερο βαθμό ικανότητας σε 2 έργα (έργα 26 και 27), τα οποία μετρούν τη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από ραβδόγραμμα (Διάγραμμα Π10.16). Το ίδιο παρατηρείται και στα έργα μέτρησης της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση (Διάγραμμα Π10.17). Ο βαθμός ικανότητας των παιδιών που φοιτούν στο Γυμνάσιο είναι ψηλότερος στα έργα 29 και 30.



Διάγραμμα Π10.18. Διαφορές στο βαθμό ικανότητας μεταξύ παιδιών Δημοτικού και Γυμνασίου στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από δύο πηγές

Στη δεξιότητα ερμηνείας δεδομένων από δύο πηγές, τα παιδιά που φοιτούν στο Δημοτικό έχουν ψηλότερο βαθμό ικανότητας σε 2 έργα αξιολόγησης (έργα 32 και 33), χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα Π10.18).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΙ

Ευαγγελία Κυριακή

Αποτελέσματα συντελεστή συσχέτισης Spearman rho

Τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης Spearman παρουσιάζονται στους Πίνακες Π11.1Α – Π11.3Β.

Πίνακας Π11.1Α.

Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Ε΄ τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε προπειραματική φάση

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. αναγνώριση μεταβλητών	---								
2. διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος	.070	---							
3. σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	.242*	.300**	---						
4. εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	.322**	.238*	.407**	---					
5. κατασκευή γραφικών παραστάσεων	.020	.136	.019	.103	---				
6. ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	.187	.064	.285**	.241*	.269**	---			
7. ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	.000	.021	.219*	.171	-.008	-.007	---		
8. ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	.048	.102	.064	.061	.342**	.219*	.079	---	
9. ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	.307**	.180	.289**	.162	.118	.077	.287**	.170	---

**p<0.01 (2-tailed) *p<0.05 (2-tailed)

Πίνακας Π11.1Β.

Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Στ΄ τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε προπειραματική φάση

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. αναγνώριση μεταβλητών	---								
2. διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος	.224	---							
3. σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	.275*	.300*	---						
4. εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	.103	.193	.656**	---					
5. κατασκευή γραφικών παραστάσεων	.076	-.106	.033	-.030	---				
6. ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	.017	.045	.185	.259*	-.017	---			
7. ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	.144	.052	.291*	.178	.049	.049	---		
8. ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	.397**	.149	.426**	.255*	.027	-.150	.337**	---	
9. ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	.209	.033	.271*	.205	.327**	.281*	.098	.013	---

**p<0.01 (2-tailed) *p<0.05 (2-tailed)

Σε προπειραματικό στάδιο, σε επιδόσεις των παιδιών της Ε΄ τάξης (Πίνακας Π11.1Α), εντοπίστηκαν συνολικά 14 στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης οι οποίες σύμφωνα με τους Κατσή κ.α. (2011) θεωρούνται μικρές (<.40). Η δεξιότητα σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών γενικά φαίνεται να έχει μικρές αλλά στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με αρκετές δεξιότητες όπως είναι η αναγνώριση

μεταβλητών ($r=.242, p<.01$), η διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος ($r=.300, p<.05$), ο εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών ($r=.407, p<.01$), η ερμηνεία δεδομένων από πίνακα ($r=.285, p<.05$), από ραβδόγραμμα ($r=.219, p<.01$) και από συνδυασμό δύο πηγών ($r=.289, p<.05$).

Στις επιδόσεις των παιδιών της Στ' τάξης σε προπειραματικό στάδιο (Πίνακας Π11.1B) τα αποτελέσματα είναι παρόμοια. Σύμφωνα με τους Κατσή κ.α. (2011) η δεξιότητα σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών παρουσιάζει δυνατή συσχέτιση με τη δεξιότητα εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών ($r=.656, p<.05$) και μέτρια συσχέτιση με τη δεξιότητα ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση ($r=.426, p<.05$). Επίσης, παρουσιάζει μικρές αλλά στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με τις δεξιότητες αναγνώριση μεταβλητών ($r=.275, p<.01$), διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος ($r=.300, p<.01$), ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα ($r=.291, p<.01$) και από συνδυασμό δύο πηγών ($r=.271, p<.01$).

Πίνακας Π11.2Α.

Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Ε' τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε μεσοπειραματική φάση

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. αναγνώριση μεταβλητών	---								
2. διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος	.315**	---							
3. σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	.333**	.543**	---						
4. εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	.168	.465**	.344**	---					
5. κατασκευή γραφικών παραστάσεων	.250*	.293**	.212*	.175	---				
6. ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	.197*	.295**	.290**	.305**	.133	---			
7. ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	.122	.311**	.235*	.235*	.087	.082	---		
8. ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	.291**	.223	.171	.230*	.304**	.115	.333**	---	
9. ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	.256**	.101	.161	.195	.291**	.132	.067	.420**	---

** $p<0.01$ (2-tailed) * $p<0.05$ (2-tailed)

Πίνακας Π11.2B.

Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Στ' τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε μεσοπειραματική φάση

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. αναγνώριση μεταβλητών	---								
2. διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος	.269*	---							
3. σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	.236	.622**	---						
4. εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	.125	.606**	.780**	---					
5. κατασκευή γραφικών παραστάσεων	.161	.098	.184	.229	1.000				
6. ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	.125	.362**	.360**	.330**	.124	1.000			
7. ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	.029	-.104	.047	.073	.043	.278*	1.000		
8. ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	-.024	.192	.373**	.297*	.047	.257*	.106	1.000	
9. ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	.184	.330**	.308*	.228	.240*	.341**	.182	.125	1.000

**p<0.01 (2-tailed) *p<0.05 (2-tailed)

Τα αποτελέσματα του Πίνακα Π11.2Α καταδεικνύουν ότι σε μεσοπειραματικό στάδιο οι συσχετίσεις μεταξύ των δεξιοτήτων διερεύνησης αυξάνονται σε αριθμό και σε δύναμη. Ο αριθμός των συσχετίσεων της δεξιότητας *διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος*, *αναγνώριση μεταβλητών* αλλά και *ερμηνεία δεδομένων από πίνακα* φαίνεται ότι αυξάνεται ιδιαίτερα. Μέτριες συσχετίσεις (Κατσής κ.α., 2011) παρατηρούνται μεταξύ της δεξιότητας *διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος* και των δεξιοτήτων *σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών* ($r=.543$, $p<.05$) και *εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών* ($r=.465$, $p<.05$). Μέτρια συσχέτιση παρουσιάζεται και μεταξύ της δεξιότητας *ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση* και *ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών* ($r=.420$, $p<.05$).

Στις επιδόσεις της Στ' τάξης σε μεσοπειραματικό στάδιο (Πίνακας Π11.2B) οι συσχετίσεις μεταξύ των δεξιοτήτων συγκριτικά με την Ε τάξη είναι λιγότερες σε αριθμό, αλλά πιο δυνατές (Κατσής κ.α., 2011). Συγκεκριμένα, η δεξιότητα *σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών* έχει δυνατές συσχετίσεις με τις δεξιότητες *διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος* ($r=.622$, $p<.05$) και *εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών* ($r=.780$, $p<.05$). Η δεξιότητα *κατασκευή γραφικής παράστασης* δεν παρουσιάζει καμιά στατιστικά σημαντική συσχέτιση με άλλη δεξιότητα. Η δεξιότητα *ερμηνεία δεδομένων από πίνακα* παρουσιάζει μέτριες αλλά στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με τις δεξιότητες *διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος* ($r=.362$, $p<.05$), *σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών* ($r=.360$, $p<.05$), *εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών* ($r=.330$, $p<.05$), *ερμηνεία δεδομένων*

από ραβδόγραμμα ($r=.278, p<.01$), ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση ($r=.257, p<.01$) και ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών ($r=.341, p<.01$).

Πίνακας Π11.3Α.

Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Ε΄ τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε μεταπειραματική φάση

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. αναγνώριση μεταβλητών	---								
2. διατύπωση διερευνησίμου ερωτήματος	.410**	---							
3. σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	.490**	.574**	---						
4. εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	.407**	.454**	.672**	---					
5. κατασκευή γραφικών παραστάσεων	.107	.163	.208*	.138	---				
6. ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	.514**	.492**	.571**	.429**	.072	---			
7. ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	.293**	.197*	.336**	.442**	-.042	.295**	---		
8. ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	.217*	.231*	.320**	.232*	.060	.223*	.298**	---	
9. ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	.401**	.268**	.258*	.167	.186	.419**	.247*	.198	---

**p<0.01 (2-tailed) *p<0.05 (2-tailed)

Πίνακας Π11.3Β.

Συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ των επιδόσεων της Στ΄ τάξης στις δεξιότητες διερεύνησης σε μεταπειραματική φάση

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. αναγνώριση μεταβλητών	---								
2. διατύπωση διερευνησίμου ερωτήματος	.317**	---							
3. σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών	.447**	.587**	---						
4. εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών	.287*	.528**	.656**	---					
5. κατασκευή γραφικών παραστάσεων	.068	.221	.234	.200	---				
6. ερμηνεία δεδομένων από πίνακα	.291*	.439**	.538**	.450**	.173	---			
7. ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα	.137	.118	.180	.229	-.080	.092	---		
8. ερμηνεία δεδομένων από γραμμική γραφική παράσταση	.027	.239	.414**	.366**	.188	.338**	.204	---	
9. ερμηνεία δεδομένων από συνδυασμό δύο πηγών	.064	.103	.136	.140	.126	.059	-.029	.047	---

**p<0.01 (2-tailed) *p<0.05 (2-tailed)

Σε μεταπειραματικό στάδιο (Πίνακας Π11.3Α), παρόλο που οι περισσότερες συσχετίσεις είναι μέτριες (Κατσή κ.α., 2011) αυξάνονται ακόμη περισσότερο σε αριθμό. Δυνατή συσχέτιση παρουσιάζεται μόνο μεταξύ της δεξιότητας *σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών* και *εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών* ($r=.672, p<.05$). Η δεξιότητα *σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών* συσχετίζεται στατιστικά σημαντικά με όλες

τις δεξιότητες παρουσιάζοντας μικρές ή μέτριες συσχετίσεις. Οι δεξιότητες *αναγνώριση μεταβλητών*, *διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος*, *ερμηνεία δεδομένων από πίνακα* και *από ραβδόγραμμα* παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές μικρές ή μέτριες συσχετίσεις με όλες τις υπόλοιπες δεξιότητες εκτός της δεξιότητας *κατασκευή γραφικών παραστάσεων*. Η μόνη στατιστικά σημαντική συσχέτιση που παρουσιάζει η δεξιότητα *κατασκευή γραφικών παραστάσεων* είναι με τη δεξιότητα *σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών* και είναι μικρή ($r=.208, p<.01$).

Στις επιδόσεις της Στ' τάξης (Πίνακας Π11.3B) οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των δεξιοτήτων είναι και πάλι λιγότερες λίγες σε σύγκριση με αυτές της Ε τάξης, αλλά παραμένουν γενικά σε μέτρια επίπεδα. Η δεξιότητα *σχεδιασμός πειράματος & έλεγχος μεταβλητών* έχει και σ' αυτή την περίπτωση δυνατή συσχέτιση με τη δεξιότητα *εντοπισμός σχεδιαστικών ατελειών* ($r=.656, p<.05$). Οι δεξιότητες *κατασκευή γραφικών παραστάσεων*, *ερμηνεία δεδομένων από ραβδόγραμμα* και *από συνδυασμό δύο πηγών* δεν παρουσιάζουν καμιά στατιστικά σημαντική συσχέτιση με άλλη δεξιότητα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΙΙ

Ευαγγελία Κυριακή

Αποτελέσματα για υπολογισμό αξιοπιστίας μεταξύ παρατηρητών

Στους πίνακες Π12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό του ποσοστού συμφωνίας μεταξύ παρατηρητών και του συντελεστή συνάφειας κατηγορικών δεδομένων Cohen's Kappa. Οι τιμές αφορούν στην κωδικοποίηση των δεδομένων που γίνονται από δύο ανεξάρτητους ερευνητές. Μετά από αυτούς τους υπολογισμούς, επιχειρείται επανακωδικοποίηση είτε των απαντήσεων από ολόκληρο το δείγμα, είτε των απαντήσεων στις οποίες εντοπίζεται διαφορά.

Πίνακας Π12.1

Ποσοστό συμφωνίας και συντελεστής Kappa για δεδομένα σε προπειραματικό στάδιο

Έργο αξιολόγησης	Δείγμα 1 (n=68)			Δείγμα 2 (n=35)		
	Ποσοστό συμφωνίας	Cohen's kappa	SD	Ποσοστό συμφωνίας	Cohen's kappa	SD
1	86.8%	.817*	.06	73.5%	<u>.583*</u>	.12
2	83.6%	.774*	.06	80%	.624*	.13
3	96.9%	.946*	.04	94.3%	.850*	.10
4	83.8%	.798*	.05	<u>52.9%</u>	<u>.314</u>	.14
5	76.6%	.711*	.06	68.6%	<u>.528*</u>	.11
6	82.1%	.763*	.06	91.4%	.885*	.06
7	79.7%	.664*	.09	77.1%	.665*	.10
8	79.4%	.703*	.07	<u>58.8%</u>	<u>.436</u>	.10
9	77.6%	.632*	.08	71.4%	<u>.554*</u>	.10
10	95.6%	.936*	.04	70.6%	<u>.565*</u>	.12
11	83.1%	.783*	.06	80%	.838*	.16
12	82.8%	.773*	.06	82.9%	.774*	.15
13	82.4%	.755*	.06	97.1%	.960*	.04
14	92.5%	.860*	.06	85.3%	.771*	.08
15	88.9%	.851*	.05	74.3%	.634*	.10
16	92.6%	.851*	.06	69.7%	<u>.537*</u>	.12
17	92.5%	.871*	.05	68.6%	<u>.485*</u>	.11
18	90.6%	.799*	.08	66.7%	<u>.494*</u>	.12
19	95.6%	.876*	.06	70%	<u>.506*</u>	.12
20	98.5%	.976*	.02	64.7%	<u>.528*</u>	.15
21	90.6%	.865*	.05	<u>42.3%</u>	<u>.060</u>	.14
22	64.4%	<u>.529*</u>	.05	85.3%	.689*	.12
23	91%	.874*	.05	85.3%	<u>.495*</u>	.11
24	92.6%	.884*	.05	80.6%	<u>.535*</u>	.15
25	92.2%	.896*	.04	<u>60%</u>	<u>.460*</u>	.10
26	94%	.914*	.04	68.6%	<u>.577*</u>	.10
27	73.5%	.652*	.07	64.7%	<u>.529*</u>	.10
28	92.2%	.897*	.04	73.5%	.639*	.10
29	80.9%	.740*	.06	61.8%	<u>.465*</u>	.11
30	76.1%	.646*	.08	73.5%	<u>.562*</u>	.12
31	<u>22.4%</u>	<u>.124</u>	.05	<u>13.8%</u>	<u>.058</u>	.10
32	<u>42.6%</u>	<u>.254</u>	.08	<u>17.2%</u>	<u>.103</u>	.10
33	<u>29.7%</u>	<u>.093</u>	.07	<u>25.7%</u>	<u>.081</u>	.10

*p<.01

Τα δεδομένα στον Πίνακα Π12.1 καταδεικνύουν ότι οι διαφορές στις απαντήσεις που δόθηκαν από το δείγμα 1 στο έργο 22 θα πρέπει να συζητηθούν από τους δύο ερευνητές που έχουν εμπλακεί στην κωδικοποίηση. Στις περιπτώσεις των έργων 31, 32 και 33 ενδείκνυται επανάληψη της κωδικοποίησης όλων των απαντήσεων.

Στις απαντήσεις του δείγματος 2 παρατηρήθηκαν περισσότερες διαφορές. Ως εκ τούτου θα πρέπει να γίνει επανακωδικοποίηση όλων των απαντήσεων στα έργα 4, 8, 21, 25, 31, 32

και 33. Στα έργα 1, 5, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 29 και 30 κωδικοποιούνται ξανά απαντήσεις οι οποίες έχουν διαφορά.

Πίνακας Π12.2

Ποσοστό συμφωνίας και συντελεστής Kappa για για δεδομένα σε μεσοπειραματικό στάδιο

Έργο αξιολόγησης	Δείγμα 2 (n=35)		
	Ποσοστό συμφωνίας	Cohen's kappa	SD
2	77.1%	.664*	.10
3	74.3%	.403*	.13
5	71.4%	.614*	.10
6	79.4%	.731*	.09
8	84.8%	.941*	.06
9	58.8%	.460*	.11
11	76.5%	.706*	.09
12	75.8%	.660*	.09
14	97.1%	.951*	.05
15	81.8%	.746*	.09
17	50%	.292	.11
18	60.6%	.444*	.12
19	78.1%	.681*	.10
21	75%	.676*	.10
22	73.5%	.602*	.10
23	78.8%	.695*	.10
25	66.7%	.520*	.10
27	69.7%	.606*	.10
28	84.8%	.790*	.08
29	90.9%	.858*	.08
32	46.4%	.198	.13
33	21.9%	.044	.08

*p<.01

Στην περίπτωση των δεδομένων σε μεσοπειραματικό στάδιο (Πίνακας Π12.2), γίνεται επανακωδικοποίηση όλων των δεδομένων που προκύπτουν από τη χορήγηση των έργων 9, 17, 18, 32 και 33. Στις περιπτώσεις των έργων 3 και 25 συζητούνται μόνο απαντήσεις στις οποίες οι δύο παρατηρητές έχουν διαφορά στην κωδικοποίηση.

Όσον αφορά σε δεδομένα από μεταπειραματικό στάδιο (Πίνακας Π12.3), συζητείται η κωδικοποίηση των απαντήσεων στα έργα 11, 17, 19, 21, 22 και 27. Επίσης, κωδικοποιήθηκαν ξανά οι απαντήσεις από όλο το δείγμα στα έργα 32 και 33.

Πίνακας Π12.3

Ποσοστό συμφωνίας και συντελεστής Kappa για δεδομένα σε μεταπειραματικό στάδιο

Έργο αξιολόγησης	Δείγμα 2 (n=35)		
	Ποσοστό συμφωνίας	Cohen's kappa	SD
2	61.3%	.431*	.13
3	94.1%	.918*	.06
5	75.8%	.683*	.09
6	72.7%	.651*	.09
8	72.7%	.625*	.10
9	75%	.666*	.10
11	62.5%	.455*	.10
12	83.9%	.750*	.10
14	96.9%	.933*	.06
15	77.4%	.683*	.10
17	65.6%	.485*	.11
18	78.8%	.672*	.11
19	66.7%	.554*	.11
21	68.8%	.560*	.11
22	64.5%	.485*	.11
23	81.8%	.753*	.08
25	80%	.717*	.09
27	69.7%	.592*	.10
28	81.3%	.757*	.09
29	87.9%	.837*	.07
32	48%	.102	.15
33	42.9%	.034	.19

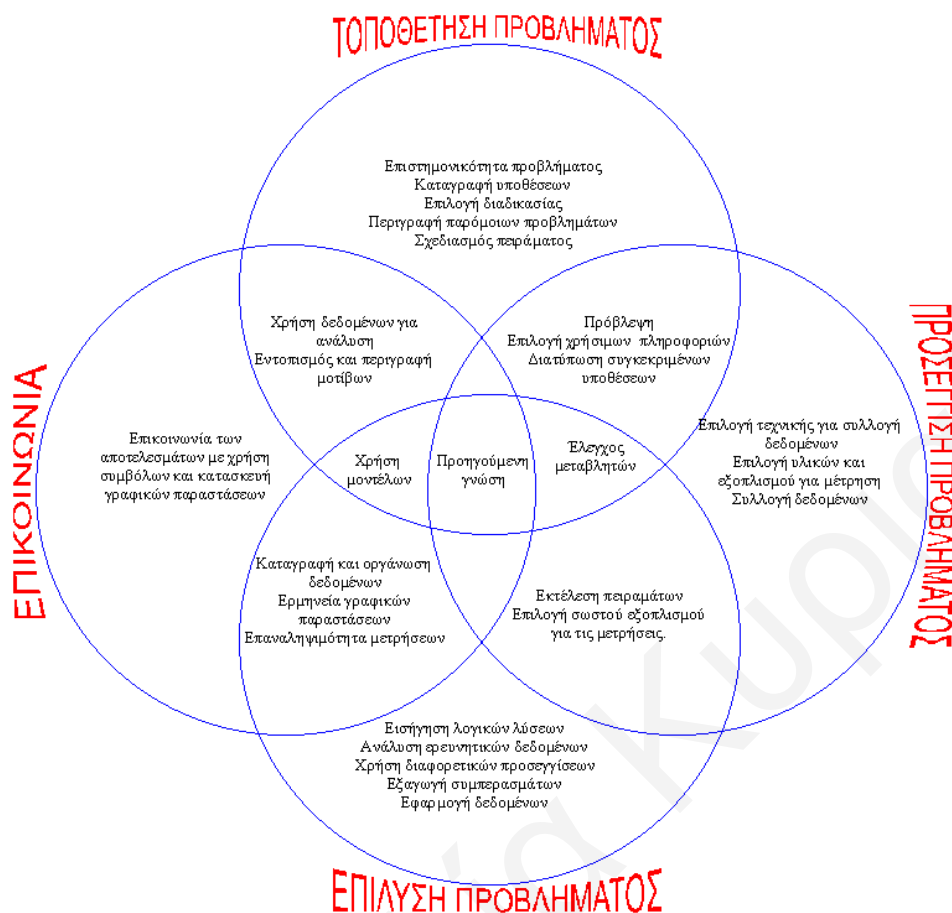
*p<.01

Σημείωση: Λόγω του μικρού ποσοστού συμφωνίας μεταξύ παρατηρητών και του μικρού συντελεστή Kappa στις περιπτώσεις των έργων 31, 32 και 33 γίνεται επαναδιατύπωση των επιπέδων της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων από δύο πηγές, η οποία μετρείται με αυτά τα έργα.

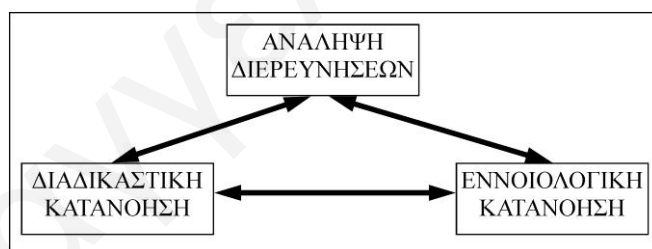
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΙΙΙ

Ευαγγελία Κυριακή

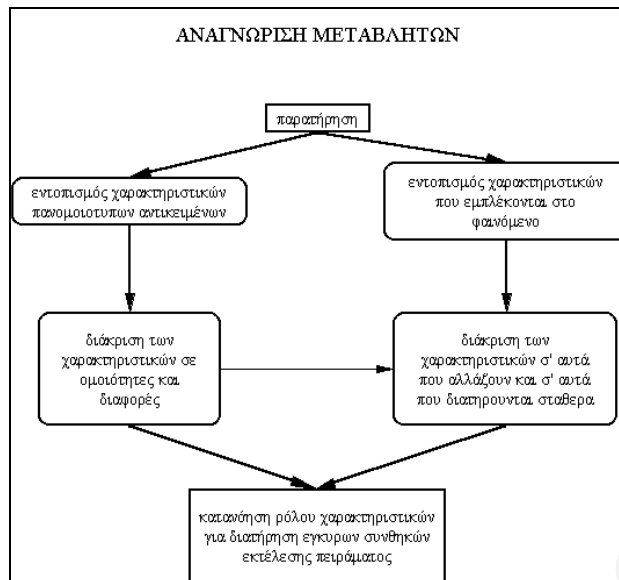
Διαγράμματα – αναφορές από Κεφάλαιο Π: Θεωρητικό Πλαίσιο



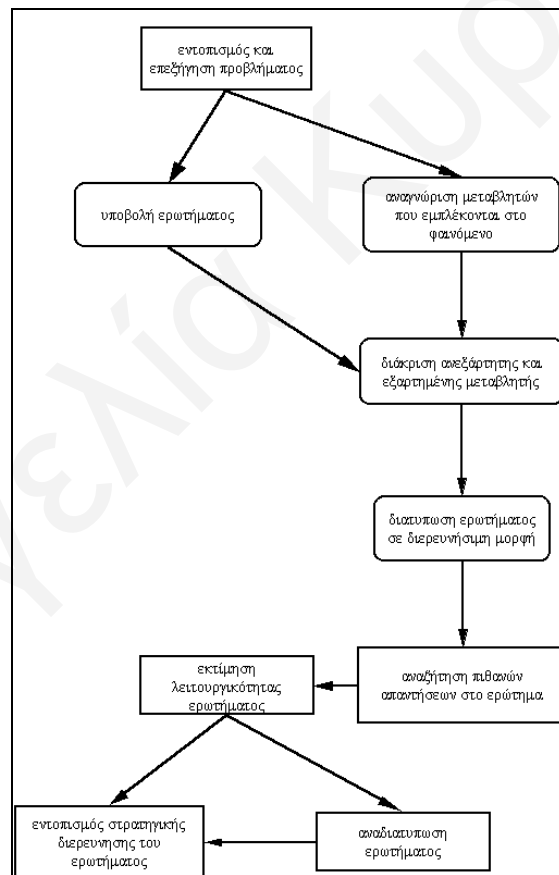
Διάγραμμα Π13.1. Διαδικασία επίλυσης προβλήματος στο McIntosh (1995a, σ. 18)



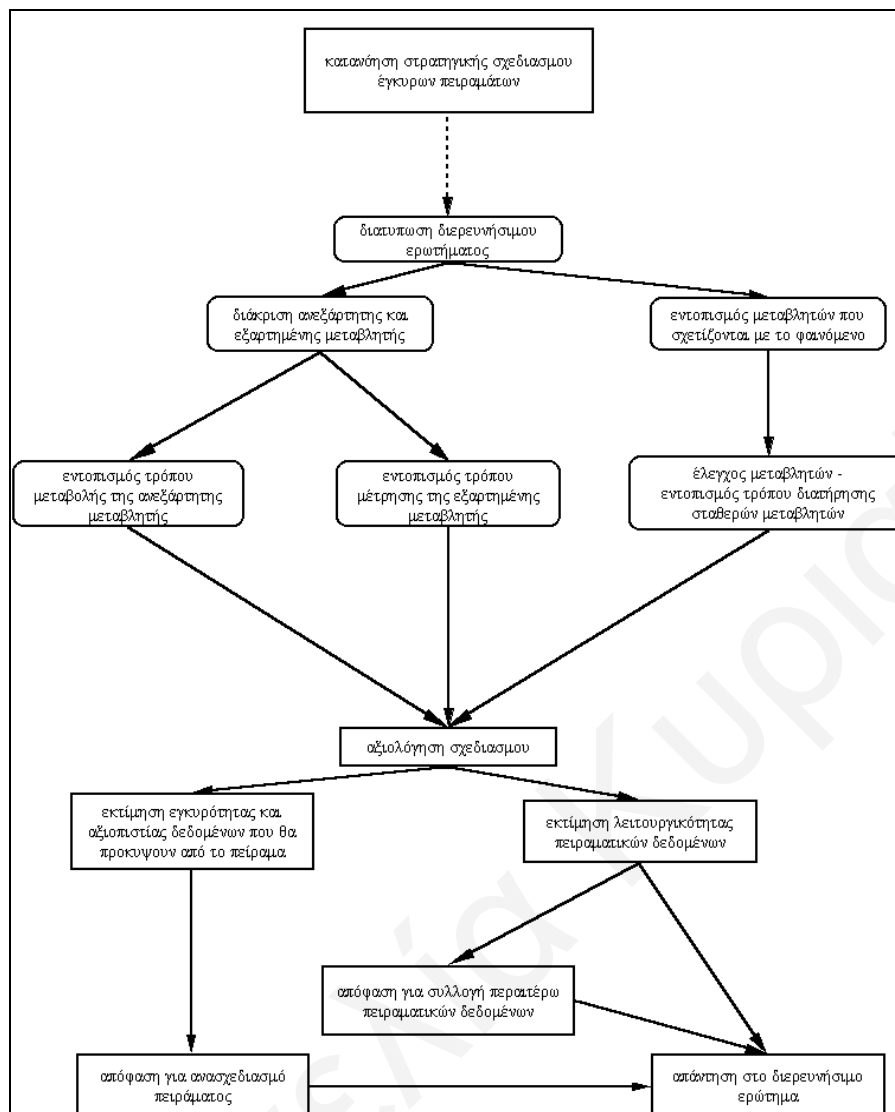
Διάγραμμα Π13.2. Ανάλυση διερευνήσεων στο Duggan & Gott (1995, σ. 144)



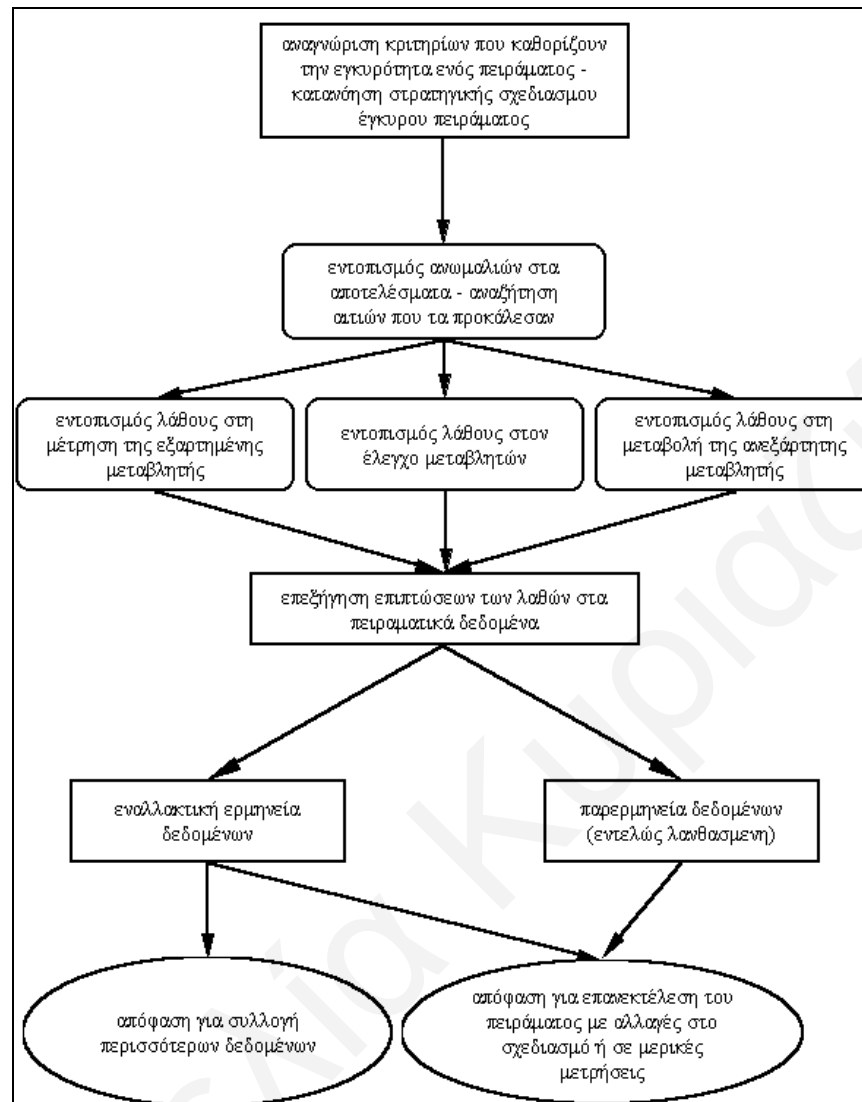
Διάγραμμα Π13.3. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας αναγνώρισης μεταβλητών στο Κυριαζή (2004, σ. 209)



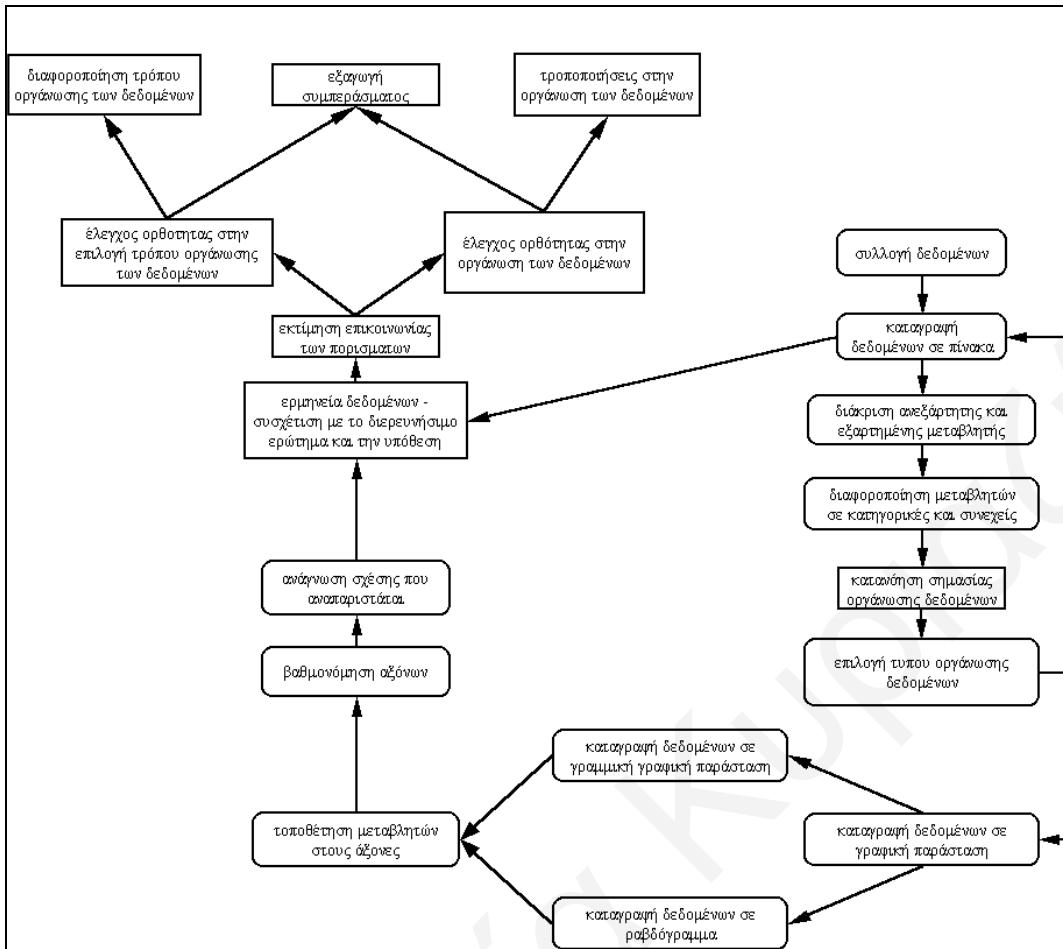
Διάγραμμα Π13.4. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας διατύπωσης διερευνησίμου ερωτήματος στο Κυριαζή (2004, σ. 209)



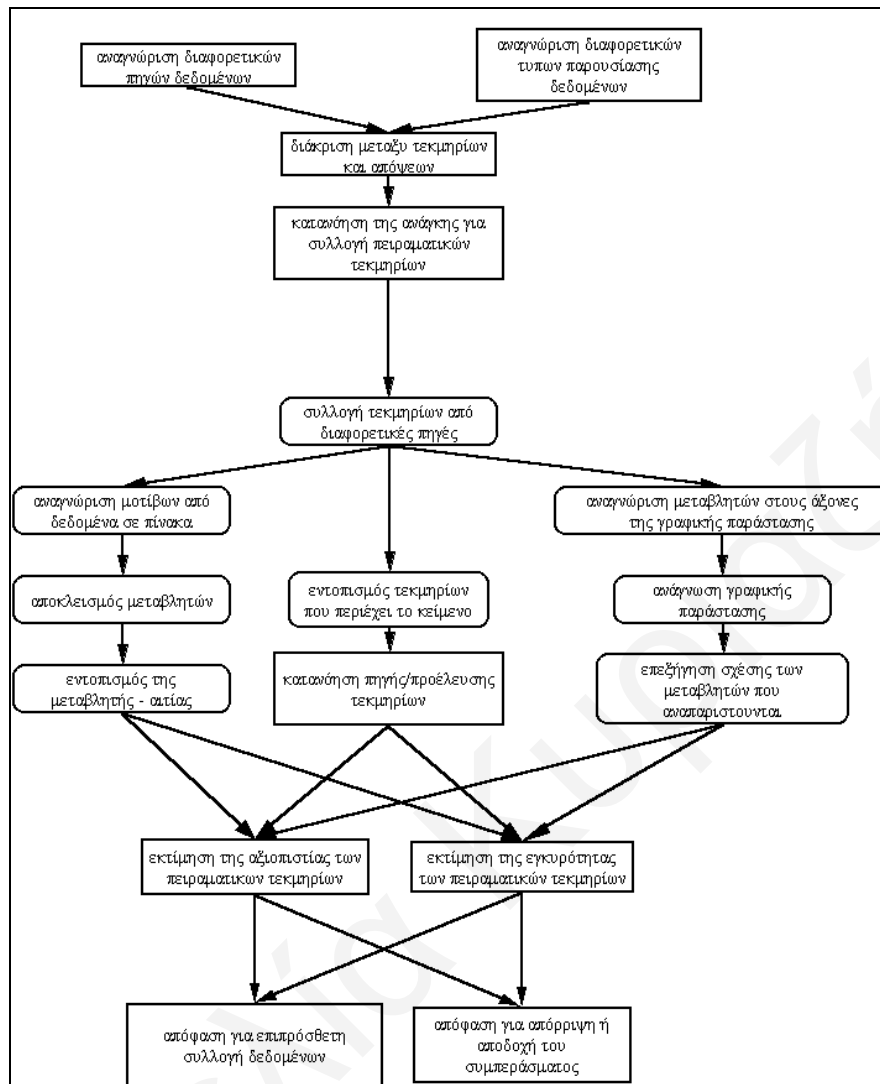
Διάγραμμα Π13.5. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιοτήτας σχεδιασμού πειράματος & ελέγχου μεταβλητών στο Κυριαζή (2004, σ. 209)



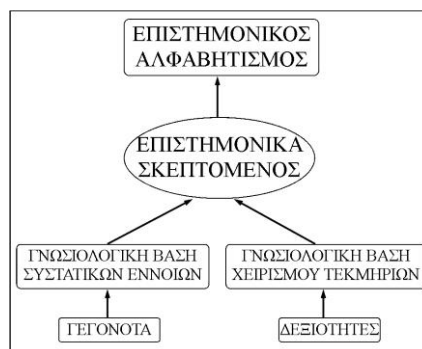
Διάγραμμα Π13.6. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας εντοπισμού σχεδιαστικών ατελειών στο Κυριαζή (2004, σ. 209)



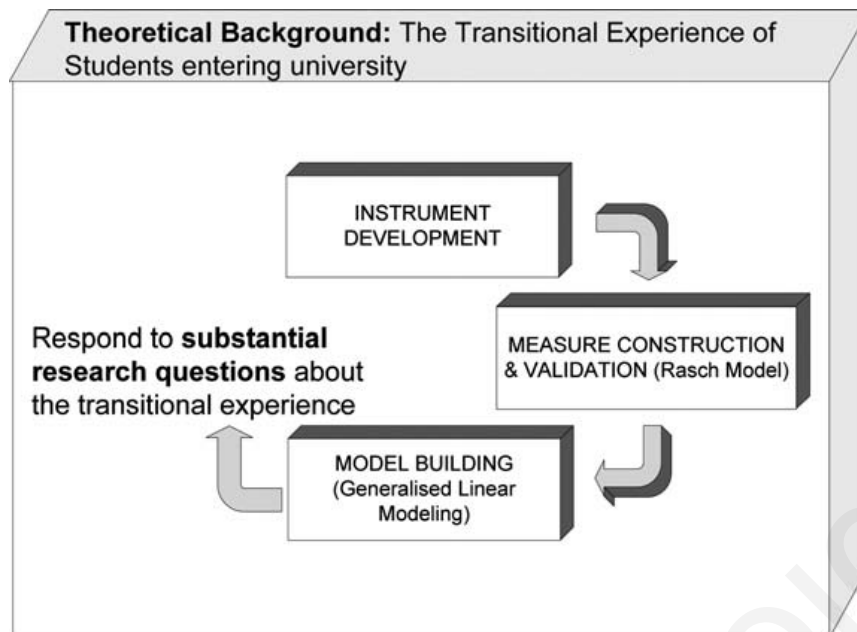
Διάγραμμα Π13.7. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιοτήτας οργάνωσης δεδομένων στο Κυριαζή (2004, σ. 209)



Διάγραμμα Π13.8. Επιστημολογική ανάλυση της δεξιότητας ερμηνείας δεδομένων στο Κυριαζή (2004, σ. 209)



Διάγραμμα Π13.9. Επιστημονικός αλφαριθμητισμός και γνωσιολογική βάση στο Gott & Duggan (1996, σ. 793)



Διάγραμμα Π13.10. Μοντέλο ανάπτυξης εργαλείων μέτρησης στο Pampaka et.al. (2012, p.1051)