



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ»

Κατεύθυνση
«Θετικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

ΘΕΜΑ

**ΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ, Η
ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ Η ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΓΝΩΣΗΣ ΕΝΝΟΙΩΝ ΤΗΣ
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ, ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ
ΣΧΟΛΕΙΟ**

Συγγραφή: ΝΤΙΝΟΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

Τριμελής επιτροπή:

Επιβλέπων: ΚΩΤΣΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, Καθηγητής

ΜΑΥΡΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, Λέκτορας

ΓΑΒΡΙΛΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, Λέκτορας

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2014

ΝΤΙΝΟΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ, Η ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ
ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ Η ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΓΝΩΣΗΣ ΕΝΝΟΙΩΝ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ, ΤΩΝ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2014

«Η ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας συγχρηματοδοτήθηκε μέσω της Πράξης Πρόγραμμα χορήγησης υποτροφιών ΙΚΥ για Μεταπτυχιακές Σπουδές Πρώτου Κύκλου (Μάστερ)-Οριζόντια Πράξη, από πόρους του ΕΠ «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση», του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου (ΕΚΤ) του ΕΣΠΑ, 2007-2013».

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Σε όσους μου συμπαραστέκονταν, με ενθάρρυναν και με στήριζαν με οποιονδήποτε τρόπο όλα αυτά τα χρόνια.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής εργασίας, Καθηγητή Κώση Κωνσταντίνο. Η καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εργασίας, αποτελεί για μένα ανεκτίμητη προσφορά. Τον ευχαριστώ ιδιαίτερος για τις πολύτιμες συμβουλές του, καθώς και για την υπομονή που επέδειξε σε κάθε δυσκολία που παρουσιάστηκε. Χωρίς τη δική του συμβολή, θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση της εργασίας. Θέλω να ευχαριστήσω επίσης τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, Λέκτορα Μαυρίδη Δημήτριο και Λέκτορα Γαβριλάκη Κωνσταντίνο, για το χρόνο που διαθέσανε για την αξιολόγησή της. Ευχαριστώ επίσης την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση και τη ψυχολογική υποστήριξη σε όλα τα χρόνια των σπουδών μου. Τέλος, θα ήταν παράλειψη αν δεν ευχαριστούσα τους φίλους μου, που πάντα βρίσκουν τον τρόπο να με στηρίζουν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	σελ. 8
ABSTRACT IN ENGLISH.....	σελ. 9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ. 10-11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	
1.1. Θεωρία της Εποικοδόμησης της Γνώσης ή του Κονστрукτιβισμού.....	σελ. 12-14
1.2. Εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.....	σελ. 14-15
1.3. Οι αρχές της εποικοδομητικής υπόθεσης για τη μάθηση.....	σελ. 16-18
1.4. Η τροποποίηση των εναλλακτικών ιδεών μέσω εννοιολογικής αλλαγής.....	σελ. 18-20
1.4.1. Στρατηγικές για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής.....	σελ. 20-21
1.5. Ο ρόλος του πειράματος στο εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας.....	σελ. 21-22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ – ΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΑΝΩ ΣΕ ΘΕΜΑΤΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ	
2.1. Νοητικές αναπαραστάσεις και ιδέες.....	σελ. 23-24
2.2. Τι είναι οι εναλλακτικές ιδέες.....	σελ. 24-26
2.3. Τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών.....	σελ. 26-27
2.3.1. Τα κοινά χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών.....	σελ. 27-31
2.4. Τρόποι δημιουργίας των εναλλακτικών ιδεών.....	σελ. 31-34
2.5. Εναλλακτικές ιδέες και φύλο.....	σελ. 35-36
2.6. Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και οι επιπτώσεις τους στη διδασκαλία.....	σελ. 37-40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	
3.1. Ερευνητικό ερώτημα.....	σελ. 41
3.2. Επιλογή τομέα της Φυσικής.....	σελ. 42
3.2.1. Υπόβαθρο έρευνας- Άλλες έρευνες με εναλλακτικές ιδέες και μηχανική.....	σελ. 43

3.3. Ερευνητικό εργαλείο.....σελ. 44-45
3.4. Περιορισμοί έρευνας.....σελ. 45
3.5. Συνθήκες διεξαγωγής της Έρευνας – Το δείγμα των μαθητών.....σελ. 45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εισαγωγικά.....σελ. 46-49
4.1. Ερωτήσεις Φυσικής σε σχέση με το φύλο.....σελ. 50-71
4.2. Ερωτήσεις Φυσικής σε σχέση με την τάξη (Δ', Ε', ΣΤ').....σελ. 72-94
4.2.1. Ερωτήσεις Φυσικής σε σχέση με την τάξη (Δ', ΣΤ').....σελ. 95-96
4.3. Ερωτήσεις Φυσικής σε σχέση με το σχολείο Πειραματικό και μησελ. 97-116

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ. 117-119

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ. 120-126

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ.....σελ. 127

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....σελ. 128-130

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις παρακάτω δυο φράσεις συνοψίζεται ίσως με τον καλύτερο τρόπο ο λόγος για τον οποίο επέλεξα να ασχοληθώ με την εν λόγω εργασία, φράσεις που ουσιαστικά αποτέλεσαν το έναυσμα αλλά και το συνεχές κίνητρο καθ' όλη τη διάρκεια ενασχόλησής μου με αυτή.

«Ο πιο σπουδαίος απλός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι αυτό που ο μαθητής ήδη γνωρίζει. Εξακρίβωσέ το και δίδαξέ τον/την σύμφωνα με αυτό».

(Ausubel, 1968)

Στην εργασία αυτή, επισημαίνεται σε πρώτη φάση ο σημαντικός ρόλος των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών στη διδασκαλία και στη μάθηση, μιας και αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο της μαθησιακής διαδικασίας που την επηρεάζουν βαθύτατα. Η παρούσα εργασία επίσης προσπαθεί να διαπιστώσει με τη διδασκαλία που γίνεται σήμερα στο Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο, αν συντελείται εννοιολογική αλλαγή για τους μαθητές πάνω σε έννοιες της Μηχανικής και αν υφίσταται χρονική διάρκεια αυτής της νέας γνώσης.

ABSTRACT IN ENGLISH

In the following two phrases it is summarized, perhaps in the best way, the reason why I chose to deal with this thesis. These phrases essentially constituted for me the constant motivation throughout the period of my involvement with it.

"The most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him/her accordingly."

(Ausubel, 1968)

Initially, in this thesis it is pointed out the important role of students' alternative ideas in teaching and learning, since they constitute an integral part of the learning process that affecting it deeply. This thesis also aims to ascertain -taking into consideration the teaching that is taking place in Greek Primary School Education-, whether it is conducted a conceptual change for the students on Mechanics meanings and if there is duration of the new knowledge for them, as well.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι εναλλακτικές ιδέες επηρεάζουν σε σημαντικότατο βαθμό τη διαδικασία της διδασκαλίας. Αυτό υπαγορεύει ότι όταν ο εκπαιδευτικός καλείται να διδάξει ένα θέμα στις Φυσικές Επιστήμες θα πρέπει να τις αναδεικνύει, ώστε να γνωρίζει ποιες υποστηρίζουν οι μαθητές της τάξης του και να οργανώνει όλη τη διδακτική διαδικασία, με γνώμονα αυτές και την προσπάθεια τροποποίησης και συμφιλίωσης αυτών με τις επιστημονικά ορθότερες. Άλλωστε η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες δεν περιλαμβάνει μόνο την αποδοχή των νέων ιδεών, αλλά και την τροποποίηση ή κατάργηση των προϋπαρχουσών ιδεών (Καριώτογλου, 1990). Αντιθέτως, στην καθημερινή πρακτική, συνήθως παρακάμπτεται το πολύ σημαντικό κομμάτι της ανάδειξης των ιδεών των μαθητών.

Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει επίσης να γνωρίζει εξ αρχής ποια είναι τα κυρίαρχα κοινά χαρακτηριστικά που συνήθως παρουσιάζουν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, ώστε να έχει τη δυνατότητα να προετοιμάσει ανάλογες διδακτικές παρεμβάσεις που να αναιρούν ή έστω να αντιμετωπίζουν κριτικά αυτές τις κυρίαρχες τάσεις θεώρησης του κόσμου των μαθητών.

Οι συνηθέστερες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών πάνω σε κάθε θεματική υπάρχουν στην αρχή κάθε κεφαλαίου στο βιβλίο του δασκάλου, αλλά όπως συμβαίνει συνήθως, λίγοι είναι οι εκπαιδευτικοί που μπαίνουν στον κόπο να το διαβάσουν. Ή ακόμη και αν το κάνουν, οι εναλλακτικές ιδέες στο βιβλίο είναι συνήθως λίγες και δεν δίνονται σαφείς λεπτομέρειες, με αποτέλεσμα στην πλειοψηφία τους οι εκπαιδευτικοί να μην τις έχουν ως οδηγό τους πριν προβούν στη διδασκαλία του εκάστοτε θέματος. Όταν όμως γνωρίζουν ποια είναι τα βασικότερα κοινά χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών, θα κινούνται με κάποιο συγκεκριμένο προσανατολισμό, ακόμη και αν δεν έχουν ασχοληθεί λεπτομερώς με τις εναλλακτικές ιδέες του εκάστοτε κεφαλαίου.

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών έχουν γενικότητα και διαχρονική ισχύ, παρόλο που μερικές από αυτές διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη του μαθητή ή την επίδραση της διδασκαλίας. Οι ιδέες των παιδιών δεν είναι απλές παρανοήσεις που οφείλονται σε κακή πληροφόρηση, αλλά δημιουργούνται από τους μηχανισμούς που αυτά διαθέτουν και με τους οποίους αντιλαμβάνονται ό,τι συμβαίνει γύρω τους. Πολλοί ερευνητές όπως οι Gilbert, Osborne, και Fensham (1982) υποστηρίζουν ότι οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών δεν αποτελούν

συνηθισμένα λάθη χωρίς ιδιαίτερη σημασία, αλλά νοητικές κατασκευές τις οποίες τα παιδιά χρησιμοποιούν για να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα. Επιπρόσθετα, τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει πολλές έρευνες για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, έχει βρεθεί το πώς επιδρούν στη μάθηση και έχει προταθεί το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας της Φυσικής, το οποίο στηρίζεται σε αυτές και στις μέρες μας είναι σε ισχύ.

Στο σημείο αυτό είναι αναγκαίο να επισημανθεί ότι η παρούσα έρευνα με τις ερωτήσεις που χρησιμοποίησε στα ερωτηματολόγια, εστίασε σε βασικές έννοιες της Μηχανικής, ενώ η έρευνα πραγματοποιήθηκε τους μήνες Μάιο και Ιούνιο του 2014 σε δείγμα 269 μαθητών από τις τάξεις Δ', Ε' και ΣΤ' Δημοτικών σχολείων της πόλης των Ιωαννίνων. Σκοπός ήταν να διαπιστωθούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στη Δ' τάξη, πάνω σε έννοιες της Μηχανικής που δεν έχουν ακόμα διδαχθεί, εάν υπήρξε εννοιολογική αλλαγή με τη διδασκαλία της συγκεκριμένης ενότητας στην Ε' Δημοτικού και κατά πόσο υπήρξε διάρκεια της γνώσης που απέκτησαν οι μαθητές ένα χρόνο μετά, δηλαδή στη ΣΤ' Δημοτικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

1.1. Θεωρία της Εποικοδόμησης της Γνώσης ή του Κονστρουκτιβισμού

Επειδή στόχος της διδασκαλίας είναι να προκαλέσει και να ενισχύσει τη μάθηση, είναι απαραίτητο για τον εκπαιδευτικό να γνωρίζει τις βασικές θεωρίες της μάθησης, τη διαφορετική τους φιλοσοφία, τις αρχές και τη μεθοδολογία τους, ώστε αυτό που κάνει να έχει νόημα και να μπορεί να το αξιολογήσει. Άλλωστε, όπως αναφέρεται (Ράπτης & Ράπτη, 2001), κάθε είδους διδασκαλία σχετίζεται με ορισμένες παραδοχές για το τι πρέπει να μάθει ο μαθητευόμενος καθώς και το πώς είναι καλύτερο να το μάθει, δηλαδή τους στόχους, το περιεχόμενο και τη διαδικασία της μάθησης. Κάθε δάσκαλος, λοιπόν, είτε το γνωρίζει είτε όχι, υιοθετεί στην πράξη μια θεωρία μάθησης. Παρ' όλα αυτά, η δημιουργία μιας συγκεκριμένης θεωρίας που να προβλέπει μια «φόρμουλα» γενικής εφαρμογής για όλες τις διδακτικές καταστάσεις, είναι αδύνατη, λόγω της ποικιλίας των καταστάσεων της μάθησης που χαρακτηρίζουν τη διδασκαλία.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται συνοπτικά η Θεωρία Εποικοδόμησης της γνώσης ή του Κονστρουκτιβισμού, μιας και θεωρείται ότι ταιριάζει καλύτερα με τις σύγχρονες τάσεις διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

Ο Κονστρουκτιβισμός αναπτύχθηκε ως αποτέλεσμα της κριτικής που δέχτηκε η εμπειριστική επιστημολογία και τα αποτελέσματα των εμπειρικών ερευνών, οι οποίες έδειξαν ότι η γνώση δεν είναι ένα παθητικό αντίγραφο της πραγματικότητας, αλλά εποικοδομείται σε μια διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Ο θεμελιωτής αυτής της θεωρίας είναι ο Piaget, ενώ στην ανάπτυξή της έχουν συμβάλλει σημαντικά και η θεωρία των Προσωπικών Κατασκευών του Kelly, η κοινωνικο-πολιτισμική θεωρία του Vygotsky, η θεωρία του Glesersfeld και η θεωρία της Αφομοίωσης του Ausubel (Χατζηγεωργίου, 2006). Βασική αρχή αποτελεί η ιδέα ότι οι νέες γνώσεις δεν μεταφέρονται μέσω της διδασκαλίας αλλά οικοδομούνται ενεργητικά από τους ίδιους τους μαθητές, πάνω στις προϋπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες.

Στη σύγχρονη εποχή, η θεωρία αυτή θεωρείται ότι ταιριάζει καλύτερα με τις σύγχρονες τάσεις διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, καθώς το πρόγραμμα ενός εποικοδομητικού

αναλυτικού προγράμματος συνάδει με τις κοινωνικές απαιτήσεις για επιστημονικό και τεχνολογικό αλφαριθμητισμό. Η διδασκαλία προκύπτει μέσα από ένα δυναμικό σύστημα αλληλεπίδρασης των επιστημονικών εννοιών, των ιδεών των μαθητών, της επιλογής των πειραμάτων και του μη γραμμικού σχεδιασμού της διδακτικής μεθόδου (Καριώτογλου, 2006). Ακόμη, βάσει της θεωρίας του Κονστρουκτιβισμού η διδασκαλία οργανώνεται διαθεματικά και σε αυτό κεντρικό ρόλο κατέχουν οι ιδέες των μαθητών. Πάνω σε αυτές οικοδομείται η γνώση και όχι βάσει των υποθέσεων που κάνουν οι εκπαιδευτικοί για τις ιδέες που μπορεί να ενστερνίζονται οι μαθητές τους. Ο μαθητής λοιπόν δε νοείται ως παθητικός δέκτης πληροφοριών αλλά οικοδομεί τη νέα γνώση με βάση τις πρότερες ιδέες του. Ήδη πριν το 1950 ο Piaget αναγνώρισε το ρόλο του μαθητή. Τα παιδιά σχηματίζουν τις ιδέες αυτές για να ερμηνεύσουν το πώς λειτουργεί ο κόσμος (Κόκκοτας, 2002), ενώ αποτελούν βασική συνιστώσα μιας διδασκαλίας εποικοδομητικού τύπου με απώτερο σκοπό τη μετεξέλιξη ή και την αλλαγή τους προς αντιλήψεις πιο συμβατές με το επιστημονικό πρότυπο. Τέλος, η θεωρία της Εποικοδόμησης της Γνώσης δίνει έμφαση τόσο στο περιεχόμενο όσο και στις επιστημονικές διαδικασίες.

Οι βασικές παραδοχές της εποικοδομητικής θεωρίας έχουν διαμορφωθεί με βάση ένα σημαντικό αριθμό ερευνητικών δεδομένων και τις έχει συνοψίσει μια εξέχουσα μορφή της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, η Rosalind Driver:

1. Οι μαθητές δεν θεωρούνται πλέον παθητικοί δέκτες, αλλά τελικοί υπεύθυνοι της δικής τους μάθησης. Σε κάθε μαθησιακή διαδικασία φέρνουν τις δικές τους προηγούμενες αντιλήψεις και απόψεις.
2. Η μάθηση θεωρείται ότι εμπλέκει το μαθητή με ενεργό τρόπο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η μάθηση προϋποθέτει την οικοδόμηση νοήματος και συμβαίνει συχνά μέσα από προσωπική διαπραγμάτευση.
3. Η γνώση δεν είναι «κάπου εκεί έξω», αλλά οικοδομείται με προσωπικό και κοινωνικό τρόπο. Το καθεστώς της γνώσης είναι λίγο προβληματικό. Μπορεί να αξιολογείται από το μαθητή ως προς το βαθμό που ταιριάζει με την υπάρχουσα εμπειρία του και είναι συνεπές με άλλες πλευρές της γνώσης του.
4. Οι διδάσκοντες φέρνουν επίσης στις μαθησιακές καταστάσεις τις δικές τους ιδέες και αντιλήψεις. Φέρνουν όχι μόνο τη γνώση που έχουν για το αντικείμενο, αλλά και τις

απόψεις τους για τη διδασκαλία και τη μάθηση και όλα αυτά επηρεάζουν τον τρόπο αλληλεπίδρασης με τα παιδιά μέσα στην τάξη.

5. Η διδασκαλία δεν είναι η μετάδοση της γνώσης, αλλά προϋποθέτει την οργάνωση των καταστάσεων μέσα στην τάξη και το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων με τρόπο που να προωθούν την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.

6. Το αναλυτικό πρόγραμμα δεν είναι αυτό το οποίο θα πρέπει να μάθει κανείς, αλλά αποτελεί ένα πρόγραμμα από μαθησιακές δραστηριότητες, υλικά, πηγές, μέσα από τα οποία οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση.

1.2. Εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών

Στα πλαίσια αυτής της θεωρίας οι Driver και Oldham (1986) πρότειναν ένα συγκεκριμένο μοντέλο της εποικοδομητικής προσέγγισης στη μάθηση, όπου κύριο χαρακτηριστικό του είναι η διδακτική αξιοποίηση των αρχικών ιδεών των μαθητών για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης. Αυτό περιλαμβάνει τις παρακάτω φάσεις:

1.Η φάση του προσανατολισμού, όπου προκαλείται από τον εκπαιδευτικό το ενδιαφέρον, η περιέργεια και η προσοχή των μαθητών, ενώ παράλληλα με την έναρξη του μαθήματος ενημερώνονται οι μαθητές για το τι πρόκειται να επακολουθήσει ώστε να είναι ενήμεροι για τις δραστηριότητες που οι ίδιοι θα διεξάγουν.

2.Η φάση της ανάδειξης των ιδεών, όπου οι μαθητές εξωτερικεύουν τις προϋπάρχουσες, παγιωμένες θέσεις τους και τις συσχετίζουν με τις εμπειρίες που είχαν. Επίσης οργανώνουν αυτά που σκέφτονται και τα συγκρίνουν με τις απόψεις των συμμαθητών τους. Η ανάδειξη των ιδεών μπορεί να γίνει μέσα από συζήτηση στην αίθουσα την ώρα του μαθήματος, με την παρότρυνση του εκπαιδευτικού να εκφράσουν οι μαθητές τις απόψεις τους, μια πολύ δυναμική και αποτελεσματική στρατηγική. Σε αυτό μπορούν να βοηθήσουν οι πρακτικές δραστηριότητες, τα ερωτηματολόγια και ό,τι άλλο μπορεί να φανταστεί ο εκπαιδευτικός.

3.Η φάση της αναδόμησης των ιδεών τους μέσα από μια γόνιμη ενδοπροσωπική σύγκρουση. Σύμφωνα με τις προβλέψεις που έκαναν οι μαθητές στην προηγούμενη φάση, τώρα θα εκτελέσουν το πείραμα με στόχο να διαπιστώσουν αν τα αποτελέσματά του συμπίπτουν με τις δικές τους ιδέες ή έρχονται σε γνωστική σύγκρουση με αυτές.

Πρόκειται ουσιαστικά για μια ανακαλυπτική προσέγγιση, κατά την οποία οι μαθητές αντικαθιστούν τις ιδέες τους με αυτά που ανακάλυψαν οι ίδιοι.

4.Η φάση της εφαρμογής, όπου λειτουργικοποιείται η νέα γνώση μέσα από τη συσχέτισή της με τις εμπειρίες της καθημερινότητας. Αυτό θα τους δείξει ότι οι νέες γνώσεις είναι παραγωγικότερες από τις παλιές τους ιδέες, γεγονός που θα τους κάνει να εκτιμήσουν την αξία τους, ώστε να τις αφομοιώσουν.

5.Η φάση της ανασκόπησης, όπου συγκρίνονται μέσα από τη συζήτηση οι αρχικές με τις νέες ιδέες και συντελείται η μετάγνωση (Driver & Oldham, 1986, στο Driver et al., 2000, σ. 18-21), οδηγούνται με άλλα λόγια στον αυτοέλεγχο και στη συνειδητοποίηση της γνωστικής τους πορείας.

Στη θεωρία Εποικοδόμησης της Γνώσης, ο δάσκαλος αλλάζει ρόλο. Σύμφωνα με αυτή, δε θεωρείται πλέον υπεύθυνος για τη μετάδοση της γνώσης, αλλά νοείται εδώ ως ο πυρήνας, ο ενορχηστρωτής, ο δημιουργός του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο αναπτύσσεται η διαδικασία της μάθησης. Ο ρόλος του είναι πολλαπλός και περιλαμβάνει τα ακόλουθα: Πρώτον, παρουσιάζει, είτε με το λόγο, είτε με επιδείξεις υλικά, επιλογές, δραστηριότητες, άλλοτε σε μεγάλες και άλλοτε σε μικρές ομάδες. Ένα δεύτερο στοιχείο του ρόλου του είναι η εξάσκηση στην παρατήρηση και ένα τρίτο ο σωστός χειρισμός των ερωτήσεων, οι οποίες μπορεί να είναι ανοικτού τύπου, συγκέντρωσης της προσοχής, μέτρησης, δράσης, προβληματισμού, τρόπου, αιτίας ή/και παραγωγικές. Τέταρτον, ο δάσκαλος πρέπει να μεριμνήσει για την οργάνωση της τάξης, των θρανίων, των υλικών και την εξασφάλιση ενός δημοκρατικού περιβάλλοντος. Ένα πέμπτο χαρακτηριστικό του ρόλου του δασκάλου είναι η γόνιμη διαπροσωπική επικοινωνία με γονείς, συναδέλφους και διευθυντές. Καλό επίσης, είναι να συλλέγει, να οργανώνει, να αξιοποιεί και να μοιράζεται πληροφορίες για την πορεία προόδου των μαθητών, η οποία δε θα εξασφαλίζεται μέσω των κλασικών τεστ, αλλά θα στηρίζεται στο φάκελο (portfolio). Ο δάσκαλος ακόμη θα πρέπει να θέτει ανοικτού τύπου ερωτήσεις, να καταγράφει τις ιδέες των μαθητών, να ανταποκρίνεται με θετικό τρόπο στις προκλήσεις της διδασκαλίας, ώστε μέσω της γενικότερης στάσης του να συντελεί στην επικράτηση του πνεύματος που προάγουν οι Φυσικές Επιστήμες. Τέλος, ο δάσκαλος στην εποικοδομητική θεωρία αναπτύσσεται προσωπικά και επαγγελματικά, ώστε να βρίσκεται σε διαρκή πνευματική εγρήγορση (Μίχας, 2003).

1.3. Οι αρχές της εποικοδομητικής υπόθεσης για τη μάθηση

Στη δεκαετία του 1980, αναπτύχθηκε μια τάση στη Διδακτική των Φ.Ε. που αφορούσε την καταγραφή, την ταξινόμηση και τη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών, σχετικά με τα φυσικά φαινόμενα και τις αντίστοιχες έννοιες που τα περιγράφουν (Driver et al., 1985). Η προσπάθεια αυτή απέβλεπε, ρητά ή υπονοούμενα, στην αξιοποίηση των ιδεών των μαθητών για την ανάπτυξη νέων αναλυτικών προγραμμάτων ή και σχολικών βιβλίων, με τελικό σκοπό τη βελτίωση της διδασκαλίας των Φ.Ε. και την αποτελεσματικότερη μάθηση από τους μαθητές.

Αποτέλεσμα της τάσης αυτής της έρευνας είναι η προσπάθεια για ανάπτυξη τέτοιων αναλυτικών προγραμμάτων, ώστε οι νέες γνώσεις, που επιλέγονται από αυτές που είναι οικείες και ενδιαφέρουσες για τους μαθητές, να εποικοδομούνται στην ήδη υπάρχουσα γνωστική δομή των μαθητών, προκαλώντας επαύξηση ή τροποποίηση της ίδιας της δομής.

Οι αρχές της εποικοδομητικής υπόθεσης για τη διδασκαλία και τη μάθηση σύμφωνα με τους Driver και Bell (1986) και Scott (1987), είναι οι εξής:

α) Τα μαθησιακά αποτελέσματα δεν εξαρτώνται από το μαθησιακό περιβάλλον, αλλά και από αυτά που ήδη γνωρίζει ο μαθητής

Σύμφωνα με τον εποικοδομητισμό, τα παιδιά από τις πρώτες αισθητηριακές τους εμπειρίες με το φυσικό και κοινωνικό τους περιβάλλον αναπτύσσουν εναλλακτικές ιδέες/αντιλήψεις και αυθόρμητες ερμηνείες/εξηγήσεις για πολλά πράγματα και φαινόμενα που υπάρχουν ή συμβαίνουν γύρω τους. Οι προϋπάρχουσες αυτές ιδέες και ερμηνείες «συνοδεύουν» τα παιδιά στις αίθουσες διδασκαλίας, και είναι συνήθως διαφορετικές από τις επιστημονικές απόψεις. Η σημασία των προϋπαρχουσών ιδεών είναι πολύ σπουδαία στις περαιτέρω μαθησιακές δραστηριότητες, διότι ο τρόπος με τον οποίον οι μαθητές παρατηρούν και ερμηνεύουν τα διάφορα γεγονότα και φαινόμενα, επικοινωνούν ή δέχονται τις νέες πληροφορίες, έχει σχέση με τις ιδέες αυτές. Για το λόγο αυτό πολλοί ερευνητές, όπως οι Easley και Driver (1978), η Viennot (1979), ο Arons (1992) κ.α. θεωρούν ότι οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών πρέπει να βρίσκονται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των «μάχιμων» εκπαιδευτικών, αλλά και των εκπονητών των Α.Π.

β) Η μάθηση προϋποθέτει οικοδόμηση των εννοιών

Όπως αναφέρει ο Baxter (1991), «τα κεφάλια των μαθητών δεν είναι άδεια βάζα που θα γεμίσουν με γνώσεις και σοφία στο σχολείο», διότι η γνώση είναι το αποτέλεσμα μιας εποικοδομητικής ενέργειας, και δεν μεταφέρεται σε παθητικούς δέκτες από τα βιβλία και τους εκπαιδευτικούς. Οι μαθητές οικοδομούν τη νέα γνώση μέσα από τις αλληλεπιδράσεις αυτών που ήδη γνωρίζουν από το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον τους, αυτών που διδάσκονται στο σχολείο και αυτών που διαβάζουν τα βιβλία. Συνήθως όμως, οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις/ιδέες των μαθητών δεν συμφωνούν με τις επιστημονικές απόψεις που διδάσκονται στο σχολείο.

γ) Η οικοδόμηση των νέων γνώσεων είναι μια συνεχής ενεργητική διαδικασία

Η μάθηση δεν προϋποθέτει μόνο οικοδόμηση των νέων γνώσεων, αλλά και αποδοχή αυτών. Οι δυσκολίες στη μάθηση προκύπτουν είτε από την οικοδόμηση είτε από την αποδοχή μίας νέας ιδέας. Η εποικοδόμηση της γνώσης είναι μία συνεχής διαδικασία, όπου οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά δημιουργώντας δεσμούς μεταξύ των προϋπαρχουσών ιδεών και των νέων εννοιών.

δ) Οι μαθητές είναι υπεύθυνοι για τη δική τους μάθηση

Πολλές φορές οι μαθητές οδηγούνται στο συμπέρασμα ότι η μάθηση είναι η αναζήτηση της σωστής απάντησης στην ερώτηση των εκπαιδευτικών ή στις εξετάσεις, λόγω του τρόπου που γράφονται τα βιβλία με τις έτοιμες απαντήσεις ή τις οδηγίες με τη μορφή συνταγών των εργαστηριακών ασκήσεων. Με αυτό τον τρόπο όμως, χάνουν κάθε αίσθηση ενδιαφέροντος για το αντικείμενο των Φ.Ε. Οι μαθητές είναι υπεύθυνοι για το τελικό προϊόν μιας ενεργητικής μάθησης, θέτοντας οι ίδιοι τις αξίες και ελέγχοντας τη μάθησή τους.

ε) Οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών είναι κοινές

Ύστερα από πολλές έρευνες προέκυψε πλήθος εναλλακτικών ιδεών που έχουν οι μαθητές για διάφορες έννοιες και φαινόμενα των Φ.Ε. Οι έρευνες αυτές αν και έγιναν σε χώρες με διαφορετικό πολιτιστικό επίπεδο και σε διάφορες ηλικίες μαθητικού πληθυσμού, έδειξαν ότι οι απόψεις των μαθητών έχουν πολλά κοινά σημεία. Αυτό δεν πρέπει να προκαλεί έκπληξη, διότι οι μαθητές έχουν πολλά κοινά ενδιαφέροντα και κοινές εμπειρίες από τη σχολική ζωή, από το φυσικό και το κοινωνικό περιβάλλον, αλλά και από τα έντυπα και την τηλεόραση.

στ) Η εποικοδόμηση της γνώσης είναι μια προσπάθεια εννοιολογικής αλλαγής

Οι μαθητές εκτός από την οικοδόμηση της γνώσης θα πρέπει να αναπτύξουν ικανότητες και δεξιότητες, οι οποίες θα τους επιτρέψουν να κατανοήσουν τις διαδικασίες που ακολούθησαν οι επιστήμονες, προκειμένου τα συμπεράσματά τους να έχουν αξιοπιστία και εγκυρότητα. Με το να εκτεθούν οι μαθητές στη μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών μέσα από ένα εννοιολογικό πλαίσιο, θα φτάσουν καθοδηγούμενοι στις επιστημονικές απόψεις και θα κατανοήσουν πιθανόν γιατί οι εναλλακτικές ιδέες τους δεν είχαν εγκυρότητα. Εάν κατά τη διδασκαλία των Φ.Ε. δε γίνει σαφές αυτό, τότε είναι σαν να δίνουμε στους μαθητές τα καρφιά χωρίς το σφυρί (Osborne, 1996).

Συνοπτικά θα μπορούσε κανείς να επισημάνει ότι:

- Οι αρχικές ιδέες επιδρούν στην οικοδόμηση της νέας γνώσης
- Τα άτομα οικοδομούν τη γνώση μέσω συνεργατικών διαδικασιών
- Η εποικοδόμηση γνώσεων είναι συνεχής ενεργητική διαδικασία
- Η μάθηση συνεπάγεται αλλαγή των αρχικών ιδεών και αποδοχή των νέων
- Οι μαθητές έχουν κοινές ιδέες, ανεξάρτητα από το κοινωνικό και πολιτιστικό περιβάλλον

1.4. Η τροποποίηση των εναλλακτικών ιδεών μέσω εννοιολογικής αλλαγής

Από τη δεκαετία του 1990 παρατηρείται μια προσπάθεια για την τροποποίηση των αρχικών ιδεών/ αντιλήψεων των μαθητών προς το επιστημονικό πρότυπο, η οποία αναφέρεται με τον όρο εννοιολογική αλλαγή.

Βασικό ρόλο στην εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και τη μάθηση κατέχει η αλλαγή των ιδεών των μαθητών, που δεν είναι συμβατές με το επιστημονικό πρότυπο των Φ.Ε., προς άλλες ιδέες πιο σύμφωνες με αυτό. Η εννοιολογική αυτή αλλαγή χρειάζεται κατάλληλο πεδίο εννοιών, που να προσφέρεται για γρήγορη και παρατηρήσιμη αλλαγή, αλλιώς καταλήγουμε σε λανθασμένα συμπεράσματα. Το κύριο ενδιαφέρον μας είναι ο προσδιορισμός των γνωστικών απαιτήσεων, για την επιτυχία της αλλαγής της «πρότερης» γνώσης των μαθητών, και αυτό εξαρτάται, ιδιαίτερα, από τη γνωστική ανάλυση του περιεχομένου των Φ.Ε. προς το οποίο επιδιώκουμε να προσαρμόσουμε τις ιδέες των μαθητών.

Η αλλαγή των ιδεών των μαθητών ή των νοητικών τους μοντέλων είναι επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία, που μπορεί να αποτελεί στόχο ολόκληρης γνωστικής περιοχής π.χ. των

Δυνάμεων.

Για να βοηθήσουμε, επίσης, την αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών προς τις επιστημονικές, θα πρέπει να τους δείξουμε ότι οι απόψεις τους δεν είναι λανθασμένες ή «ανοησίες», αλλά ένας άλλος τρόπος σκέψης, όπως αυτός, για παράδειγμα, που είχαν οι επιστήμονες τον 16^ο αιώνα. Παρ' όλα αυτά, αν και οι ιδέες των επιστημόνων αυτών ήταν αντίθετες με τις παραδεκτές σήμερα, μπόρεσαν να τις εφαρμόσουν συμβάλλοντας στην τεχνολογική εξέλιξη και την προώθηση της επιστήμης.

Για τον λόγο αυτό, πρέπει να ακούμε τους μαθητές να εκφράζουν τις δικές τους απόψεις στη διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας, γεγονός όχι ιδιαίτερα συνηθισμένο από τον παραδοσιακό δάσκαλο. Η προσεκτική ακρόαση μπορεί να θεωρηθεί ότι παίζει εδώ, τον ρόλο των αρχικών συνθηκών ή παραμέτρων πριν από κάθε γνωστική αλλαγή.

Μια ενδιαφέρουσα περιγραφή, κατάλληλη για την υλοποίηση της εποικοδομητικής υπόθεσης, από την περιορισμένη σκοπιά της θεωρίας μάθησης, είναι αυτή των Rumelhart και Norman (1978).

Σύμφωνα με αυτή, για να πετύχουμε «συμφωνία» των νοητικών δομών των μαθητών με τα επιστημονικά πρότυπα, θα πρέπει να τα τροποποιήσουμε και αυτό μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους:

- Την **επαύξηση** της υπάρχουσας γνώσης, με την παροχή, π.χ. νέων πληροφοριών, εννοιών και νόμων, που να εντάσσονται στις αντίστοιχες δομές κάθε μαθητή και να συνδέονται με τις υφιστάμενες ιδέες που έχει ήδη ο μαθητής.
- Την **εναρμόνιση** υπαρχόντων νοητικών δομών που έχουν ήδη σχηματίσει οι μαθητές με μικρές τροποποιήσεις, ώστε να γίνουν πιο συμβατές με το επιστημονικό πρότυπο, π.χ. με το σχεδιασμό κατάλληλων δραστηριοτήτων, εργασιών πεδίου κλπ.
- Την **αναδιοργάνωση** των γνωστικών δομών των μαθητών, αρχικά με την οργάνωση των αποθηκευμένων ήδη πληροφοριών, και την αντικατάστασή τους, με νέες γνωστικές δομές που θα είναι πιο συμβατές προς το επιστημονικό πρότυπο.

Εκτός της παραπάνω τυπολογίας για την περιγραφή της τροποποίησης της γνωστικής δομής των μαθητών, προτείνονται και άλλες που διαφέρουν περισσότερο ή λιγότερο από την παραπάνω. Οι Posner και Strike (1982) προτείνουν τέσσερις συνθήκες που οδηγούν σε **εννοιολογική αλλαγή** και άρα συμβάλλουν στην αλλαγή των γνωστικών δομών των μαθητών,

στην περιοχή των Φ.Ε.

- Η πρώτη είναι η ανάγκη δημιουργίας δυσαρέσκειας με τις υπάρχουσες έννοιες, αφού δε θα μπορούν να περιγράψουν και να ερμηνεύσουν συγκεκριμένα φυσικά φαινόμενα.
- Η δεύτερη αφορά τη δυνατότητα των μαθητών να μάθουν τις νέες έννοιες, όταν διαπιστώσουν τη δυνατότητα που τους παρέχουν για περιγραφή της εμπειρίας τους.
- Η τρίτη συνθήκη σχετίζεται με το αν οι νέες έννοιες είναι ευλογοφανείς και αυτό αποδεικνύεται με την ικανότητά τους να λύσουν τα προβλήματα που παρουσιάζουν οι έννοιες τις οποίες αντικαθιστούν.
- Τελευταία συνθήκη είναι η επεκτασιμότητα των νέων εννοιών, που δείχνει έτσι τη δυνατότητα για άνοιγμα νέων προοπτικών στην έρευνα, καθώς και την τεχνολογική ή και επεξηγηματική ισχύ τους.

1.4.1. Στρατηγικές για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής

Οι Anderson και Smith (1987) περιγράφουν τρεις στρατηγικές για τη μελέτη και την οργάνωση της διδασκαλίας, προκειμένου να επιτευχθεί η εννοιολογική αλλαγή:

A. Κατάλληλες τεχνικές ερωτήσεων

- Διατύπωση ερωτήσεων με τις οποίες οι μαθητές, στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν ένα φαινόμενο, έρχονται αντιμέτωποι με τις παρανοήσεις τους και αυτό δημιουργεί δυσαρέσκεια στους ίδους.
- Διατύπωση ερωτήσεων με τις οποίες οι μαθητές, προκειμένου να εξηγήσουν ένα φαινόμενο, αποσαφηνίζουν τις ανακρίβειες των αντιλήψεών τους.
- Διατύπωση ερωτήσεων με τις οποίες οι μαθητές καλούνται να δώσουν εξηγήσεις, εφαρμόζοντας τις επιστημονικές έννοιες σε νέες καταστάσεις.
- Διατύπωση ερωτήσεων με τις οποίες οι μαθητές καλούνται να εξηγήσουν την εφαρμογή της νέας έννοιας και όχι την επανάληψή της.

B. Παρουσίαση πληροφοριών

- Άμεση αντιπαραβολή επιστημονικών εννοιών με τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών.
- Εφαρμογή των νέων εννοιών στα συγκεκριμένα φαινόμενα.

- Επανάληψη αναπαραστάσεων και εμπειριών των μαθητών για ανατροφοδότηση και εφαρμογή των νέων εννοιών.

Γ. Σχεδιασμός και χρήση κατάλληλων διδακτικών και εργαστηριακών στρατηγικών

- Οι μαθητές προκαλούνται με συμβάντα που είναι αντίθετα στις αρχικές τους αντιλήψεις.
- Προκαλούνται με καθημερινά φαινόμενα και συμβάντα, τα οποία είναι κοντά στις εμπειρίες τους.
- Ενθαρρύνονται να συμμετέχουν ενεργά σε συζητήσεις που αφορούν εξηγήσεις των καθημερινών φαινομένων.

Η **γνωστική σύγκρουση** φαίνεται να αποτελεί μια καλή στρατηγική για να αιχμαλωτίσει την προσοχή των μαθητών και να τους παρακινήσει στη μάθηση. Πρέπει, βέβαια, να σημειωθεί ότι η διαδικασία της γνωστικής σύγκρουσης είναι αποτελεσματική σε περιπτώσεις κατά τις οποίες εμπλέκεται άμεσα ή έμμεσα η παρατήρηση κάποιου φαινομένου, όπως η ελεύθερη πτώση, που μπορεί να βοηθήσει στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής (αφού πολλοί μαθητές αλλά και ενήλικες είναι προσκολλημένοι στην Αριστοτελική ιδέα ότι τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα στο έδαφος). Επίσης, είναι γνωστό ότι πολλές φορές οι μαθητές έχουν ιδέες σχετικά με τα διάφορα φαινόμενα που αν και συγκρουόμενες μπορεί να συνυπάρχουν αρμονικά στο νου τους, εκτός κι αν δεχθούν μια πρόκληση. Αυτή μπορεί να προέρχεται από ένα πείραμα (πραγματικό ή νοητικό), μια έκφραση που περιέχει αντιφάσεις κτλ.

1.5. Ο ρόλος του πειράματος στο εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας

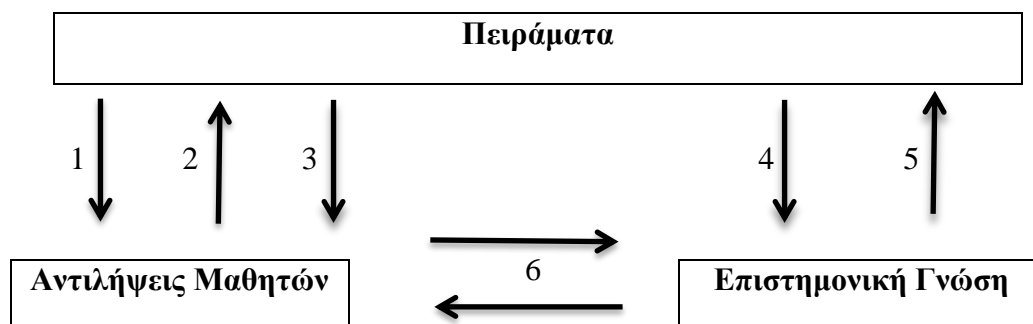
Στην εποικοδομητική υπόθεση για τη διδασκαλία και τη μάθηση απενοχοποιείται το λάθος και το κέντρο βάρους μιας πειραματικής άσκησης μετατοπίζεται αφενός στον εντοπισμό των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών και αφετέρου στη γνωστική σύγκρουση, με σκοπό την τροποποίηση των εναλλακτικών ιδεών.

Η προσπάθεια να αντικατασταθούν οι παλαιές νοητικές δομές των μαθητών από τις καινούργιες περνά από το δρόμο της διαφοροποίησης εννοιών. Γι' αυτό, σχεδιάζονται οι κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις, οι οποίες, συνήθως, περιέχουν σειρές πειραμάτων που συμβάλλουν προς αυτή την κατεύθυνση. Πρόκειται για ένα καινούργιο status που αποκτά το

πείραμα σε σχέση με τις παραδοσιακές μορφές πειραματικής διδασκαλίας (Κολλιόπουλος, 2003).

Όπως αναφέρεται στον Κώτση (2005, σελ. 135-136), «στη διδασκαλία της Φυσικής το επίπεδο των φαινομένων και το επίπεδο των εννοιών αλληλοπλέκονται (σχήμα 1)». Το πείραμα χρησιμοποιείται (Κουμαράς κ.α., 1992), για να δώσει την απαραίτητη εμπειρία όπου ο δάσκαλος ξεκινώντας από τα δεδομένα της άμεσης εμπειρίας βοηθά τους μαθητές μέσα από κατάλληλες ερωτήσεις (Berry & Graham, 1991) και συζήτηση:

- Στη διατύπωση τυχόν υπάρχουσας δικής τους ερμηνείας (βέλος 1 στο σχήμα 1),
- Στον έλεγχο αν ισχύει ή όχι η δική τους άποψη (βέλη 2,3 στο σχήμα 1),
- Στη σύνθεση εμπειρικών δεδομένων, στο να καταλάβουν την ανάγκη εισαγωγής εννοιών και τις σχέσεις μεταξύ εννοιών (βέλος 4 στο σχήμα 1),
- Στην εφαρμογή του επιστημονικού προτύπου, για να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα πειράματος που δεν ερμηνεύονταν με την άποψή τους, όσο και να ξανα-ερμηνεύσουν πειράματα που ερμήνευαν με την άποψή τους (βέλος 5 στο σχήμα 1),
- Στη σύγκριση της αρχικής δικής τους ερμηνείας με την επιστημονική και στην αναγνώριση των λόγων για τους οποίους η αρχική δική τους ερμηνεία ήταν περιορισμένης ισχύος (βέλη 6 στο σχήμα 1).



Σχήμα 1. Οι αντιλήψεις των μαθητών και η επιστημονική γνώση αποτελούν το επίπεδο εννοιών και τα πειράματα το επίπεδο φαινομένων (Κώτσης, 2005).

«Το πείραμα είναι συνδεδεμένο με όλες τις φάσεις του εποικοδομητικού μοντέλου της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι διδάσκεται Φυσική στο Δημοτικό Σχολείο, αν ταυτόχρονα δεν γίνεται πείραμα στην τάξη» (Κώτσης, 2005, σελ.136).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 :

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ – ΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΑΝΩ ΣΕ ΘΕΜΑΤΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

2.1. Νοητικές αναπαραστάσεις και ιδέες

Η ιδέα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών για τις Φυσικές Επιστήμες είναι πολύ παλιά. Από τις αρχές του '30, ο Piaget χρησιμοποιεί τη μέθοδο της συνέντευξης για να διερευνήσει τις αντιλήψεις του παιδιού για τον «κόσμο» (1960), για τη «φυσική αιτιότητα» (1969), για την «κίνηση και την ταχύτητα» (1970), ενώ στη διεθνή βιβλιογραφία το 1967 αναφέρεται ο όρος εσφαλμένες αντιλήψεις για μαθητές, σε έννοια της φυσικής (Burge, 1967). Μόνο όμως πριν από περίπου τριανταπέντε χρόνια οι ερευνητές (Driver & Easley, 1978) ξεκίνησαν να ερευνούν συστηματικά τις ιδέες των παιδιών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών, όταν συνέδεσαν τη μάθηση του γνωστικού αντικείμενου των Φυσικών Επιστημών με τη νοητική ανάπτυξή τους.

Οι αντιλήψεις αυτές φέρουν διάφορα ονόματα, ανάλογα με το χρόνο και τον τρόπο που δημιουργήθηκαν στα παιδιά. Έτσι, διακρίνουμε τις αντιλήψεις-ερμηνείες των διαφόρων φαινομένων που έχουν σχηματίσει τα παιδιά από μόνα τους σε μικρή συνήθως ηλικία, χωρίς την παρέμβαση του εκπαιδευτικού και τις ονομάζουμε *πρώιμες αντιλήψεις* (preconceptions), όρος που προτάθηκε από τον Ausubel το 1968 και τον επανέλαβε ο Novak το 1977. Οι *πρώιμες αντιλήψεις* αργότερα, σε μεγαλύτερη ηλικία και παρά την παρέμβαση ίσως του εκπαιδευτικού, είναι δυνατόν να μην εξελιχθούν σε επιστημονική γνώση, οπότε χρησιμοποιήθηκε ο όρος *παρανοήσεις* (misconceptions) (Helm, 1980. Hills, 1989) και επαναχρησιμοποιήθηκε ο όρος στην επόμενη δεκαετία από άλλους ερευνητές (Rowell et al., 1990. Hammer, 1996). Ο όρος αυτός στη βιβλιογραφία, δέχθηκε ομολογουμένως κριτική λόγω της αρνητικής του σημασίας, μιας και δίνει την εντύπωση ότι οι ιδέες των μαθητών είναι λανθασμένες και πρέπει να εξαλειφθούν (Duit, 1993). Όμως, ποιος ορίζει τι είναι «σωστό»; Γιατί οι ιδέες των μαθητών να χαρακτηρίζονται ως «παρανοήσεις» και να μην λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό μιας αποτελεσματικής, μαθητοκεντρικής διδασκαλίας; Στα πλαίσια αυτού του προβληματισμού, οι ερευνητές κατέληξαν ότι η γνώση είναι προσωρινή, η οποία συνεχώς διερευνάται και συχνά

διαφεύδεται. Αμφισβητείται το μονοσήμαντο της επιστημονικής γνώσης και απορρίπτεται η μονιμότητα της. Αυτή συνεχώς μεταβάλλεται ενώ η πορεία της εξέλιξης των ιδεών δεν είναι γραμμική και η απόκτησή της δεν έχει συσσωρευτικό χαρακτήρα. Η αντικειμενική πραγματικότητα δεν συλλαμβάνεται μέσα από τις επιστημονικές έννοιες μεμιάς και για πάντα. Εξάλλου έχουν χρησιμοποιηθεί στη βιβλιογραφία όροι, όπως: *σχήματα* (schema), όρος που χρησιμοποιείται στον Piaget, *πλαίσιο* (frame), όρος που προέρχεται από τη γνωστική ψυχολογία, *εναλλακτικό πλαίσιο* (alternative framework) (Driver & Easley, 1978) και *εννοιολογικό πλαίσιο* (conceptual framework) (Driver & Erickson, 1983. Engel-Clough & Driver, 1986). Πολλές φορές χρησιμοποιείται συνδιασμός των παραπάνω όρων, όπως ο όρος *εναλλακτικές αντιλήψεις* (alternative conceptions) (Osborne & Gilbert, 1980b), ενώ λιγότερο χρησιμοποιούμενοι είναι όροι όπως: *επιστήμη των παιδιών* (children's science) (Gilbert et al., 1982), *μικροθεωρίες* (minitheories) (Claxton, 1993) ή *νοητικά μοντέλα* (mental models) (Vosniadou, 1991, 1994). Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιούνται οι όροι «ιδέες, αντιλήψεις ή προσεγγίσεις», «εναλλακτικές αντιλήψεις» ή «εναλλακτικές ιδέες». Προτιμάται ο όρος «ιδέα» έναντι της «έννοιας» για να διαχωρίζονται οι ιδέες των μαθητών από τις καθορισμένες επιστημονικά έννοιες.

2.2. Τι είναι οι εναλλακτικές ιδέες

Έπειτα από τα παραπάνω και στα πλαίσια προσπάθειας οριοθέτησης της έννοιας των εναλλακτικών ιδεών μπορεί να ειπωθεί ότι οι εναλλακτικές προσεγγίσεις των μαθητών ως προς τις «ορθές» προσεγγίσεις των επιστημόνων ορίζονται ως οι ιδέες και οι αντιλήψεις που έχουν τα παιδιά για το φυσικό κόσμο ή πάνω σε συγκεκριμένα θέματα ή φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Είναι οι ερμηνείες που δίνουν για ό,τι υποπίπτει στην αντίληψή τους και οι απόψεις τους αυτές ομαδοποιούνται και αποτελούν ερμηνευτικά πρότυπα για τα φαινόμενα. Είναι οργανωτικοί πυρήνες για πολλά φαινόμενα που οργανώνουν τις εμπειρίες της αλληλεπίδρασης με τον περιβάλλοντα κόσμο και εκφράζονται κατά την αλληλεπίδραση μ' αυτόν. Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών έχουν γενικότητα και διαχρονική ισχύ, δηλαδή τις υποστηρίζουν τα παιδιά συχνά και κατά τη διάρκεια της μετέπειτα ενήλικης ζωής τους, αν και μερικές από αυτές διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη του μαθητή ή την επίδραση της διδασκαλίας. Στο σημείο αυτό είναι αναγκαίο να τονιστεί ότι οι ιδέες των παιδιών δεν είναι κάποιες εναλλακτικές

αντιλήψεις που δημιουργούνται λόγω κακής πληροφόρησης, αλλά δημιουργούνται από τους μηχανισμούς που αυτά διαθέτουν και με τους οποίους αντιλαμβάνονται ό,τι συμβαίνει γύρω τους. Αλλά και ο τρόπος που οι μαθητές παρατηρούν και καταλήγουν σε συμπεράσματα επηρεάζεται από τα διαφορετικά ερμηνευτικά σχήματα που έχουν δημιουργήσει. Οι παρατηρήσεις π.χ. γίνονται αποδεκτές ή απορρίπτονται αν είναι σε αρμονία ή όχι με τις προσδοκίες τους. Ακόμα και οι ερωτήσεις που κάνουν και κατ' επέκταση ο τρόπος που ερμηνεύουν τα αποτελέσματα στα οποία καταλήγουν, φαίνεται να επηρεάζονται από τα νοητικά σχήματα που διαθέτουν (Κόκκοτας, 2002).

Οι ιδέες των μαθητών φαίνονται στους ίδιους τους μαθητές ευλογοφανείς, παρόλο που οι ενήλικες συχνά δεν συμφωνούν. Ακόμα και η εξήγηση που δίνουν για τα διάφορα φαινόμενα είναι συχνά πολύ διαφορετική από την επιστημονική, όπου η επιστημονική εξήγηση ορίζεται ως οι θέσεις, οι απόψεις και οι ερμηνείες που δίνουν οι επιστήμονες για τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Επίσης, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών παρουσιάζουν διαφορές και μεταξύ συμμαθητών τους. Έτσι, οι εναλλακτικές προσεγγίσεις των παιδιών, σύμφωνα με πολλούς ερευνητές συγκροτούν την επιστήμη των παιδιών. Είναι αυτοδύναμα σχήματα που όμως διαφέρουν από το επιστημονικό πρότυπο στο ότι ερμηνεύουν διαφορετικά τα φαινόμενα. Συγκεκριμένα, έρευνες τα τελευταία χρόνια έδειξαν, ότι τα άτομα που δεν διαθέτουν επιστημονικές γνώσεις, έχουν σχηματίσει μία αντίληψη για το φυσικό κόσμο από τα πρώτα χρόνια της ζωής τους και η οποία βασίζεται σε μια ερμηνεία της καθημερινής τους εμπειρίας (Κόκκοτας, 2002).

Με άλλα λόγια, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι εναλλακτικές προσεγγίσεις των μαθητών είναι οι ερμηνείες που δίνουν οι ίδιοι για το γύρω τους κόσμο, οι οποίες συγκροτούν βιωματικές νοητικές κατασκευές. Αυτές δημιουργούνται πριν τη φοίτηση τους στο σχολείο, ασκούν μεγάλη επιρροή στη μεταγενέστερη μάθηση, διαφέρουν από την επιστημονική αλήθεια, αλλά είναι λογικές και χρήσιμες για το σχεδιασμό μιας μαθητοκεντρικής διδασκαλίας που θα καταλήξει στη μάθηση και στην αντικατάστασή τους από τις επιστημονικά ορθότερες (Κόκκοτας, 2002). Ακόμη, συνεχίζουν να υπάρχουν και μετά τη διδασκαλία και τις περισσότερες φορές παρατηρείται μια συμφιλίωση των παλαιότερων αντιλήψεών τους με τις καινούριες, επεκτείνοντας τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των προηγούμενων ερμηνευτικών πλαισίων που αυτοί χρησιμοποιούσαν (Τσαγλιώτης, 1998).

Τέλος, όσον αφορά τη συνοχή των ιδεών των μαθητών, αξίζει να επισημάνουμε ότι οι μαθητές δίνουν ορισμένες φορές αντιφατικές εξηγήσεις και ερμηνείες για τα φαινόμενα, χωρίς να τα γνωρίζουν πραγματικά. Επίσης, μπορεί ένα παιδί να έχει διαφορετικές αντιλήψεις για ένα φαινόμενο κι αυτό γιατί οδηγείται σε αντίθετες προβλέψεις για ισοδύναμες καταστάσεις.

Με σκοπό να γίνει πιο κατανοητός ο όρος εναλλακτικές ιδέες, παρατίθενται κάποια παραδείγματα εναλλακτικών ιδεών, τα οποία συναντώνται συχνά στη σχολική τάξη:

- Τα βαρύτερα σώματα πέφτουν πιο γρήγορα στο έδαφος.
- Η βαρύτητα αυξάνει με το ύψος.
- Η βαρύτητα προϋποθέτει την ύπαρξη αέρα.
- Η κίνηση προϋποθέτει πάντα την ύπαρξη της δύναμης, που έχει τη φορά της κίνησης.
- Η δράση και η αντίδραση ασκούνται στο ίδιο σώμα.
- Όταν δύο σώματα βρίσκονται σε επαφή, το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα ασκεί στο άλλο μεγαλύτερη δύναμη.
- Όλα τα βαριά σώματα βυθίζονται στο νερό.
- Η θερμοκρασία και η θερμότητα είναι έννοιες ταυτόσημες.
- Τα σώματα διαστέλλονται, γιατί μεγαλώνει ο όγκος των ατόμων.
- Το ηλεκτρικό ρεύμα καταναλώνεται.
- Σε ένα εν σειρά κύκλωμα, η αντίσταση που βρίσκεται πιο κοντά στην πηγή καταναλώνει περισσότερο ρεύμα.
- Ο αέρας συνδέεται με την ύπαρξη του ανέμου.
- Ο αέρας δεν έχει βάρος

(Χατζηγεωργίου, 2006)

2.3. Τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών

Τα κύρια χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών, όπως προέκυψαν από τα ευρήματα διαφόρων ερευνών, συνοψίζονται παρακάτω:

- Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών είναι αποτέλεσμα της προσπάθειάς τους να ερμηνεύσουν τον κόσμο γύρω τους.
- Είναι προσωπικές, αλλά μπορούν να ομαδοποιηθούν, έχουν γενικότητα και είναι ομογενείς μεταξύ διαφορετικών ομάδων μαθητών. Όπερ σημαίνει ότι μαθητές

διαφορετικών ηλικιών, προέλευσης, καταγωγής, πολιτιστικού και κοινωνικού περιβάλλοντος έχουν παρόμοιες ιδέες με τις οποίες ερμηνεύουν τα φυσικά φαινόμενα (Driver et al., 2000. Dekkers & Thijs, 1998).

- Είναι καλά εδραιωμένες στο μυαλό των μαθητών και ανθίστανται στην αλλαγή, δηλαδή οι μαθητές με τη διδασκαλία δύσκολα αλλάζουν την άποψη που έχουν ήδη σχηματίσει για τις διάφορες έννοιες (π.χ. McDermott, 1999).
- Η καθημερινή γλώσσα, ο πολιτισμός, η θρησκεία μπορούν να αποτελέσουν αιτίες δημιουργίας τους.
- Στην πλειοψηφία τους είναι ασύμβατες με τις επιστημονικές απόψεις (Κουλαϊδής, 1994).
- Είναι ασύμβατες μεταξύ τους και μεταβάλλονται ανάλογα με το περιεχόμενο του προβλήματος (Viennot, 1979. Hammer, 1996. Steinberg et al., 1997. Rowlands et al., 1999).
- Μπορεί να υπάρξει παραλληλισμός των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών με τις ιδέες που εξέφραζαν οι επιστήμονες στο παρελθόν, όταν ερμήνευαν φυσικά φαινόμενα. Οι Chi et al. (1994) σημείωσαν ότι οι επιστήμονες του Μεσαίωνα είχαν τις ίδιες ιδέες με τους σημερινούς μαθητές. Οι Halloun & Hestenes (1985b) χαρακτηριστικά γράφουν: *«Αν η αξιολόγηση της κοινής λογικής ήταν τόσο δύσκολη για τους διανοητικούς γίγαντες από τον Αριστοτέλη μέχρι το Γαλιλαίο, δε θα έπρεπε να μας προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι αποτελεί πρόβλημα για τους κοινούς μαθητές σήμερα»*.
- Μπορεί να δημιουργηθούν έπειτα από μια τυπική διδασκαλία (Küçüközer & Kocakulah, 2007).
- Μπορεί να συνυπάρχουν χωρίς αντίφαση στο νου των μαθητών με άλλες επιστημονικές ιδέες (Χατζηγεωργίου, 2006).

2.3.1. Τα κοινά χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών

Κατά τους Driver, Guesne, Tiberghien (1993) και Κόκκοτα (2002) οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών φαίνεται να έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά:

α) Σκέψη κυριαρχούμενη από την αισθητηριακή αντίληψη - Τα μη ορατά δεν υπάρχουν

Όταν οι μαθητές έχουν να λύσουν ένα πρόβλημα βασίζουν τους συλλογισμούς τους στα χαρακτηριστικά που είναι άμεσα παρατηρήσιμα. Έτσι συνδέουν τους συλλογισμούς τους σε παρατηρήσιμα χαρακτηριστικά και γενικά ενεργοποιούν τις αισθήσεις τους για να ερμηνεύσουν ένα φαινόμενο. Γι' αυτό, για παράδειγμα, η ζάχαρη θεωρείται ότι κατά τη διάλυση εξαφανίζεται, παρά ότι συνεχίζει να υπάρχει με τη μορφή σωματιδίων πολύ μικρών ώστε να τα δει κανείς. Άλλα παραδείγματα είναι οι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα, η καμπυλότητα της επιφάνειας της Γης, κ.λπ.

β) Περιορισμένη εστίαση σε ένα εμφανές χαρακτηριστικό

Οι μαθητές επικεντρώνουν την προσοχή τους σε περιορισμένες όψεις μιας δεδομένης κατάστασης. Φαίνεται να λαμβάνουν υπόψη τους μόνο συγκεκριμένες πλευρές κάποιων ιδιαίτερων φυσικών καταστάσεων με επίκεντρο κάποια διαρκή χαρακτηριστικά τους. Εστιάζουν συνήθως την προσοχή τους σε ορισμένα μόνο χαρακτηριστικά που αυτά είναι τα πλέον κυρίαρχα, τα πλέον εμφανή. Έτσι, εξηγούν τα φαινόμενα με όρους απόλυτων ιδιοτήτων ή ποιοτήτων, που αποδίδονται σε αντικείμενα παρά σε όρους αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα στοιχεία κάποιου συστήματος ή συστημάτων μεταξύ τους. Όταν π.χ. προσπαθούν να εξηγήσουν γιατί η πορτοκαλάδα ανεβαίνει όταν ρουφάμε με το καλαμάκι, πιστεύουν ότι αυτό οφείλεται στο ότι ρουφάμε δυνατά (εξέταση στο τι συμβαίνει στο εσωτερικό, αποδίδουν την κίνηση του υγρού στην ισχύ της «αναρρόφησης») και όχι στη διαφορά της πίεσης μέσα και έξω από το καλαμάκι.

γ) Η εστίαση της προσοχής σε αλλαγές και όχι σε σταθερές καταστάσεις

Μια υποκατηγορία του παραπάνω κοινού χαρακτηριστικού είναι η εστίαση της προσοχής σε αλλαγές και όχι σε σταθερές καταστάσεις. Σε πολλές έρευνες παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές εστιάζουν την προσοχή τους σε ακολουθίες γεγονότων ή σε μεταβολές καταστάσεων με το χρόνο παρά σε καταστάσεις ισορροπίας. Έτσι, για παράδειγμα, οι μαθητές αναγνωρίζουν την επίδραση δυνάμεων όταν τα σώματα κινούνται, αλλά όχι όταν ηρεμούν. Η άποψη αυτή βρίσκεται κοντά στην αντίστοιχη Αριστοτελική, που θεωρούσε τη θέση ισορροπίας ως φυσική θέση των σωμάτων, άρα δεν είχε ανάγκη δυνάμεων για την εξήγησή της. Η Viennot (1985) διαπίστωσε ότι οι μαθητές έχουν αριστοτελικές απόψεις για την κίνηση και τη δύναμη. Για τα παιδιά:

- Η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση αποδίδεται στην ύπαρξη μιας δύναμης που ασκείται στο κινητό.
- Όταν ένα σώμα ρίχνεται προς τα πάνω, κινείται με την επίδραση της δύναμης που του δώσαμε, η οποία μειώνεται καθώς το σώμα ανεβαίνει. Το σώμα θα αρχίσει να κατεβαίνει όταν «τελειώσει» η δύναμη.

Αυτή η τάση, να εξετάζουν μεταβαλλόμενες μάλλον καταστάσεις, παρά καταστάσεις ισορροπίας, είναι ίσως κατανοητή αναφορικά με αυτό που νομίζουν τα παιδιά ότι είναι αναγκαίο να εξηγήσουν. Αντανακλά μια σημαντική πλευρά του αιτιακού συλλογισμού των παιδιών, ότι δηλαδή η αλλαγή χρειάζεται μια εξήγηση, απαιτεί απ'αυτά να αναζητήσουν ένα μηχανισμό, οπωσδήποτε απλό, που να συνδέει τις διαφορετικές καταστάσεις ενός συστήματος στο χρόνο. Οι καταστάσεις ισορροπίας, εξάλλου επειδή δεν υπάρχει αλλαγή με το χρόνο, δεν απαιτούν εξήγηση είναι «όπως έχουν τα πράγματα». (Driver et al., 1993).

δ) Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός και όχι αλληλεπίδραση

Συνδέουν οι μαθητές πάντοτε ένα αποτέλεσμα με ένα αίτιο. Υιοθετούν μια αιτία που παράγει μια αλυσίδα αποτελεσμάτων ως μια ακολουθία εξαρτώμενη από το χρόνο. Δέχονται π.χ. πως όταν μια δύναμη (αίτιο) δρα σε σώμα/ αντικείμενο παράγει ένα αποτέλεσμα. Ωστόσο δε μπορούν να αντιληφθούν την αλληλεπίδραση των σωμάτων. Το αξίωμα λοιπόν της δράσης και αντίδρασης γίνεται κατανοητό μόνο λεκτικά, αφού δεν εμπίπτει στο παραπάνω γραμμικό σχήμα. Για παράδειγμα πιστεύουν ότι το κινούμενο σώμα δεν ασκεί δύναμη στο σώμα που προκαλεί την κίνηση. Επίσης, οι αντιστρεπτές μεταβολές κατανοούνται δυσκολότερα λόγω ακριβώς της ίδιας αιτίας. Έτσι, αν και συχνά εκτιμούν τι θα συμβεί όταν αυξήσουμε την πίεση σε μια έγκλειστη ποσότητα αερίου, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο να προβλέψουν τι θα συμβεί όταν μειώσουμε την πίεση.

ε) Μη διαχωρισμός των εννοιών

Τα παιδιά δεν είναι σε θέση να διαχωρίζουν βασικές έννοιες. Για να περιγράψουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα χρησιμοποιούν την έννοια «ηλεκτρισμός» ως έννοια «ομπρέλα» κάτω από την οποία κρύβονται οι έννοιες ηλεκτρικό ρεύμα, ηλεκτρικό φορτίο, ισχύς, ηλεκτρική ενέργεια. Κατά ανάλογο τρόπο κάτω από την έννοια «βάρος» υπονοούν και τις έννοιες μάζα, πυκνότητα.

Οι ιδέες των παιδιών παρουσιάζονται περισσότερο περιεκτικές και σφαιρικές από εκείνες των επιστημόνων, γεγονός που σημαίνει ότι τα παιδιά μεταπηδούν από τη μια έννοια στην άλλη, χωρίς να το συνειδητοποιούν.

στ) Εξάρτηση από το πλαίσιο

Ενώ προηγουμένως φάνηκε ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν ένα σύνολο από δευτερεύουσες σημασίες που μπορεί να είναι διαφορετικές και σημαντικά πιο εκτεταμένες από εκείνες που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες, αντίστροφα τα παιδιά συχνά χρησιμοποιούν διαφορετικές ιδέες για να ερμηνεύσουν καταστάσεις που ένας επιστήμονας θα εξηγούσε με τον ίδιο τρόπο. Έτσι, οι μαθητές επιλέγουν ένα δοχείο αλουμινίου για να διατηρήσουν ζεστή μια σούπα, επειδή «το αλουμίνιο διατηρεί καλά τη θερμότητα». Όταν όμως θέλαμε να διαλέξουμε ένα δοχείο στο οποίο το ζεστό νερό θα παράμενε ζεστό για λίγο χρόνο, οι μαθητές διαλέγουν ένα μεταλλικό δοχείο, γιατί «είναι αγωγός».

ζ) Τελεολογικός συλλογισμός

Έρευνες έδειξαν ότι τα παιδιά έως την ηλικία των δέκα ετών έχουν εγωκεντρική αντίληψη για τον κόσμο. Ερμηνεύουν τα φαινόμενα θέτοντας ως κέντρο το σημείο που βρίσκονται οι ίδιοι. Από την ηλικία αυτή και μετά προκειμένου να εξηγήσουν τα φαινόμενα εγκαταλείπουν τον εγωκεντρισμό και υιοθετούν μια ευρύτερη ανθρωποκεντρική άποψη, όπου οι ερμηνείες αναζητούνται στην ανθρώπινη εμπειρία, π.χ. αν ρωτήσουμε ένα παιδί κάτω των 10 ετών, ποια είναι η διαφορά μεταξύ παγωμένου νερού και νερού θερμοκρασίας περιβάλλοντος, η απάντηση πιθανόν να είναι ότι το παγωμένο νερό δεν πίνεται εύκολα, η απάντηση δηλαδή είναι ανθρωποχρηστική.

η) Στα αντικείμενα αποδίδονται χαρακτηριστικά ανθρώπων ή ζώων

Πρόκειται για τους γνωστούς όρους ανθρωπομορφισμός και ανιμισμός, οι οποίοι περιγράφηκαν πρώτα από τον Piaget (1929). Σύμφωνα με τον πρώτο όρο, αποδίδονται στα αντικείμενα χαρακτηριστικά του ανθρώπου, όπως θέληση, αισθήματα ή σκοπό. Ο δεύτερος όρος αφορά τη θεώρηση άψυχων πραγμάτων ως ζωντανά όντα. Έτσι, συχνά στις φυσικές επιστήμες τα πράγματα φαίνεται να βοηθούν, να συμπαθούν, να αντιπαθούν, να επιθυμούν, να κατέχουν, να προσπαθούν, να σκέφτονται. Ένας λόγος που συντελεί σ' αυτό είναι το γεγονός ότι η

μεταφορά χρησιμοποιείται τόσο στην καθημερινή γλώσσα, όσο και στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Οι εκπαιδευτικοί συχνά χρησιμοποιούν τη γλώσσα του ανθρωπομορφισμού καθώς τους βοηθά να κάνουν πιο κατανοητές τις νέες έννοιες στους μαθητές. Αυτό όμως δημιουργεί συχνά συγχύσεις και οι μαθητές εκφράζουν εναλλακτικές ιδέες. Έτσι, για παράδειγμα ο δάσκαλος στα Φυσικά λέει ότι ένα αρνητικό φορτίο αναζητεί ένα θετικό για να ενωθεί μαζί του. Αυτή η αναζήτηση που σκοπό έχει την ένωση, δηλώνει ότι και τα άψυχα έχουν θέληση και κάνουν πράγματα προσχεδιασμένα.

Τέτοιες ανθρωπομορφικές και ανιμιστικές τάσεις, σύμφωνα με τον Piaget, πρωτοεμφανίζονται στην ηλικία 5-8 ετών. Όμως εντοπίζονται και στους ενηλίκους και όπως φαίνεται είναι παρούσες ανεξάρτητα από την ηλικία των παιδιών και τις πολιτισμικές διαφορές τους. Και αν και οι επιστήμονες κατακρίνουν αυτές τις τάσεις καθώς αποτελούν πηγή εναλλακτικών ιδεών, ωστόσο, όπως θίχτηκε και παραπάνω, μπορεί να καταστούν χρήσιμα παιδαγωγικά εργαλεία. Μπορεί να βοηθήσουν στο να «εξανθρωπιστεί» η επιστήμη, να βρεθούν οι σχέσεις που συνδέουν τα φαινόμενα και οι φυσικές επιστήμες να γίνουν πιο προσιτές, καθημερινές και ενδιαφέρουσες και αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα κορίτσια, τα οποία διατηρούν μια πιο επιφυλακτική στάση απέναντι στις θετικές επιστήμες.

θ) Στα αντικείμενα ή στα φαινόμενα αποδίδεται ορισμένο ποσό μιας φυσικής οντότητας

Πολλά παιδιά αποδίδουν σε ένα αντικείμενο ή σε ένα φαινόμενο ένα ορισμένο ποσό μιας φυσικής οντότητας π.χ. δύναμη. Αν ρωτήσουμε τα παιδιά ποιες δυνάμεις ασκούνται επάνω σ' ένα σώμα που ρίξαμε στον αέρα και κινείται προς τα πάνω, αυτά θα αναφέρουν μόνο τη δύναμη που δώσαμε στο σώμα όταν ξεκίνησε ενώ θα θεωρήσουν ότι τη δύναμη της βαρύτητας την έχει το αντικείμενο από μόνο του, ανεξάρτητα από την έλξη της γης.

2.4. Τρόποι δημιουργίας των εναλλακτικών ιδεών

Οι ιδέες και οι προσεγγίσεις των μαθητών φαίνεται να δημιουργούνται στην προσπάθειά τους να δώσουν εξηγήσεις και νόημα για τον κόσμο που τους περιβάλλει, με αναφορά τις εμπειρίες τους, τις τρέχουσες γνώσεις τους και τη γλώσσα που χρησιμοποιούν. Γιατί η γνώση εποικοδομείται ενεργά από το μαθητή και δεν γίνεται αποδεκτή παθητικά. Κατά τη Driver άλλωστε, η διαδικασία της εποικοδόμησης της γνώσης από το υποκείμενο είναι

«αυτοαναφερόμενη διαδικασία», όπου γνωστικά σχήματα φέρονται στο προσκήνιο και διευθετούνται σε σχέση με το πόσο ταιριάζουν στην εμπειρία του ατόμου (Driver et al., 2000). Έτσι και τα παιδιά, όπως και οι επιστήμονες, προσπαθούν να διακρίνουν ομοιότητες και διαφορές στα γεγονότα και οικοδομούν δομές σχέσεων, χωρίς αυτό να σημαίνει βέβαια ότι το εύρος, η ορθότητα και η ποιότητα των σχέσεων που οικοδομούν και τα μοντέλα που χρησιμοποιούν για να ερμηνεύσουν τα γεγονότα και να κάνουν προβλέψεις είναι ίδια με αυτών της επιστημονικής κοινότητας.

Κύριες αιτίες είναι η καθημερινή εμπειρία των μαθητών, η διαφήμιση, οι πρώτες σχολικές εμπειρίες και η καθημερινή χρήση επιστημονικών όρων. Τα παραπάνω επηρεάζουν σημαντικά τη σκέψη των παιδιών από πολύ μικρή ηλικία και αυτά δημιουργούν τις δικές τους ιδέες σταθερά και μη συνειδητά (Driver et al., 2000, σ. 92, 112, 124). Συνεπώς, οι ιδέες των παιδιών φαίνεται να επηρεάζονται και να διαμορφώνονται με την επίδραση των αντιλήψεων των μεγάλων, των μέσων επικοινωνίας, την αλληλεπίδραση με άλλα παιδιά, από τη διδασκαλία κ.τ.λ. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση εναλλακτικών ιδεών παίζει η γλώσσα που χρησιμοποιείται από τους μεγάλους. Εκφράσεις π.χ. όπως «κλείσε την πόρτα για να μη φύγει η ζέστη» ή «να μη μπει το κρύο» οδηγούν στην άποψη ότι υπάρχουν δύο διαφορετικά φυσικά μεγέθη, η ζέστη και το κρύο. Όπως όμως γνωρίζουμε, αυτό που υπάρχει είναι η ενέργεια, η οποία μπορεί να μεταφερθεί από ένα σώμα σε άλλο, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Ανάλογες αντιλήψεις δημιουργούνται στα παιδιά από τα μέσα μαζικής επικοινωνίας, όταν αναφέρονται σε επιστημονικά ή τεχνολογικά θέματα. Π.χ. συχνά ακούγεται η έκφραση: «η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος...», με αποτέλεσμα να δημιουργείται στα παιδιά η εσφαλμένη εντύπωση ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι κάτι που καταναλώνεται (Κόκκοτας, 2002).

Επίσης, το κοινωνικό κλίμα φαίνεται να αποτελεί παράγοντα διαμόρφωσης ιδεών. Αυτό υποστηρίζεται από διάφορες μελέτες και κάποιες αφορούν την προέλευση των βρεφών, όπου τα παιδιά από τη Σουηδία ήταν αρκετά προχωρημένα σε σχέση με τους συνομηλίκους τους σε όλα τα στάδια (Nagy, 1953. Bernstein & Cowan, 1975. Goldman & Goldman, 1982. Carey, 1985 στο Driver et al., 2000, σ. 110). Σύμφωνα με τον Lightman et al., ο αλφαριθμητισμός γύρω από την ερμηνεία αστρονομικών φαινομένων διαμορφώνεται με την επίδραση κοινωνικών παραγόντων και αξιών, όπως και της εκπαίδευσης, δίνοντας έτσι άλλα δύο αίτια. Επιπρόσθετα, η ηλικία, το φύλο και η τεχνολογική πληροφόρηση δείχνουν να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη

δημιουργία εναλλακτικών ιδεών (Lightman, Miller & Leadbetter όπ. αναφ. στο Driver et al., 2000, σ. 310).

Δεν πρέπει να εξαιρεθεί ακόμα η επίδραση της διδασκαλίας και των σχολικών βιβλίων. Είναι γεγονός ότι δημιουργούνται περισσότερες εναλλακτικές ιδέες κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, αν υπάρχει έλλειψη καλής επικοινωνίας μεταξύ δασκάλων και μαθητών. Η πιθανότητα εναλλακτικών ιδεών γίνεται μεγαλύτερη αν η γλώσσα που χρησιμοποιείται δεν είναι οικεία στο μαθητή (Κόκκοτας, 2002). Επίσης, συχνά γίνεται χρήση τεχνητών μοντέλων στην αίθουσα διδασκαλίας και υπάρχουν διαγράμματα στα βιβλία που δεν χρησιμοποιούν την πραγματική κλίμακα για το μέγεθος και την απόσταση μεταξύ Ήλιου, Γης και Σελήνης, το οποίο όπως είναι φυσικό, μπορεί να αποτελέσει πηγή παρανοήσεων (Driver et al., 2000, σ. 305). Πολλές φορές ακόμη θεωρείται δεδομένη η ευκολία που παρουσιάζουν ορισμένα θέματα, όπως είναι τα φανταστικά είδωλα ή υπάρχουν πολλά κλασικά πειράματα και προγράμματα διδασκαλίας, που προϋποθέτουν ότι οι μαθητές έχουν κατακτήσει ορισμένες βασικές ιδέες, χωρίς αυτό όμως να ισχύει στην πράξη. Για παράδειγμα, στην οπτική θεωρείται δεδομένο ότι οι μαθητές θεωρούν ότι το φως ταξιδεύει από το αντικείμενο προς το μάτι και ότι το φως διαδίδεται σε ευθεία γραμμή, μοντέλο το οποίο όμως δεν είναι κτήμα των μαθητών πριν την ηλικία των 13-14 ετών, ίσως και μεγαλύτερη (Driver et al., 1993, σ. 37- 39).

Όσον αφορά τα σχολικά εγχειρίδια ο τρόπος που οι μαθητές κατανοούν αυτά που διαβάζουν σ' αυτά, επηρεάζεται από τα ερμηνευτικά τους σχήματα. Κατασκευάζουν δηλαδή ερμηνείες, συσχετίζοντας αυτό που ήδη γνωρίζουν με αυτό που διαβάζουν και γι' αυτό είναι δυνατό να δίνουν ερμηνείες διαφορετικές από εκείνες στις οποίες αποβλέπει ο συγγραφέας του εγχειριδίου (Κόκκοτας, 2002). Έχει παρατηρηθεί ακόμα ότι στα σχολικά βιβλία της πέμπτης και έκτης, όπως ορίζεται και από την ύλη, δίνονται μόνο οι βασικές έννοιες και ορισμοί χωρίς περαιτέρω λεπτομέρειες. Αυτό φέρει όμως ως αποτέλεσμα, όταν οι μαθητές θέλουν να εξηγήσουν κάποια φαινόμενα και καταστάσεις που σχετίζονται με τις διδακτέες έννοιες, αλλά σχετίζονται με την καθημερινότητα τους, να ενεργοποιούν τους προσωπικούς μηχανισμούς ερμηνείας και να επιστρέφουν στις πρωταρχικές εναλλακτικές ιδέες τους. Παράλληλα, μια άλλη αιτία του φαινομένου θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός ότι δεν υπάρχει η κατάλληλη εκπαίδευση και επιμόρφωση εκπαιδευτικών ούτε στο προπτυχιακό επίπεδο, καθώς τα μαθήματα σχετικά με τις φυσικές επιστήμες είναι περιορισμένα, ούτε κατά τη διάρκεια της διδακτικής τους πορείας.

Σχηματικά, οι παράγοντες που επηρεάζουν ή διαμορφώνουν τις ιδέες των ατόμων φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί:



(Καρανίκας, Ι., Διδακτορική Διατριβή, 1996)

Οι αιτίες ύπαρξης των εναλλακτικών ιδεών αφορούν όπως είδαμε παραπάνω διάφορες παραμέτρους, χωρίς να θεωρηθεί ότι εξαντλείται η παρουσίασή τους. Μια ολοκληρωμένη παρουσίαση θα ήταν ανέφικτη καθώς ο σχηματισμός εναλλακτικών ιδεών αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό φαινόμενο, που επειδή έχει και ατομικές – κοινωνικές διαστάσεις δεν είναι δυνατή η ικανοποιητική και πλήρης ερμηνεία του, ιδιαίτερα αν αυτή επιχειρείται αποκομμένη από το εκάστοτε χωροχρονικό πλαίσιο.

2.5. Εναλλακτικές ιδέες και φύλο

Όπως βρέθηκε από μια πρόσφατη έρευνα των ερευνητών Taylor, Rhodes & Gelman των πανεπιστημίων Pacific Lutheran University και University of Michigan (2009), τα μικρά παιδιά σκέφτονται για το φύλο, με τον ίδιο τρόπο όπως σκέφτονται για τα διαφορετικά είδη. Για παράδειγμα, πιστεύουν ότι η προτίμηση των αγοριών για το ποδόσφαιρο, όπως και των κοριτσιών για τις κούκλες είναι έμφυτη, με τον ίδιο τρόπο που είναι έμφυτη και η διαφορετική συμπεριφορά του σκύλου από της γάτας. Σύμφωνα με την εν λόγω έρευνα, τα παιδιά από την ηλικία των δέκα ετών και έπειτα, όπως και οι ενήλικες, θεωρούν τις φυλετικές διαφορές και τις διαφορές ανάμεσα στα είδη ως ευδιάκριτες. Από αυτή την ηλικία και μετά αντιλαμβάνονται ότι το περιβάλλον διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στις διαφορετικές συμπεριφορές ανάλογα με το φύλο.

Αυτή η διαφορετική τους θεώρηση επηρεάζει και τον τρόπο που τα δύο φύλα αντιμετωπίζουν θέματα των φυσικών επιστημών. Το φύλο φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις ιδέες που διαμορφώνουν οι μαθητές για την επιστήμη καθώς και στις αντιδράσεις των δασκάλων. Οι επιδράσεις που βασίζονται στη διαφορά του φύλου είναι πολυποίκιλες και συχνά προσθετικές. Συχνά παρατηρείται μια διαφορετική στάση απέναντι σε θέματα των φυσικών επιστημών, ανάλογα με το φύλο του μαθητή, με τις περισσότερες έρευνες να θέτουν τα αγόρια σε πλεονεκτικότερη θέση (Soerensen, 1991. Sjoberg & Imsen, 1998. Kahle, 1998 στο Tveita, 1999, p. 134). Για παράδειγμα, σε μια μελέτη της Solomon (1983) που αφορά την έννοια της ενέργειας, τα κορίτσια παρατηρήθηκε να υποστηρίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό από τα αγόρια την εναλλακτική ιδέα ότι η ενέργεια συνδέεται μόνο με τις ανθρώπινες δραστηριότητες (Solomon, 1983 στο Driver et al., 2000, σ.260). Κάτι αντίστοιχο παρατηρήθηκε και όσο αφορά τις απόψεις των μαθητών για το σχετικό μέγεθος του Ήλιου, της Σελήνης και της Γης, όπου περισσότερα αγόρια, συγκριτικά με τα κορίτσια, επέλεξαν το επιστημονικό πρότυπο (Jones, Lynch & Reesink 1987 στο Driver et al., 2000, σ.305). Επίσης, σύμφωνα με έρευνες τα αγόρια προτιμούν περισσότερο θέματα φυσικής από ότι τα κορίτσια και εκδηλώνουν περισσότερη αυτοπεποίθηση για την επιτυχία τους. Επίσης, τα ευρήματα μιας έρευνας που διεξήχθη στην Σουηδία υποδεικνύει ότι τα κορίτσια υποστηρίζουν ότι τα θέματα φυσικής ενδιαφέρουν περισσότερο τα αγόρια και ότι αυτοί απαντούν σε περισσότερες ερωτήσεις μέσα στην τάξη (Whitelegg, 1996).

Ακόμη, η διαδικασία του πειράματος είναι περισσότερο προσφιλή στα αγόρια, ενώ του γραψίματος στα κορίτσια (Tveita, 1999).

Ωστόσο, αυτή η διαφορετική στάση απέναντι σε θέματα φυσικών επιστημών, φαίνεται να παρατηρείται επειδή τα πειράματα που συνήθως διεξάγονται στα πλαίσια της σχολικής τάξης, είναι περισσότερο συνδεδεμένα με τα ενδιαφέροντα των αγοριών και τον δικό τους τρόπο θεώρησης του κόσμου (Soerensen, 1991. Sjoberg & Imsen, 1998. Kahle, 1998 στο Tveita, 1999, p. 135). Ή ακόμη μπορεί να οφείλεται στο ότι η φύση της εξεταζόμενης έννοιας μπορεί να είναι πιο προσιτή και ελκυστική για κάποιο από τα δύο φύλα. Για παράδειγμα, στην έρευνα του Lucas (1987) για το θέμα της κληρονομικότητας και συγκεκριμένα όσον αφορά το μηχανισμό καθορισμού του φύλου, οι γυναίκες βρέθηκε να απαντούν πιο σωστά από τους άνδρες (Lucas, 1987 στο Driver et al., 2000, σ.114-115). Όπως υποδεικνύει και η έρευνα της Tveita (1996), όταν χρησιμοποιούνται εναλλακτικές μορφές διδασκαλίας παράλληλα με τις παραδοσιακές, φαίνεται και τα δύο φύλα να απολαμβάνουν την ενασχόληση με τις φυσικές επιστήμες και να κατανοούν καλύτερα τα πιο δύσκολα θέματα της φυσικής ενώ δεν παρατηρείται η παραπάνω διαφορά επιδόσεων μεταξύ αγοριών και κοριτσιών.

Για παράδειγμα, όταν έγινε η διδασκαλία του κινητικού σωματιδιακού μοντέλου σε επίπεδο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, χρησιμοποιώντας το μοντέλο παιχνιδιού ρόλων, αυξήθηκε το ενδιαφέρον και το ποσοστό επιτυχίας των απαντήσεων των κοριτσιών. Επίσης, όταν για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών χρησιμοποιούνται χαρακτηριστικά ανθρώπων ή ζώων, είναι πιο εύκολο, ιδίως για τα κορίτσια, να βρουν τις σχέσεις που συνδέουν τα φαινόμενα και οι φυσικές επιστήμες να γίνουν πιο προσιτές, πιο καθημερινές και ενδιαφέρουσες. Με αυτόν τον τρόπο τα κορίτσια συνήθως ενεργοποιούνται, τα οποία συνήθως αντιμετωπίζουν με φόβο τις θετικές επιστήμες και τείνουν να συγκροτούν μια πιο προσωποκεντρική θεώρηση των πραγμάτων. Αυτό σημαίνει ότι για τα κορίτσια η σχολική επιστήμη συγκροτείται μέσα σε ένα ανθρωποκεντρικό πλαίσιο, όπου τα παραδείγματα που χρησιμοποιούν είναι από την καθημερινή τους ζωή και οι φυσικές επιστήμες αντιμετωπίζονται ως οι επιστήμες που βοηθούν τον άνθρωπο και τα ζώα (Watts & Bentley, 1994. Taber & Watts, 1996).

2.6. Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και η επιπτώσεις τους στη διδασκαλία

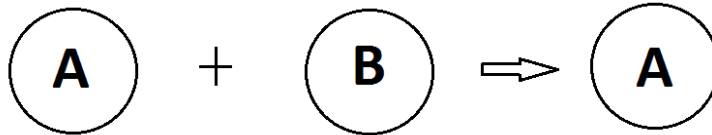
Σύμφωνα με τη γνωστική προσέγγιση στη μάθηση, ο μαθητής δεν είναι παθητικός δέκτης των πληροφοριών, αλλά ενεργό υποκείμενο της μάθησης, το οποίο εποικοδομεί τη γνώση και τις δεξιότητές του μέσω του περιβάλλοντός του και αναδιοργανώνει τη γνωστική του δομή. Κάθε νέα πληροφορία ή ιδέα, είτε έρχεται από το περιβάλλον είτε από τη διδασκαλία, αφομοιώνεται από το μαθητή με τρόπο που εξαρτάται από τη φύση και την οργάνωση της γνωστικής του δομής. Άρα διαφορετική γνωστική δομή, θα αξιοποιήσει με ξεχωριστό τρόπο κάθε νέα πληροφορία ή ιδέα, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα ο κάθε μαθητής να αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση από πλευράς γνωστικής δομής. Κάθε νέα γνώση θα αφομοιωθεί μόνο αν ενταχθεί στην υπάρχουσα γνωστική δομή του μαθητή, αλλιώς θα παραμείνει αδρανής.

Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών, δηλαδή η δυσκολία να αλλάξουν, αποτελεί και την πιο σημαντική συνέπεια για τη διδασκαλία. Η διαδικασία της αλλαγής τους είναι αργή και χρειάζεται οι μαθητές να έρθουν αντιμέτωποι με αυτές τις ιδέες, ώστε να συνειδητοποιήσουν είτε αντιφάσεις είτε την ανεπάρκειά τους να ερμηνεύσουν επαρκώς τα φυσικά φαινόμενα. Η παραδοσιακή διδασκαλία, με το διδάσκοντα να εξηγεί τις έννοιες και τις ιδέες, φάνηκε να μην επαρκεί γι' αυτή την αλλαγή. Το πρόβλημα φάνηκε ότι δεν ήταν τόσο η κατανόηση της νέας έννοιας όσο η «απροθυμία» να απορρίψουν οι μαθητές την αρχική τους γνώση. Συνήθως οι μαθητές μπερδεύουν τις νέες έννοιες με τρόπο που είτε αυτές να συνυπάρχουν χωρίς σύγκρουση με τις προϋπάρχουσες εναλλακτικές ιδέες τους, είτε να δημιουργούν μια σύγχυση-μπέρδεμα όπου προϋπάρχουσες και νέες ιδέες σχηματίζουν ένα νέο συνολόγραμμα.

Από εμπειρικές έρευνες των Gilbert et al. (1982), Shipstone (1984) και Baxter (1991) διαπιστώθηκαν πέντε διαφορετικά αποτελέσματα της διαδικασίας της διδακτικής-μάθησης:

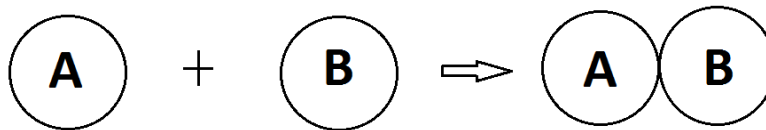
α) Οι προϋπάρχουσες ιδέες παραμένουν αναλλοίωτες

Ο μαθητής έχει μια ιδέα Α σχετικά με κάποιο θέμα, και ο εκπαιδευτικός διδάσκει την ιδέα Β. Οι μαθητές μετά τη διδασκαλία εξακολουθούν να διατηρούν τις αρχικές τους ιδέες, παρότι μπορεί να χρησιμοποιούν πιο τεχνικούς όρους.



β) Οι προϋπάρχουσες ιδέες και οι επιστημονικές έννοιες συνυπάρχουν

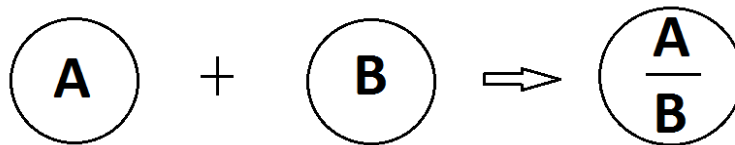
Οι μαθητές διατηρούν τις απόψεις τους, ενώ παράλληλα μαθαίνουν την επιστημονική άποψη και τη χρησιμοποιούν μόνο στις διαδικασίες του σχολείου π.χ. εξετάσεις, αλλά δεν τη συνδέουν με τις καθημερινές καταστάσεις.



Πράγματι, πολλές φορές νομίζουμε ότι οι μαθητές έμαθαν κάτι καλά, αλλά μερικές φορές φανερώνουν ότι έχουν μια ή περισσότερες διαφορετικές ιδέες σχετικά με κάποιο θέμα.

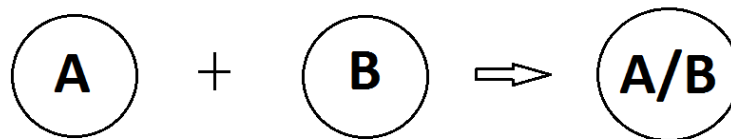
γ) Η διδασκαλία ενισχύει τις παρανοήσεις τους

Οι αρχικές παρανοήσεις των μαθητών ενισχύονται από τη διδασκαλία.



δ) Οι προϋπάρχουσες ιδέες και οι επιστημονικές έννοιες είναι συγκεχυμένες

Συχνά οι μαθητές δεν διαχωρίζουν τις επιστημονικές γνώσεις από τις εναλλακτικές τους ιδέες, και τις χρησιμοποιούν αδιακρίτως και με ασυνέπεια.

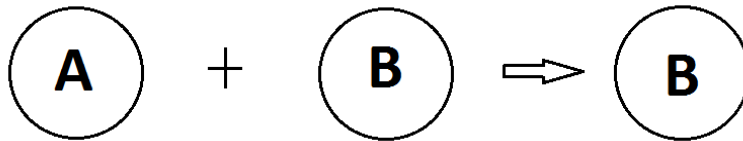


Στην (γ) και (δ) περίπτωση, η ιδέα του μαθητή «μπερδεύεται» με αυτή που δίδαξε ο εκπαιδευτικός, με αποτέλεσμα ο μαθητής να μη μπορεί να σκεφτεί, ούτε όπως πριν, αλλά ούτε σύμφωνα με αυτά που δίδαξε ο διδάσκων. Πολλές φορές κάποιος μπορεί να πάρει απαντήσεις από μαθητές που να τον κάνουν να απορεί πως είναι δυνατόν να σκέφτηκε κάποιος μαθητής με

αυτό τον τρόπο.

ε) Οι επιστημονικές έννοιες έχουν επικρατήσει

Οι μαθητές έχουν αντικαταστήσει τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις με τη επιστημονική, που είναι και το ζητούμενο.



Η διαπίστωση ότι οι ιδέες των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα και τις έννοιες πριν και μετά τη διδασκαλία έχουν εναλλακτικό περιεχόμενο και δομή σε σχέση με την επιστημονική γνώση δικαιολόγησε, ως ένα βαθμό τα προβλήματα στη διδασκαλία και τη μάθηση των Φ.Ε., για την έκταση και το βάθος των οποίων είχαμε, μέχρι πρότινος, περιορισμένες γνώσεις (Σπύρτου κ.α., 1995). Οι έρευνες δείχνουν τη μερική μόνο επίδραση των διδακτικών προσεγγίσεων που εφαρμόζονται στην τροποποίηση των ιδεών των μαθητών προς τις αντίστοιχες επιστημονικές. Συνήθως, οι μαθητές δεν μπορούν να εφαρμόσουν τη γνώση που μαθαίνουν σε σχετικά προβλήματα και ερωτήματα, αν και αυτός είναι ένας από τους σκοπούς της διδασκαλίας σ' αυτή την ηλικία. Πολλές φορές μάλιστα, οι μαθητές γράφουν σωστά στις εξετάσεις τη διδαχθείσα γνώση, απλά επειδή τη θυμούνται γιατί είναι πρόσφατη, αν όμως τους ρωτήσει κανείς άτυπα, χωρίς το φόβο του βαθμού ή πολύ χρόνο μετά τη διδασκαλία, επανέρχονται στις αρχικές διαισθητικές του απόψεις.

Παρ' όλα αυτά όμως, οι εκπονητές των Α.Π. και οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί πολλές φορές, ενώ λαμβάνουν υπόψη τους τα γνωστικά στάδια ανάπτυξης των παιδιών και αναγνωρίζουν τη σπουδαιότητα της ενεργού συμμετοχής τους σε μαθησιακές δραστηριότητες, συνήθως αγνοούν ή δείχνουν λίγο ενδιαφέρον για τις προϋπάρχουσες ιδέες ή ερμηνείες των μαθητών (Pope & Gilbert, 1983).

Υποστηρίζεται επίσης, ότι οι μαθητές, όπως και οι επιστήμονες, ψάχνουν να βρουν ομοιότητες και διαφορές προκειμένου να σχηματίσουν ιδέες για φαινόμενα ή γεγονότα. Βέβαια υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις σχετικά με το πώς αντιλαμβάνονται τα παιδιά τα φυσικά φαινόμενα και πώς οι επιστήμονες.

Συγκεκριμένα:

- Τα παιδιά λόγω του εγωκεντρισμού τους, αντιλαμβάνονται τα διάφορα γεγονότα μέσα από την εμπειρία τους, ενώ φαίνεται να έχουν δυσκολίες με τις αφηρημένες έννοιες (Piaget, 1969).
- Οι εξηγήσεις των μαθητών είναι τμηματικές για επιμέρους θέματα και συχνά είναι αντιφατικές, αλλά και σταθερές. Οδηγούνται λόγω της μικρής εμπειρίας τους, σε μια μόνο εξήγηση και δεν είναι σε θέση να αντιληφθούν άλλες πιθανές εξηγήσεις (Driver et al., 1985).
- Τέλος, η καθημερινή γλώσσα ή η γλώσσα του σχολείου, των εκπαιδευτικών και των βιβλίων συμβάλλει και αυτή στη διαμόρφωση παρανοήσεων, οι οποίες, αν δεν τροποποιηθούν εγκαίρως γίνονται μονιμότερες και αργότερα ανθίστανται σε οποιαδήποτε προσπάθεια τροποποίησή τους.

Γι' αυτούς τους λόγους σημειώνεται, μια αλλαγή τόσο στο περιεχόμενο της διδασκαλίας των Φ.Ε., όσο και στον τρόπο διδασκαλίας. Όσον αφορά το περιεχόμενο, προτείνεται η επιλογή θεμάτων με μορφή εννοιολογικού πλαισίου και η μελέτη τους σε βάθος, αντί για την ομοιόμορφη μελέτη όλης της σχετικής γνώσης (Millar, 1989. Baxter, 1991. Ψύλλος κ.α.,1993). Το πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει τις απαραίτητες έννοιες και έναν αριθμό φαινομένων που ερμηνεύονται με αυτές, καθώς επίσης και τις αντίστοιχες εφαρμογές τους. Έτσι, οι μαθητές θα μαθαίνουν στοιχεία της επιστήμης και θα σκέφτονται με βάση τα στοιχεία αυτά. Το σύνολο αυτών των ενεργειών είναι απαραίτητο για τη διδασκαλία και τη μάθηση και απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για την υλοποίησή του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1. Ερευνητικό ερώτημα

Όπως έχουμε δει έως τώρα, οι μαθητές πριν ακόμη εισέλθουν στη σχολική τάξη, έχουν διαμορφώσει ένα πλήθος αντιλήψεων και ερμηνειών για το φυσικό τους κόσμο. Αυτές οι αντιλήψεις, που συναντώνονται σήμερα με τον όρο «εναλλακτικές ιδέες», αποτελούν ένα αναπόσπαστο στοιχείο της μαθησιακής διαδικασίας που την επηρεάζουν βαθύτατα. Ο μαθησιακός αυτός παράγοντας δεν φαίνεται όμως να αφορά μόνο τους μαθητές της Ελλάδας, αφού πληθώρα ερευνών δείχνει ότι μαθητές από όλο τον κόσμο έχουν διαμορφώσει διάφορες εναλλακτικές ιδέες. Αυτό επίσης που προκαλεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον, είναι ότι εντοπίζονται πολλές ομοιότητες στις εναλλακτικές ιδέες που εκφράζουν οι μαθητές, ανεξάρτητα από τον τόπο καταγωγής τους, την κουλτούρα, τη γλώσσα, το φύλο, τη θρησκεία συχνά ακόμη και την ηλικία τους. Φαίνεται να γίνεται λοιπόν λόγος για ένα στοιχείο που επηρεάζει τη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία και το οποίο ξεπερνά τα στενά γεωγραφικά όρια της χώρας μας. Αυτό το σημαντικότερο χαρακτηριστικό που συναντάται σε κάθε σχολική τάξη, συχνά δεν λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό της διδασκαλίας. Κάθε εκπαιδευτικός έρχεται στην τάξη και αρχίζει να απαριθμεί κανόνες, ορισμούς, τύπους, εξηγήσεις χωρίς να έχει προσπαθήσει να εκμαιεύσει τις ήδη διαμορφωμένες ιδέες των μαθητών του πάνω στο θέμα. Ωστόσο αυτό αποτελεί ένα σημαντικό βήμα, επειδή καθώς οι εναλλακτικές ιδέες δημιουργούνται στην προσπάθεια των παιδιών να ερμηνεύσουν το φυσικό τους περιβάλλον, αποτελούν δηλαδή ένα προσωπικό τους κατασκεύασμα με ισχυρά ιδιοσυγκρασιακά στοιχεία, είναι πολύ ανθεκτικές και δεν τροποποιούνται εύκολα.

Στην παρούσα εργασία θα προσπαθήσουμε, στα πλαίσια της ελληνικής εκπαιδευτικής πραγματικότητας, να ανιχνεύσουμε κάποιες από τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές του Δημοτικού σε έννοιες της Φυσικής και συγκεκριμένα της Μηχανικής, προτού διδαχθούν τις έννοιες αυτές στο σχολείο. Στη συνέχεια, θα επιχειρηθεί να διαπιστώσουμε τι συμβαίνει όταν οι μαθητές διδαχθούν τις εν λόγω έννοιες, αν έχει επέλθει δηλαδή γνωστική σύγκρουση ώστε αυτές να τροποποιηθούν κατά το επιστημονικό πρότυπο και τέλος να διαπιστωθεί αν υφίσταται χρονική διάρκεια αυτής της νέας γνώσης.

3.2. Επιλογή τομέα της Φυσικής

Ένα από τα θέματα που απασχόλησαν πρωταρχικά, ήταν και ο τομέας της Φυσικής για τον οποίο θα ανιχνεύονταν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στα πλαίσια της έρευνας, μιας και θα ήταν αδύνατο να δοθεί ερωτηματολόγιο που να καλύπτει όλους τους τομείς της Φυσικής.

Όπως αναφέρεται στον Κώτση (2011), *«η μηχανική αποτελεί έναν τομέα της Φυσικής, ο οποίος έχει εξέχουσα θέση, μεταξύ των άλλων τομέων της, όπως του φωτός, του ήχου, της θερμότητας, του ηλεκτρισμού κλπ. Αυτό ισχύει, διότι οι εν λόγω τομείς ορίζονται από τη μηχανική, υπό την έννοια ότι, χωρίς τους νόμους της κίνησης, για παράδειγμα, δε θα υπήρχε κινητική θεωρία των αερίων ή δεν θα υπήρχε ηλεκτρομαγνητική θεωρία»* (Carson & Rowlands, 2005, όπ. αναφέρεται στον Κώτση, 2011, σελ.39). Επίσης, στον ίδιο αναφέρεται πως οι έννοιες του βάρους, της δύναμης και της μάζας είναι από τις πιο θεμελιώδεις έννοιες της φυσικής και ουσιαστικά αφορούν γενικές γνώσεις φυσικής (Galili, 2001). Όπως χαρακτηριστικά γράφει ο Galili (1995): *«Η φυσική είναι γνωστή ως ένα ιδιαίτερα «γόνιμο έδαφος» για τις αντιλήψεις των μαθητών. Ένα τεράστιο οικοδόμημα που σήμερα αποκαλούμε φυσική, αποτελείται από διάφορους τομείς. Η σημασία της μηχανικής είναι μεγαλύτερη, από ότι είναι απλά ένας από αυτούς τους τομείς. Καθορίζει τους «κανόνες του παιχνιδιού», ορίζει τα κύρια εργαλεία στη φυσική, παρουσιάζει τους πιο καθολικούς νόμους της φύσης. Περιγράφει πράγματι τις μεθόδους που χρησιμοποιεί η φυσική και που εν συνεχεία εφαρμόζονται σε όλους τους άλλους τομείς. Αυτός είναι ο λόγος που η μηχανική ανοίγει πάντα κάθε πρόγραμμα σπουδών της φυσικής».*

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω λοιπόν, επιλέχθηκε να επικεντρωθεί η έρευνα πάνω στη Μηχανική και συγκεκριμένα εστίασε στους τομείς «Δύναμη», «Τριβή» και «Δράση-Αντίδραση». Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφέρουμε πως οι έννοιες αυτές, με εξαίρεση τη «Δράση-Αντίδραση» που δεν αποτελεί ξεχωριστή ενότητα, και ενδεχομένως να μην έχει δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα, περιέχονται στο κεφάλαιο «Μηχανική» από τα Φυσικά της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου. Επομένως αυτό το οποίο διερευνάται είναι οι αντιλήψεις των μαθητών στη Δ' Δημοτικού πάνω στις έννοιες αυτές, προτού ακόμα τις διδαχθούν, κατά πόσο αυτές αλλάζουν μετά τη διδασκαλία στην Ε' και αν υπάρχει διάρκεια γνώσης ένα χρόνο μετά τη διδασκαλία των εννοιών αυτών, δηλαδή στη ΣΤ' Δημοτικού.

3.2.1. Υπόβαθρο έρευνας- Άλλες έρευνες με εναλλακτικές ιδέες και Μηχανική

Στο παρελθόν οι Dekkers & Thijs (1998) μελέτησαν το βαθμό κατανόησης που είχαν μαθητές για την έννοια της δύναμης στη μηχανική, συμπεραίνοντας ότι τα νοήματα που αποδίδουν οι μαθητές στις λέξεις δεν είναι απαραίτητως τα ίδια με αυτά των επιστημόνων και τόνισαν ότι αυτό αποτελεί ένα εννοιολογικό πρόβλημα. Οι ίδιοι, μετά από έρευνά τους (1998), συμπέραναν ότι μαθητές στη Botswana και τη Νότιο Αφρική είχαν τις ίδιες αντιλήψεις για τις έννοιες της μηχανικής με μαθητές στις Η.Π.Α. Συγκριτικές μελέτες μεταξύ μαθητών της Ταϊλάνδης, της Αυστραλίας και των Η.Π.Α. ενισχύουν τα παραπάνω συμπεράσματα (Emarat & Johnston, 2002). Οι Finegold & Gorsky (1991) μελέτησαν τη συνοχή των ιδεών των μαθητών σχετικά με την έννοια της δύναμης και ανέφεραν ότι μόνο λίγοι μαθητές εφάρμοσαν με συνέπεια τις ιδέες τους για τη δύναμη.

Έρευνες πάνω στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στον τομέα της μηχανικής έχουν γίνει στο παρελθόν και στην Ελλάδα όπως το 2001 από τους Κώτση Κ., Βέμη Κ. και Κολοβό Χ. και η οποία απευθυνόταν σε μαθητές της Δ' τάξης, της Ε' που είχαν πρόσφατα διδαχθεί έννοιες της μηχανικής από το σχολικό εγχειρίδιο (Ο.Ε.Δ.Β., 1998) και της ΣΤ' Δημοτικού για να διαπιστωθεί κατά πόσο έχει διάρκεια η επιστημονική γνώση για τους μαθητές. Παρόμοια έρευνα πραγματοποιήθηκε από τους ίδιους στην έννοια της τριβής, αυτή τη φορά το 2004 στις τάξεις Ε' –που πρόσφατα είχαν διδαχθεί την έννοια της τριβής από το σχολικό εγχειρίδιο (Ο.Ε.Δ.Β., 2001)- και ΣΤ' Δημοτικού που είχαν διδαχθεί την ίδια έννοια ένα χρόνο πριν. Σκοπός ήταν να μελετηθεί αν η αλλαγή των σχολικών εγχειριδίων επηρέασε θετικά ή αρνητικά την εννοιολογική αλλαγή και τη διάρκεια γνώσης των μαθητών του Δημοτικού Σχολείου.

Η παρούσα εργασία έρχεται 10 χρόνια μετά από την τελευταία από τις παραπάνω έρευνες -και αφού στο μεσοδιάστημα τα βιβλία της φυσικής του δημοτικού και πιθανόν ο τρόπος διδασκαλίας του μαθήματος άλλαξαν-, να καταδείξει το κατά πόσο η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο συμβάλλει στην εννοιολογική αλλαγή και να διαπιστώσει εάν εν έτει 2014 υπάρχουν θεματικές αλλαγές στις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, καθώς και αν υφίσταται διάρκεια της νέας γνώσης που αποκτούν οι μαθητές πάνω σε έννοιες της μηχανικής.

3.3. Ερευνητικό εργαλείο

Για να προσδιοριστούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, χρησιμοποιούνται από την εκπαιδευτική έρευνα ως ερευνητικά εργαλεία συνεντεύξεις, ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και τεστ πολλαπλής επιλογής (Redish & Steinberg, 1999 όπ. αναφέρεται στον Κώτση, 2011). Όπως αναφέρεται στον ίδιο (Κώτσης, 2011, σελ.38), *«συγκρίνοντας τα τυποποιημένα τεστ πολλαπλής επιλογής με τις συνεντεύξεις και με τα ανοιχτού τύπου, προκύπτουν διαφορές. Μέσω των συνεντεύξεων ο ερευνητής συλλέγει καλύτερα και πιο έγκυρα αποτελέσματα, δεδομένου ότι δίνεται η δυνατότητα στο μαθητή να αιτιολογήσει την απάντησή του και στον ερευνητή η ευκαιρία να ζητήσει περαιτέρω διευκρινήσεις για την επιλογή της απάντησής του»*. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τους Steinberg και Sabella (1997), τα τεστ πολλαπλής επιλογής δε συνυπολογίζουν κάποιους άλλους σημαντικούς παράγοντες, όπως η δεξιότητα επίλυσης προβλημάτων και η άποψη των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες. Πολλές αντιρρήσεις διατυπώθηκαν για την αξιοπιστία των τεστ πολλαπλής επιλογής (π.χ. Steinberg & Sabella, 1997. Huffman & Heller, 1995. Heller & Huffman, 1995). Οι Steinberg και Sabella (1997) μελέτησαν τις απαντήσεις που έδωσαν μαθητές σε ερωτηματολόγια κλειστού τύπου και σε ερωτηματολόγια ανοιχτού τύπου (που περιείχαν τις ίδιες ερωτήσεις). Τα συμπεράσματά τους ήταν ότι οι μαθητές δε δίνουν πάντα τις ίδιες απαντήσεις στα δύο τύπου τέστ. Ωστόσο, σύμφωνα με τους ίδιους, τα τεστ αυτά αποτελούν το καλύτερο υπάρχον εργαλείο για τον προσδιορισμό του επιπέδου κατανόησης που έχουν μαθητές και φοιτητές για τις έννοιες της φυσικής και παρέχουν σε μεγάλο βαθμό τα μέσα για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της διδασκαλίας της φυσικής. Από την άλλη πλευρά, με τα ερωτηματολόγια πολλαπλής επιλογής δίνεται η δυνατότητα στον ερευνητή να πάρει αποτελέσματα από δείγμα μεγάλου πλήθους, να τα αναλύσει στατιστικά και να κάνει γενικεύσεις.

Σκοπός της παρούσας μελέτης δεν είναι η ανίχνευση νέων εναλλακτικών ιδεών, αλλά το αν αυτές αλλάζουν με την επίδραση της διδασκαλίας που πραγματοποιείται στο ελληνικό δημοτικό σχολείο και αν υπάρχει χρονική διάρκεια της νέας γνώσης. Επομένως θεωρήθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί, για τις ανάγκες της έρευνας, ερωτηματολόγιο πολλαπλής επιλογής (βλ. παράρτημα). Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου είναι απλές ερωτήσεις εννοιολογικής κατανόησης που να μπορούν να απαντήσουν οι μαθητές του Δημοτικού. Τέτοιο ερωτηματολόγιο είχε αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες έρευνες σε μαθητές

Δημοτικού Σχολείου (Κώτσης & Βέμης, 2002α. Κώτσης & Κολοβός, 2002β. Κώτσης, 2004, 2011). Το ερωτηματολόγιο-πilotος είχε δοθεί σε ομάδα μαθητών για τον έλεγχο της σαφήνειας των ερωτημάτων και έχουν γίνει όλες οι απαιτούμενες αλλαγές.

3.4. Περιορισμοί έρευνας

Έναν περιορισμό της έρευνας αποτελεί ίσως το γεγονός ότι στα παρόντα σχολικά εγχειρίδια της Φυσικής του Δημοτικού, το κεφάλαιο της μηχανικής, γύρω από το οποίο θα επικεντρωθεί η έρευνα αυτή, βρίσκεται στο τελευταίο κεφάλαιο του βιβλίου, γεγονός που σημαίνει ότι σε ορισμένα σχολεία ίσως να διδαχθεί πιο συνοπτικά. Αυτό ενδεχομένως να επηρεάσει και τα αποτελέσματα της έρευνας. Ωστόσο το γεγονός αυτό αποτελεί μέρος της πραγματικότητας και του τρόπου που σήμερα οι μαθητές του Δημοτικού έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με το αντικείμενο της μηχανικής και δε θα πρέπει να θεωρηθεί ως ανασταλτικός παράγοντας για την έρευνα.

3.5. Συνθήκες διεξαγωγής της Έρευνας – Το δείγμα των μαθητών

Η έρευνα χρησιμοποίησε ως δείγμα 269 μαθητές Δημοτικού, των τάξεων της Δ', Ε' και ΣΤ', Δημοτικών σχολείων της πόλης των Ιωαννίνων (Πειραματικών και μη). Από αυτούς υπήρχε μικρή αριθμητική υπεροχή των αγοριών. Συγκεκριμένα, 143 ήταν τα αγόρια (53,16%), έναντι 126 των κοριτσιών (46,84%). Επίσης, η κατανομή των μαθητών ανά τάξη ήταν 103 μαθητές στη Δ' (38,29%), 74 μαθητές στην Ε' (27,51%) και 92 μαθητές στη ΣΤ' (34,2%). Η έρευνα διεξήχθη κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο του 2014.

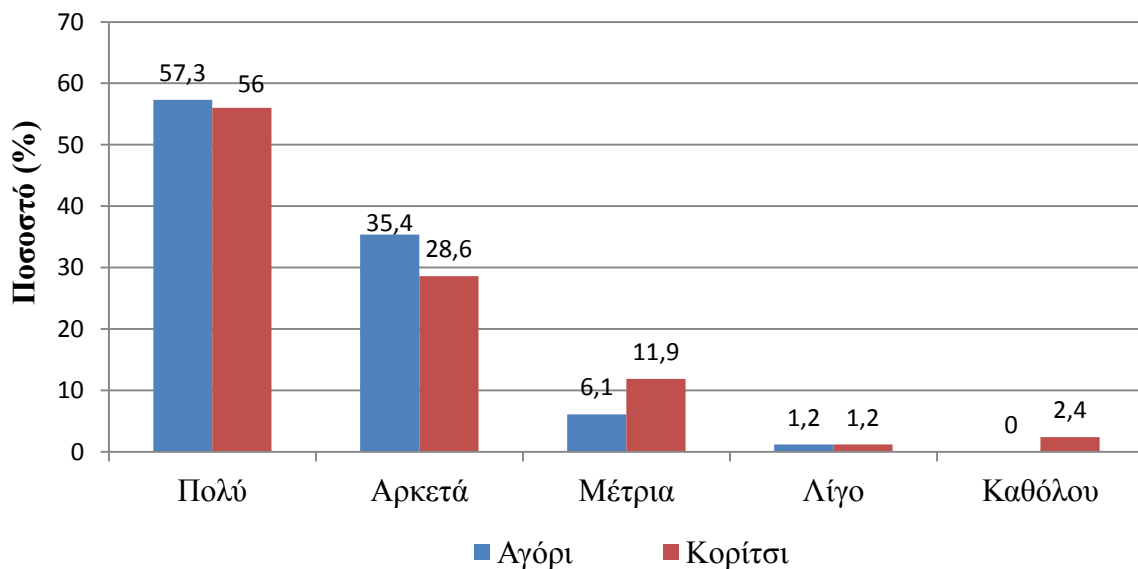
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Εισαγωγικά

Η επεξεργασία των απαντήσεων του ερωτηματολογίου έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS 18.0 και παρουσιάζονται με τη μορφή ραβδογραμμάτων. Για να διερευνηθεί εάν οι απαντήσεις στα ερωτήματα της έρευνας εξαρτώνται από την τάξη των υποκειμένων, το σχολείο (πειραματικό και μη) και το φύλο τους, χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο χ^2 test με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS 18.0, το οποίο καθιστά δυνατή τη διαπίστωση αν οι μεταβλητές σε κάθε περίπτωση είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Στην πρώτη ερώτηση, η οποία έχει να κάνει με το πόσο αρέσει το μάθημα της Φυσικής, οι απαντήσεις των υποκειμένων της έρευνας συναρτήσει του φύλου φαίνονται στο Σχήμα 1, ενώ η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 και ο πίνακας συνάφειας για τις απαντήσεις στην ίδια ερώτηση, αποτυπώνεται στον Πίνακα 1. Να σημειώσουμε εδώ πως οι ερωτήσεις αυτές απαντήθηκαν μόνο από τους μαθητές της Ε' και ΣΤ' τάξης, μιας και οι μαθητές της Δ' δεν έχουν έρθει ακόμα σε επαφή με το μάθημα της Φυσικής.



Σχήμα 1. Πόσο σου αρέσει το μάθημα της Φυσικής

Πίνακας 1. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «Πόσο αρέσει το μάθημα της Φυσικής» και του «Φύλου των μαθητών»

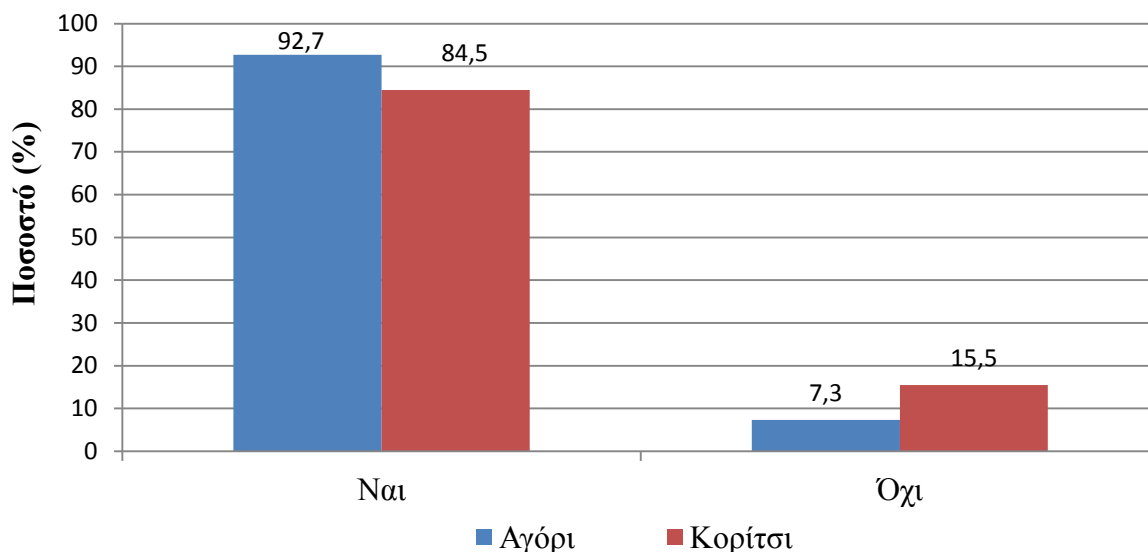
			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Πόσο σου αρέσει το μάθημα της Φυσικής;	Πολύ	N	47	47	94
		%	57,3%	56,0%	56,6%
	Αρκετά	N	29	24	53
		%	35,4%	28,6%	31,9%
	Μέτρια	N	5	10	15
		%	6,1%	11,9%	9,0%
	Λίγο	N	1	1	2
		%	1,2%	1,2%	1,2%
	Καθόλου	N	0	2	2
		%	,0%	2,4%	1,2%
Total		N	82	84	166
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,115 ^a	4	,391
Likelihood Ratio	4,920	4	,296
Linear-by-Linear Association	1,309	1	,253
N of Valid Cases	166		

a. 4 cells (40,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,99.

Για τον έλεγχο του χ^2 , χρειάζεται το πολύ το 25% των κελιών να έχουν τιμές μικρότερες από 5. Διαφορετικά δεν εμπιστευόμαστε τα αποτελέσματα του χ^2 ελέγχου. Γι αυτό οι παραπάνω απαντήσεις συμπύχθηκαν σε δύο: Αν αρέσει (πολύ, αρκετά) ή όχι (μέτρια, λίγο, καθόλου) η Φυσική (Σχήμα 2), ενώ η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 και ο πίνακας συνάφειας για τις συνεπτυγμένες απαντήσεις, αποτυπώνεται στον Πίνακα 2.



Σχήμα 2. Σου αρέσει το μάθημα της Φυσικής;

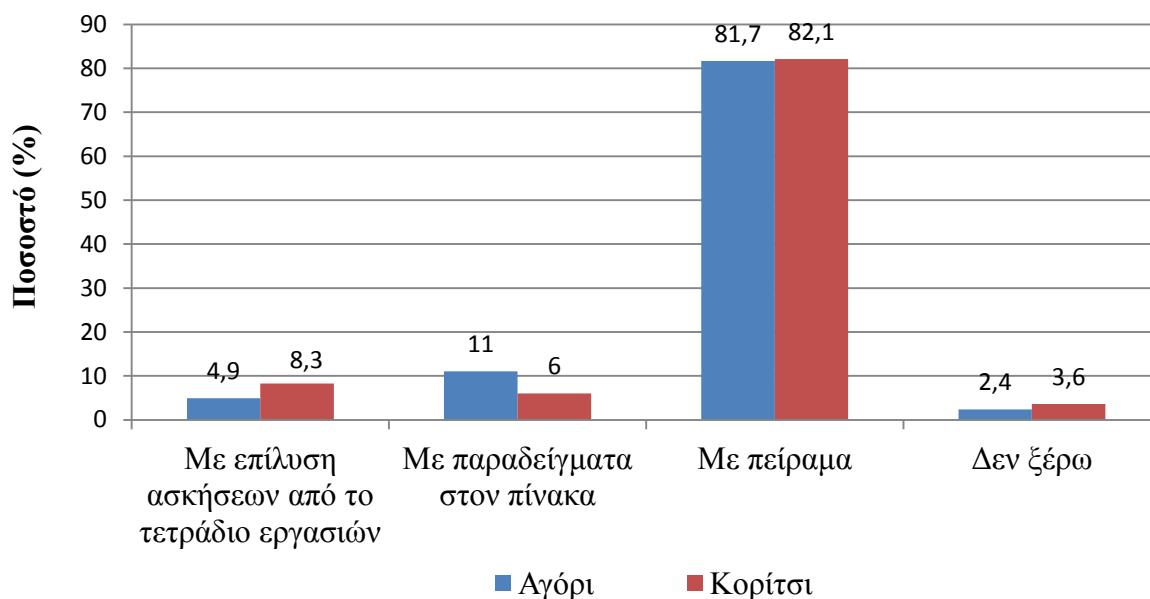
Πίνακας 2. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «Σου αρέσει το μάθημα της Φυσικής» και του «Φύλου των μαθητών/τριών»

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Σου αρέσει το μάθημα της Φυσικής;	Ναι	N %	76 92,7%	71 84,5%	147 88,6%
	Όχι	N %	6 7,3%	13 15,5%	19 11,4%
Total		N %	82 100,0%	84 100,0%	166 100,0%

Chi-Square=2,725 df=1 p=0,099

Όπως μας δείχνει το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση «Σου αρέσει το μάθημα της Φυσικής» δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=166)=2,725$, $p=0,099$. Επομένως το αν αρέσει ή όχι το μάθημα της Φυσικής δεν εξαρτάται από το φύλο του μαθητή/μαθήτριας. Στη συντριπτική πλειοψηφία αγοριών και κοριτσιών αρέσει το μάθημα, με μια μικρή διαφορά υπέρ των αγοριών.

Στη δεύτερη ερώτηση, η οποία έχει να κάνει με τον τρόπο που θα ήθελαν οι μαθητές να διδάσκεται η Φυσική, οι απαντήσεις των υποκειμένων της έρευνας φαίνονται στο σχήμα 3.



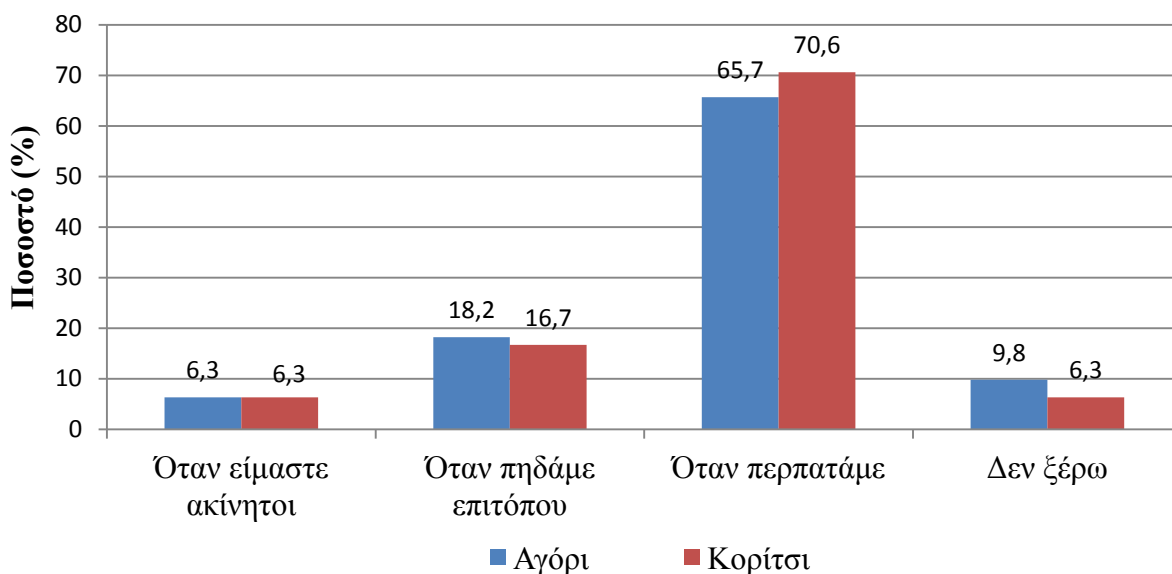
Σχήμα 3. Με ποιο τρόπο θα ήθελες να διδάσκεται η Φυσική

Από τις απαντήσεις διαπιστώνεται πως η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών 81,7% για τα αγόρια και 82,1% για τα κορίτσια θα ήθελαν να διδάσκεται η Φυσική με πειράματα, ενώ πολύ χαμηλά είναι στις προτιμήσεις η επίλυση ασκήσεων από το τετράδιο εργασιών και τα παραδείγματα στον πίνακα. Το γεγονός αυτό μας καθιστά σαφές το ότι οι μαθητές, είτε διδάσκονται στην πράξη με χρήση πειραμάτων είτε όχι, επιζητούν τη χρήση τους στα πλαίσια της διδασκαλίας της Φυσικής.

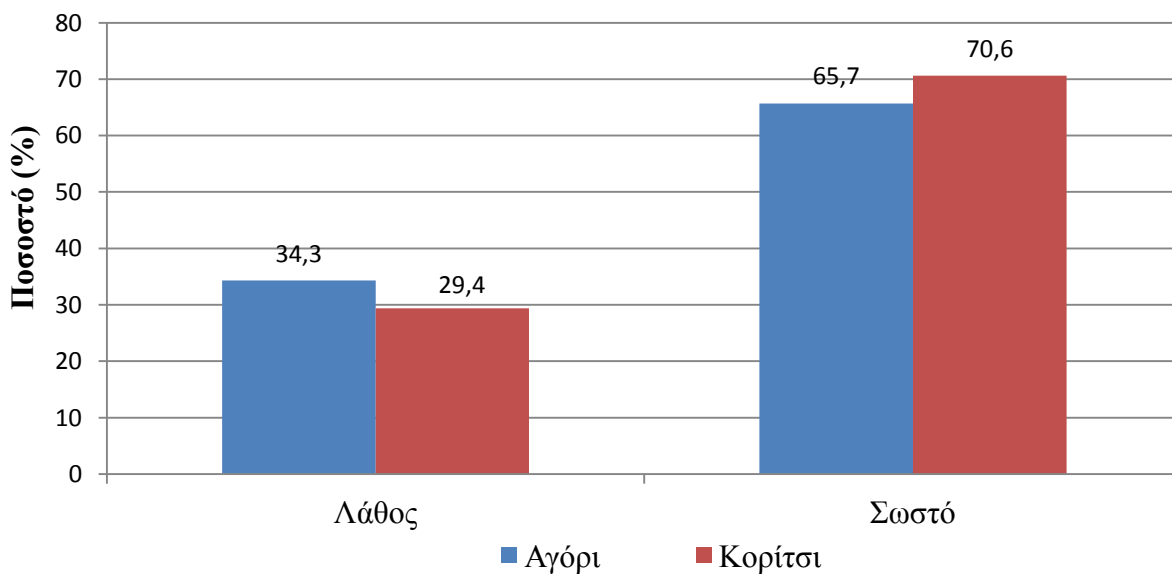
Στις ενότητες που ακολουθούν εξετάζονται οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις της Φυσικής συναρτήσει του φύλου τους, της τάξης στην οποία φοιτούν (Δ', Ε', ΣΤ') και του σχολείου φοίτησης (Πειραματικό και μη). Οι απαντήσεις παρουσιάζονται με τη μορφή ραβδογραμμάτων, όπου σε κάθε ερώτηση παρουσιάζεται ραβδόγραμμα με τις απαντήσεις όπως δόθηκαν στα ερωτηματολόγια, προκειμένου να γίνουν εμφανείς οι ενδεχόμενες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, καθώς και ραβδόγραμμα με συνεπυγμένες τις απαντήσεις σε Σωστό και Λάθος, στις οποίες και εφαρμόζεται κάθε φορά ο χ^2 έλεγχος ανεξαρτησίας. Επιπλέον, στο τέλος κάθε ενότητας υπάρχει συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων, για διευκόλυνση της σύγκρισης μεταξύ τους.

4.1. Ερωτήσεις Φυσικής σε σχέση με το φύλο

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 1, «Πότε εμφανίζεται η δύναμη της τριβής», συναρτήσει του φύλου των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 1.1.A. αναλυτικά και στο 1.1.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 1.1.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 1



Σχήμα 1.1.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 1

Από τα παραπάνω ραβδογράμματα διαπιστώνουμε πως και τα δύο φύλα σε μεγάλο ποσοστό (65,7% για τα αγόρια και 70,6% για τα κορίτσια), δίνουν τη σωστή απάντηση πως η δύναμη της τριβής εμφανίζεται όταν περπατάμε.

Η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 και ο πίνακας συνάφειας για τις απαντήσεις στην ερώτηση 1, «Πότε εμφανίζεται η δύναμη της τριβής», αποτυπώνεται στον Πίνακα 1.1.

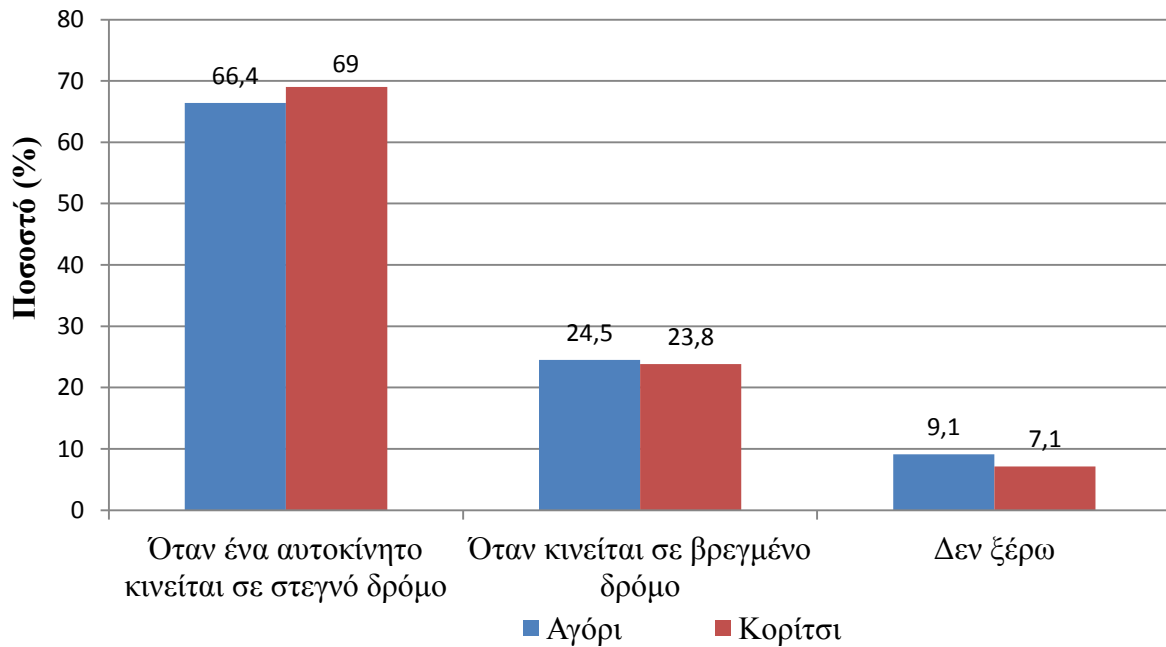
Πίνακας 1.1. Σχέση μεταξύ ερώτησης 1 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Πότε εμφανίζεται η δύναμη της τριβής	Λάθος	N %	49 34,3%	37 29,4%	86 32,0%
	Σωστό	N %	94 65,7%	89 70,6%	183 68,0%
Total		N %	143 100,0%	126 100,0%	269 100,0%

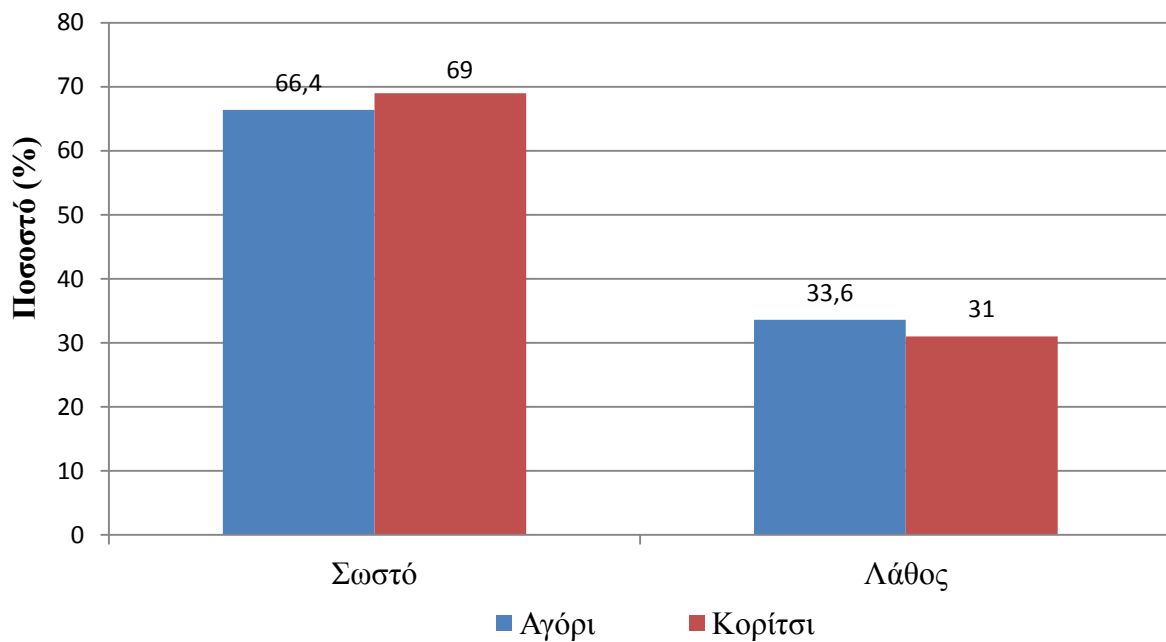
Chi-Square=0,740 df=1 p=0,390

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 1, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=0,740$, $p=0,390$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 1 δεν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 2, «Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη τριβής», συναρτήσει του φύλου των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 1.2.A. αναλυτικά και στο 1.2.B. συνεπτυγμένα. Από τις απαντήσεις διαπιστώνουμε πως αγόρια και κορίτσια δίνουν τη σωστή απάντηση, πως μεγαλύτερη δύναμη τριβής αναπτύσσεται όταν ένα αυτοκίνητο κινείται σε στεγνό δρόμο, σε ποσοστά 66,4% και 69% αντίστοιχα, πράγμα το οποίο, όπως θα επιβεβαιώσει και η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 στη συνέχεια, υποδηλώνει πως δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των δύο φύλων.



Σχήμα 1.2.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 2



Σχήμα 1.2.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 2

Η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 και ο πίνακας συνάφειας για τις απαντήσεις στην ερώτηση 2, «Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη τριβής», αποτυπώνεται στον Πίνακα 1.2.

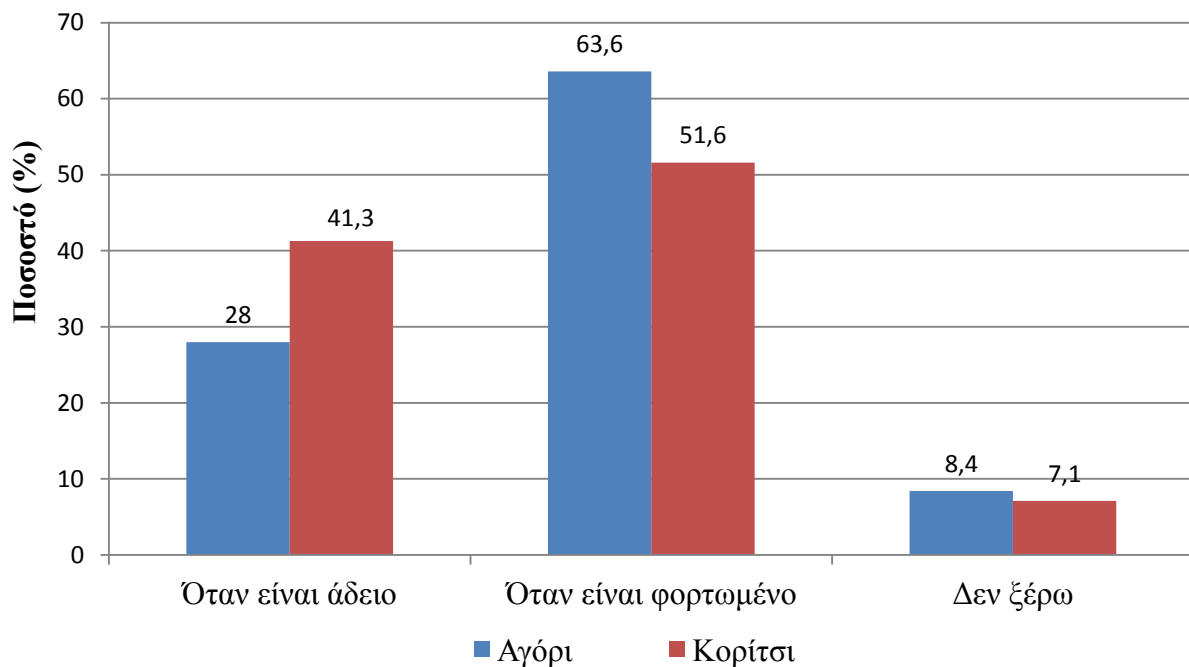
Πίνακας 1.2. Σχέση μεταξύ ερώτησης 2 και φύλου

				Φύλο		Total
				Αγόρι	Κορίτσι	
Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη τριβής	Σωστό	N	95	87	182	
		%	66,4%	69,0%	67,7%	
	Λάθος	N	48	39	87	
		%	33,6%	31,0%	32,3%	
Total		N	143	126	269	
		%	100,0%	100,0%	100,0%	

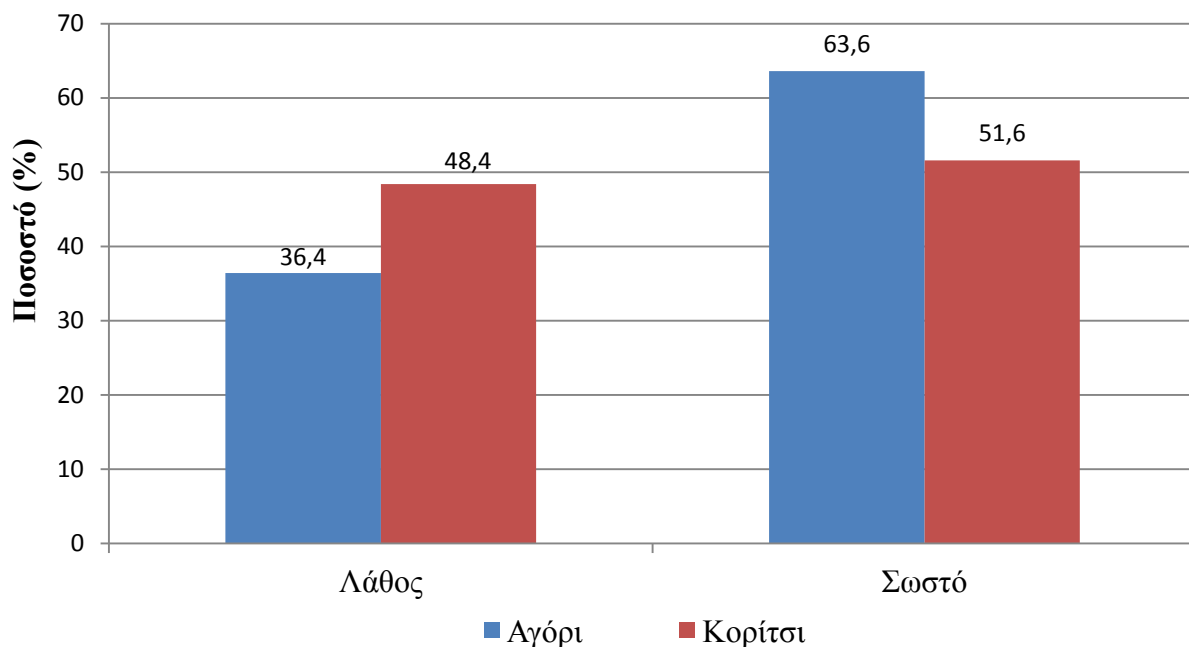
Chi-Square=0,209 df=1 p=0,647

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 2, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=0,209$, $p=0,647$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 2 δεν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 3, «Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο», συναρτήσει του φύλου των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 1.3.A. αναλυτικά και στο 1.3.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 1.3.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 3



Σχήμα 1.3.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 3

Η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 και ο πίνακας συνάφειας για τις απαντήσεις στην ερώτηση 3, «Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο», αποτυπώνεται στον Πίνακα 1.3.

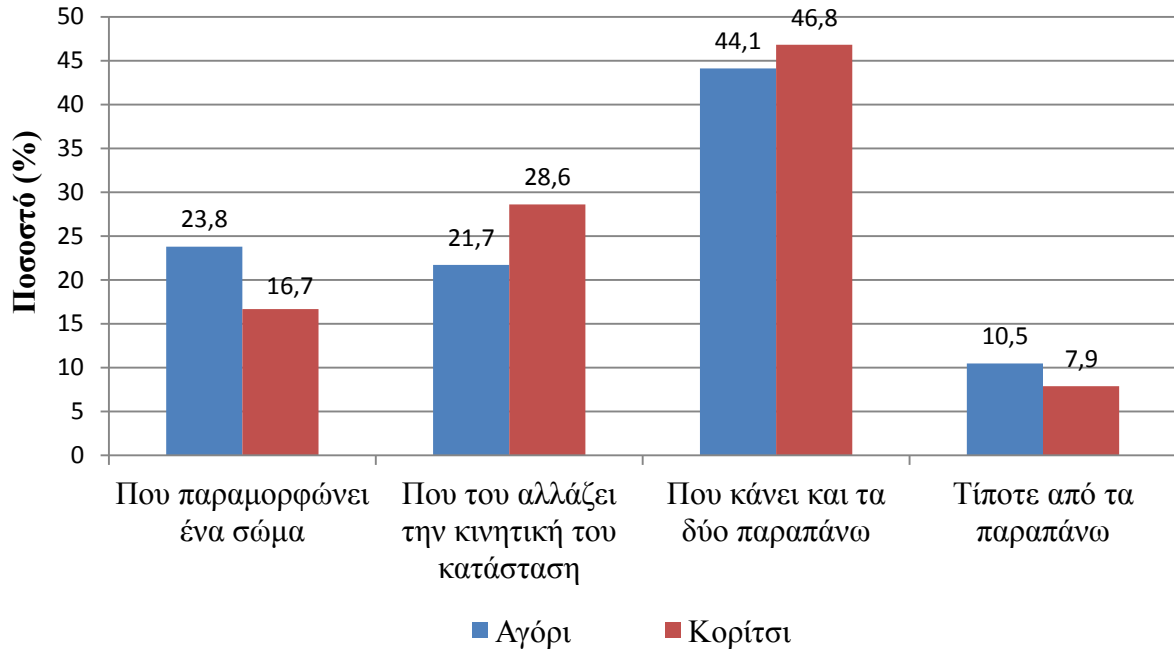
Πίνακας 1.3. Σχέση μεταξύ ερώτησης 3 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο	Λάθος	N	52	61	113
		%	36,4%	48,4%	42,0%
	Σωστό	N	91	65	156
		%	63,6%	51,6%	58,0%
Total		N	143	126	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

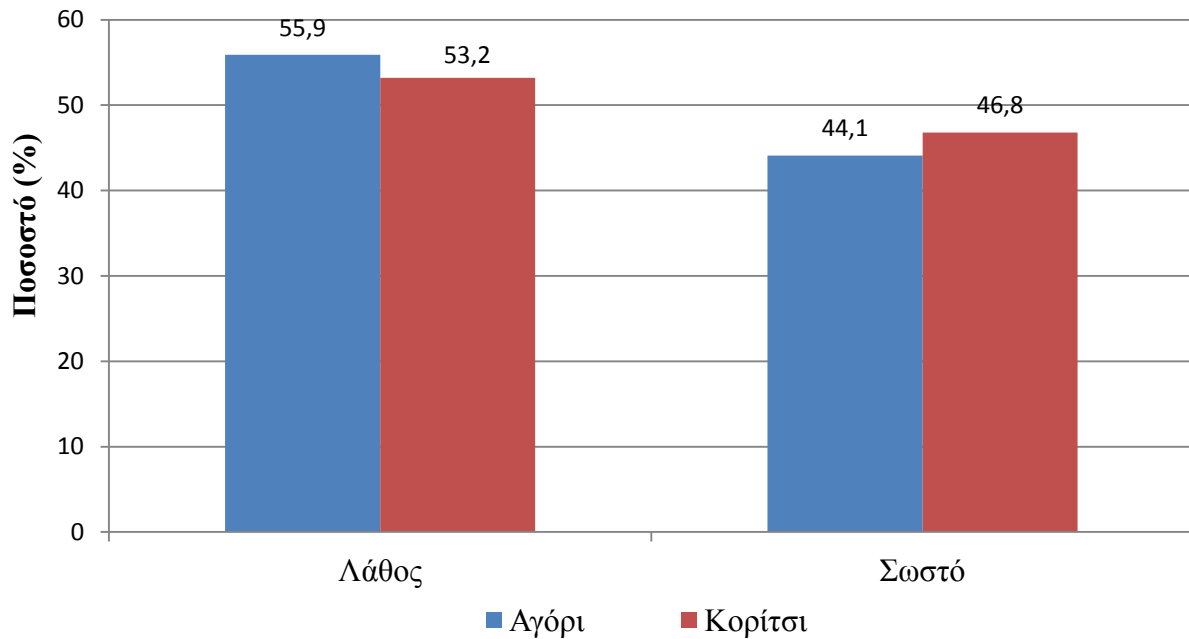
Chi-Square=3,992 df=1 p=0,046

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 3, αν και οριακά, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=3,992$, $p=0,046$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 3 εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 4, «Δύναμη λέγεται η αιτία», συναρτήσει του φύλου των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 1.4.A. αναλυτικά και στο 1.4.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 1.4.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 4



Σχήμα 1.4.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 4

Η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 και ο πίνακας συνάφειας για τις απαντήσεις στην ερώτηση 4, αποτυπώνεται στον Πίνακα 1.4.

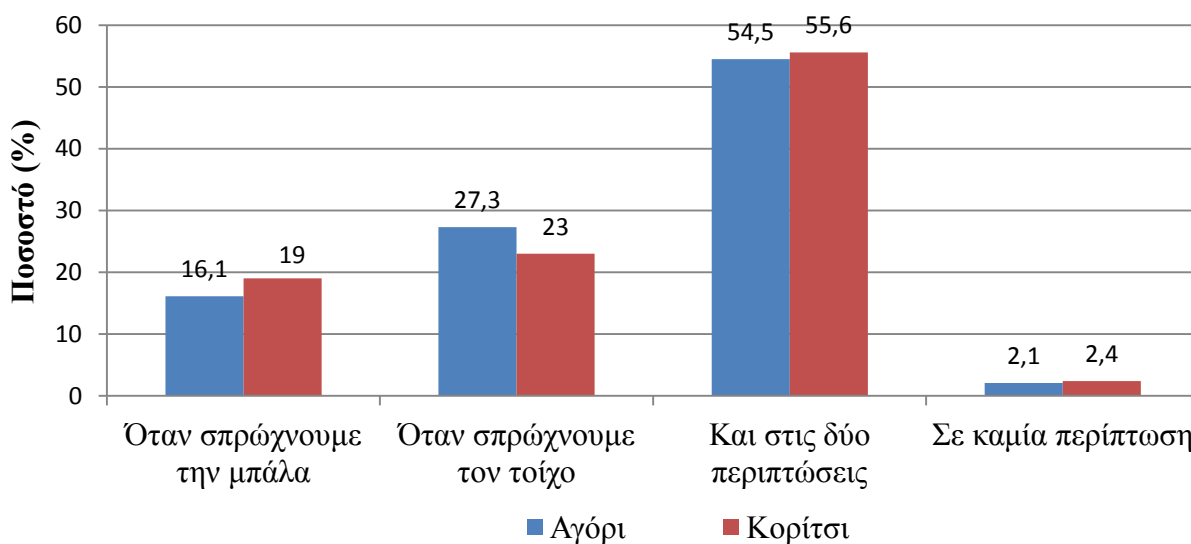
Πίνακας 1.4. Σχέση μεταξύ ερώτησης 4 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Δύναμη λέγεται η αιτία	Λάθος	N	80	67	147
		%	55,9%	53,2%	54,6%
	Σωστό	N	63	59	122
		%	44,1%	46,8%	45,4%
Total		N	143	126	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

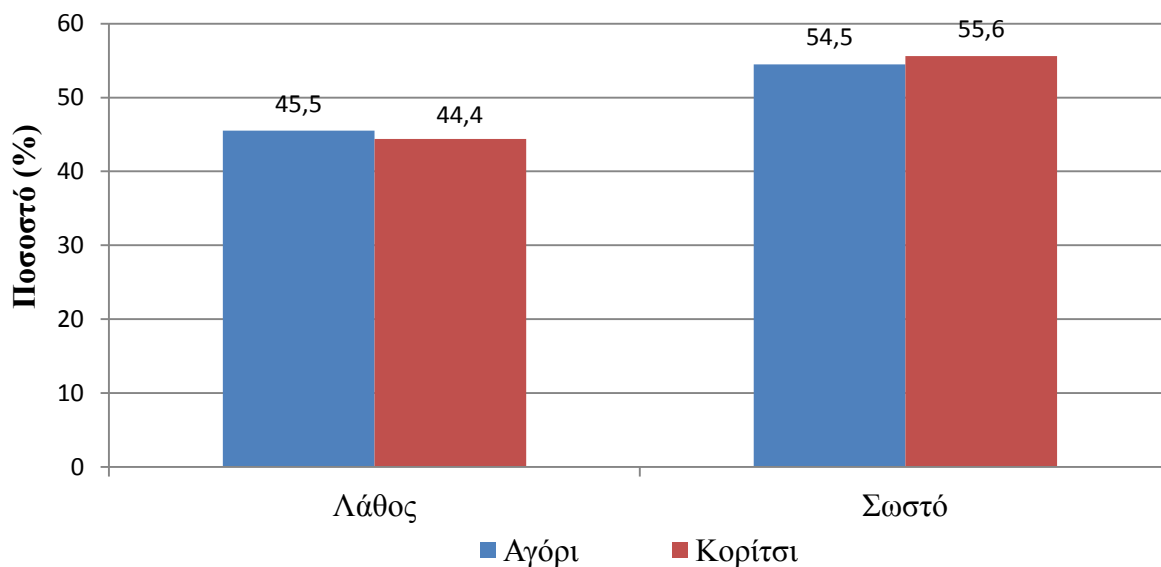
Chi-Square=0,207 df=1 p=0,649

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 4, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=0,207$, $p=0,649$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 4 δεν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 5, «Σπρώχνουμε μια μπάλα και αυτή κινείται. Σπρώχνουμε έναν τοίχο και μένει ακίνητος. Σε ποια περίπτωση ασκούμε δύναμη», συναρτήσε του φύλου των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 1.5.A. αναλυτικά και στο 1.5.B συνεπτυγμένα.



Σχήμα 1.5.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 5



Σχήμα 1.5.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 5

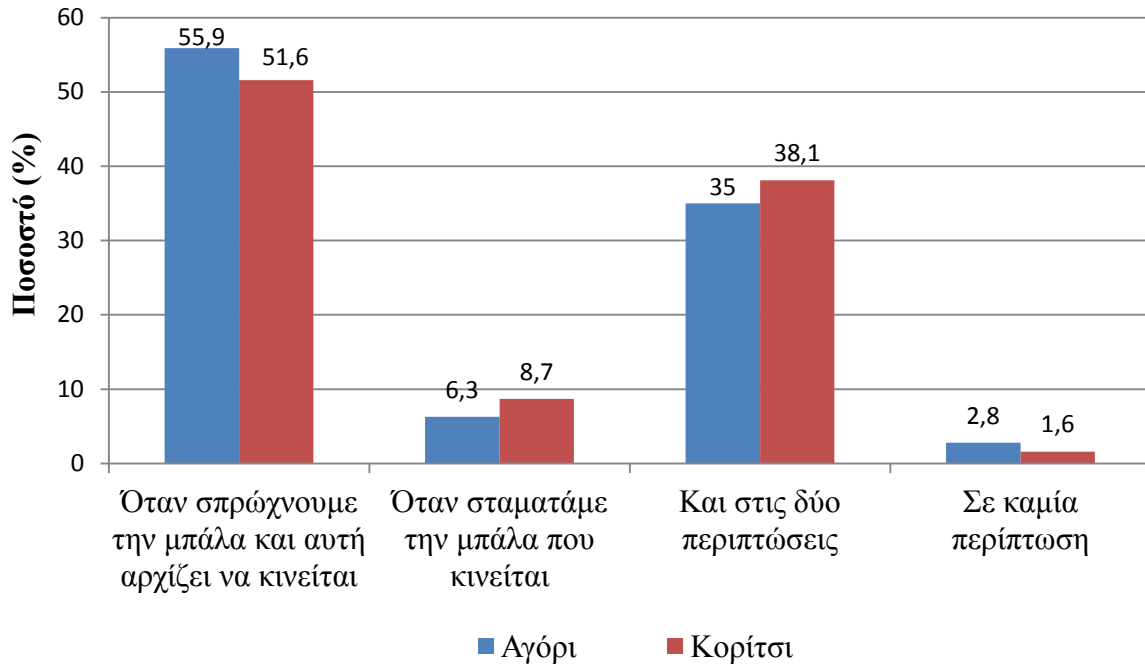
Πίνακας 1.5. Σχέση μεταξύ ερώτησης 5 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Σπρώχνουμε μια μπάλα και αυτή κινείται. Σπρώχνουμε ένα τοίχο και μένει ακίνητος. Σε ποια περίπτωση ασκούμε δύναμη	Λάθος	N	65	56	121
		%	45,5%	44,4%	45,0%
	Σωστό	N	78	70	148
		%	54,5%	55,6%	55,0%
Total		N	143	126	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

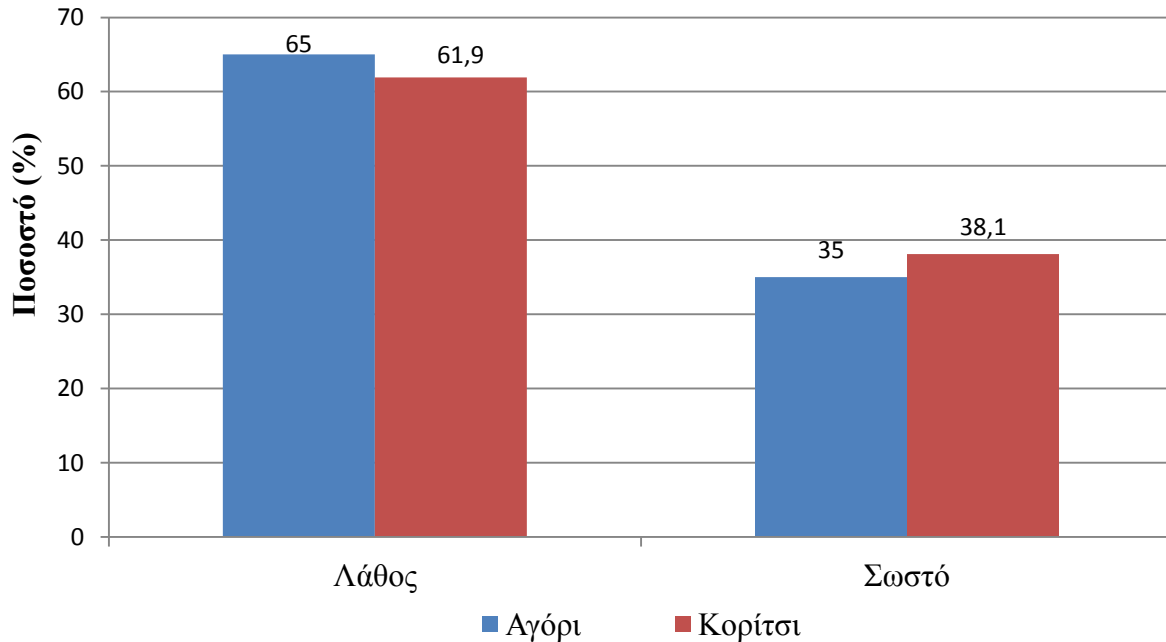
Chi-Square=0,028 df=1 p=0,868

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 1.5.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 5, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=0,028$, $p=0,868$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 5 δεν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Ίδιας φύσης με την παραπάνω είναι και η ερώτηση 6, «Πότε ενεργεί μία δύναμη σε μία μπάλα», οι απαντήσεις της οποίας αποτυπώνονται συναρτήσει του φύλου των μαθητών, στο Σχήμα 1.6.A. αναλυτικά και στο 1.6.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 1.6.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 6



Σχήμα 1.6.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 6

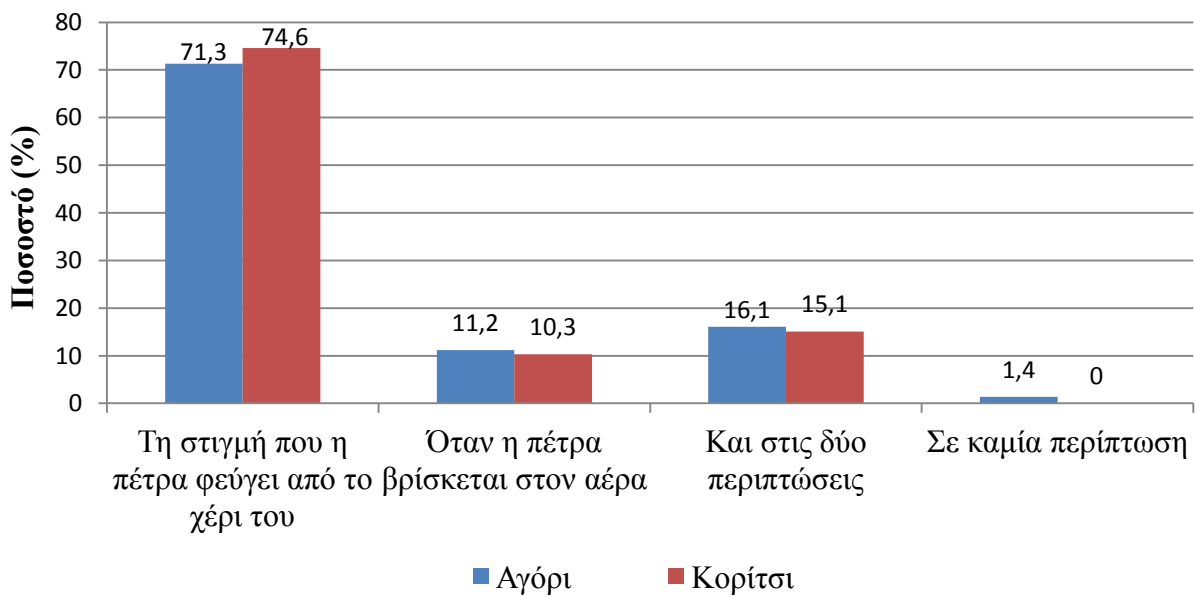
Πίνακας 1.6. Σχέση μεταξύ ερώτησης 6 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Πότε ενεργεί μια δύναμη σε μια μπάλα	Λάθος	N	93	78	171
		%	65,0%	61,9%	63,6%
	Σωστό	N	50	48	98
		%	35,0%	38,1%	36,4%
Total		N	143	126	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

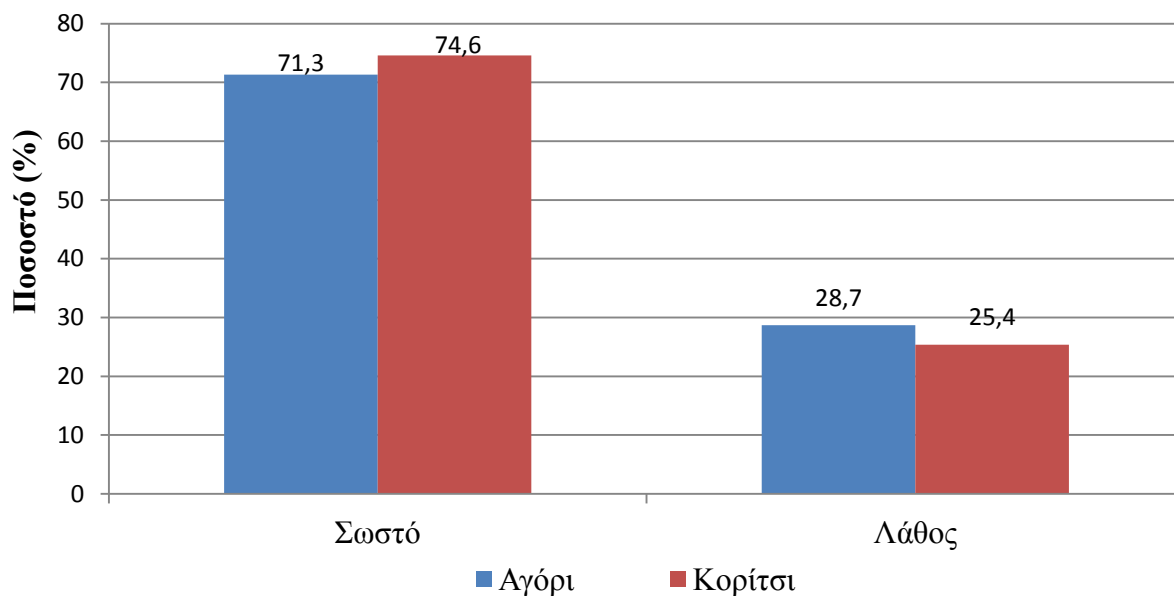
Chi-Square=0,283 df=1 p=0,594

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 1.6.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 6, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=0,283, p=0,594$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 6 δεν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Γύρω από την έννοια της Δύναμης και το αποτέλεσμα της επίδρασής της κινείται και η ερώτηση 7, «Ένα παιδί πετάει μία πέτρα, πότε ασκεί δύναμη», με τα αποτελέσματα να αποτυπώνονται συναρτήσει του φύλου των μαθητών, στο Σχήμα 1.7.A. αναλυτικά και στο 1.7.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 1.7.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 7



Σχήμα 1.7.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 7

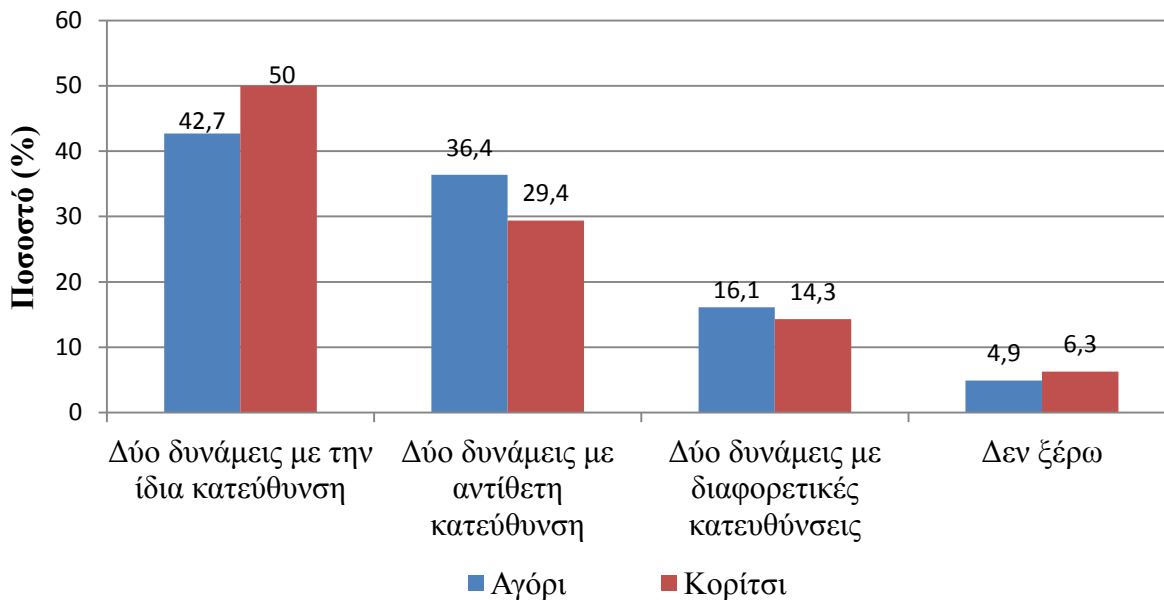
Πίνακας 1.7. Σχέση μεταξύ ερώτησης 7 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Ένα παιδί πετάει μια πέτρα. Πότε ασκεί δύναμη	Σωστό	N	102	94	196
		%	71,3%	74,6%	72,9%
	Λάθος	N	41	32	73
		%	28,7%	25,4%	27,1%
Total		N	143	126	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

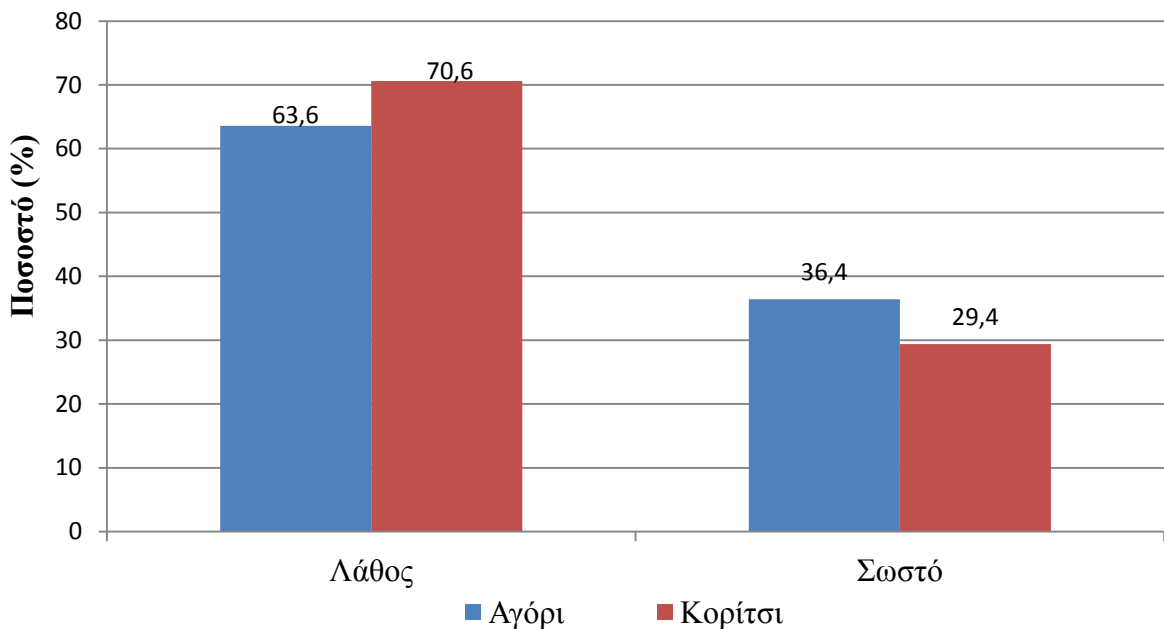
Chi-Square=0,363 df=1 p=0,547

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 1.7.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 7, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=0,363$, $p=0,547$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 7 δεν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 8, «Συναντάς ένα φίλο σου και τον χαιρετάς χτυπώντας του το χέρι “κόλλα πέντε”. Ασκείται στο χέρι σου και στο χέρι του φίλου σου», συναρτήσε του φύλου των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 1.8.A. αναλυτικά και στο 1.8.B συνεπτυγμένα.



Σχήμα 1.8.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 8



Σχήμα 1.8.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 8

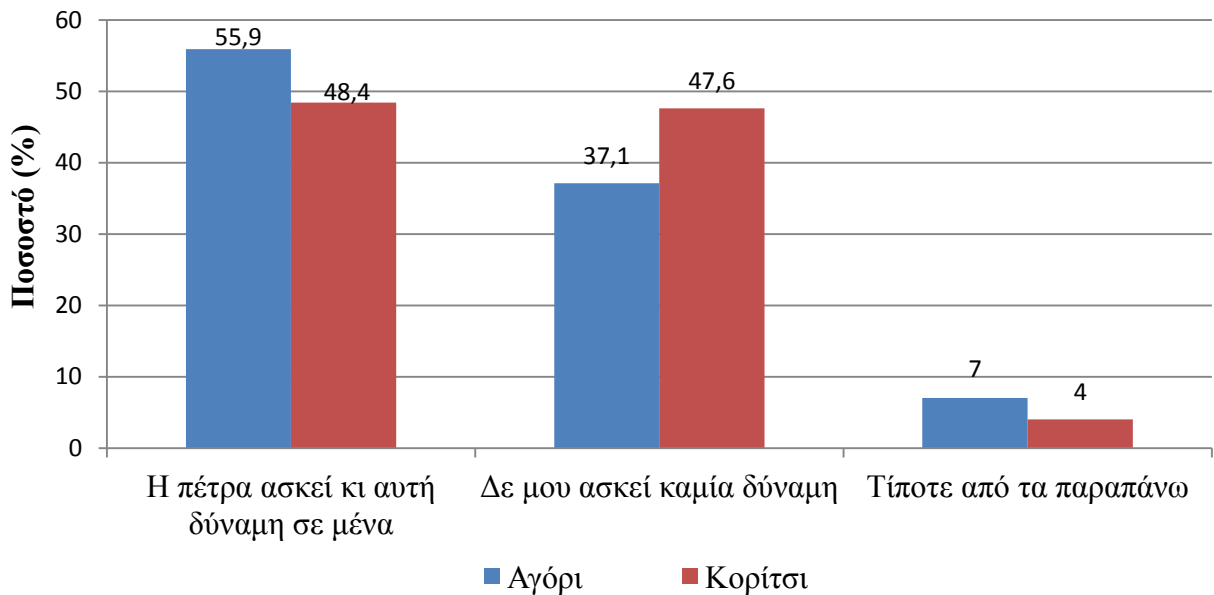
Πίνακας 1.8. Σχέση μεταξύ ερώτησης 8 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Συναντάς ένα φίλο σου και τον χαιρετάς χτυπώντας του το χέρι "κόλλα πέντε". Ασκούνται στο χέρι σου και στο χέρι του φίλου σου	Λάθος	N %	91 63,6%	89 70,6%	180 66,9%
	Σωστό	N %	52 36,4%	37 29,4%	89 33,1%
Total		N %	143 100,0%	126 100,0%	269 100,0%

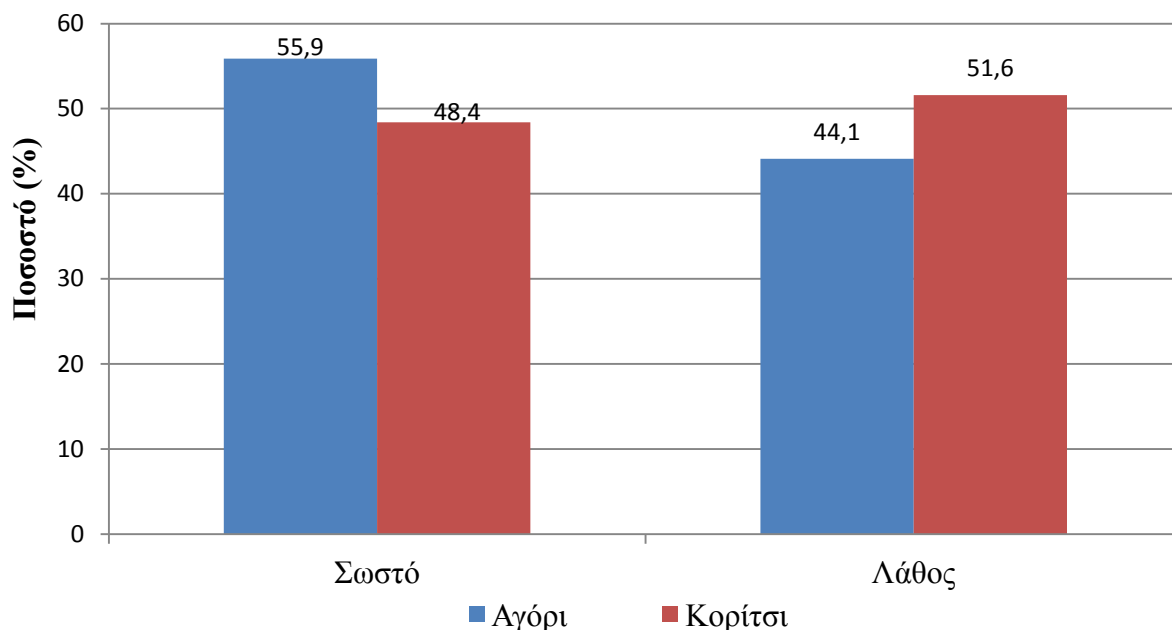
Chi-Square=1,482 df=1 p=0,223

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 1.8.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 8, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=1,482, p=0,223$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 8 δεν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 9, που αφορά τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, «Όταν σπρώχνω μια πέτρα», συναρτήσει του φύλου των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 1.9.A. αναλυτικά και στο 1.9.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 1.9.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 9



Σχήμα 1.9.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 9

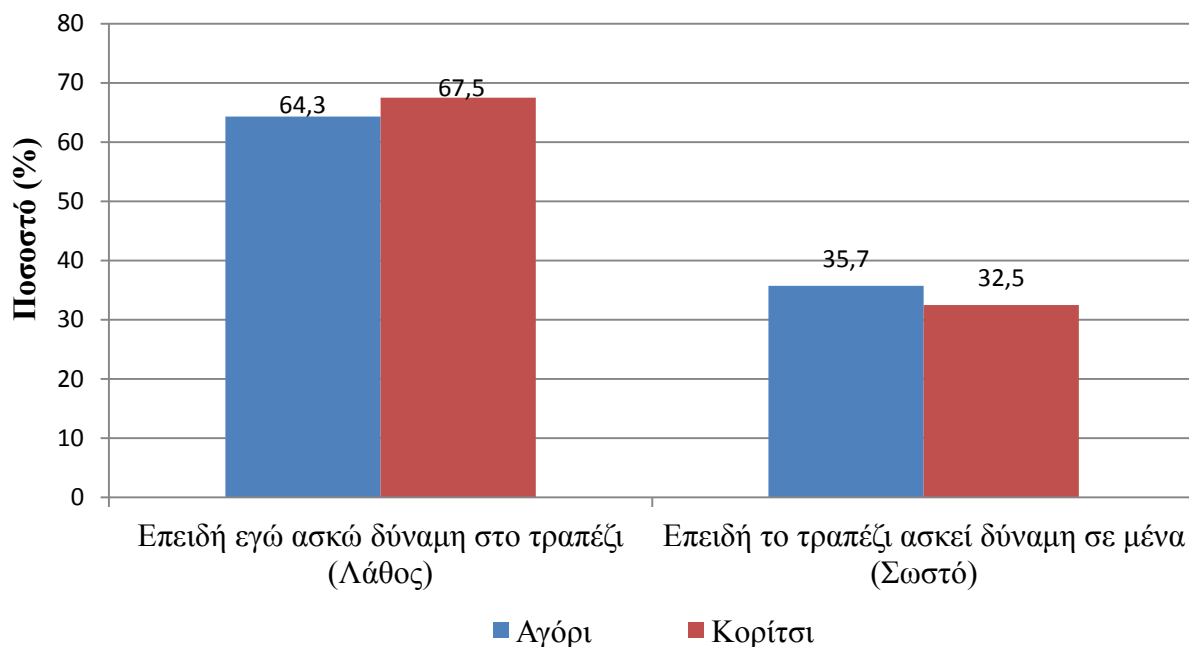
Πίνακας 1.9. Σχέση μεταξύ ερώτησης 9 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Όταν σπρώχνω μια πέτρα	Σωστό	N	80	61	141
		%	55,9%	48,4%	52,4%
	Λάθος	N	63	65	128
		%	44,1%	51,6%	47,6%
Total	N		143	126	269
	%		100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Square=1,523 df=1 p=0,217

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 1.9.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 9, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=1,523, p=0,217$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 9 δεν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην, ίδιας φύσης με την προηγούμενη, ερώτηση 10, «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει», συναρτήσει του φύλου των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 1.10.



Σχήμα 1.10. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 10

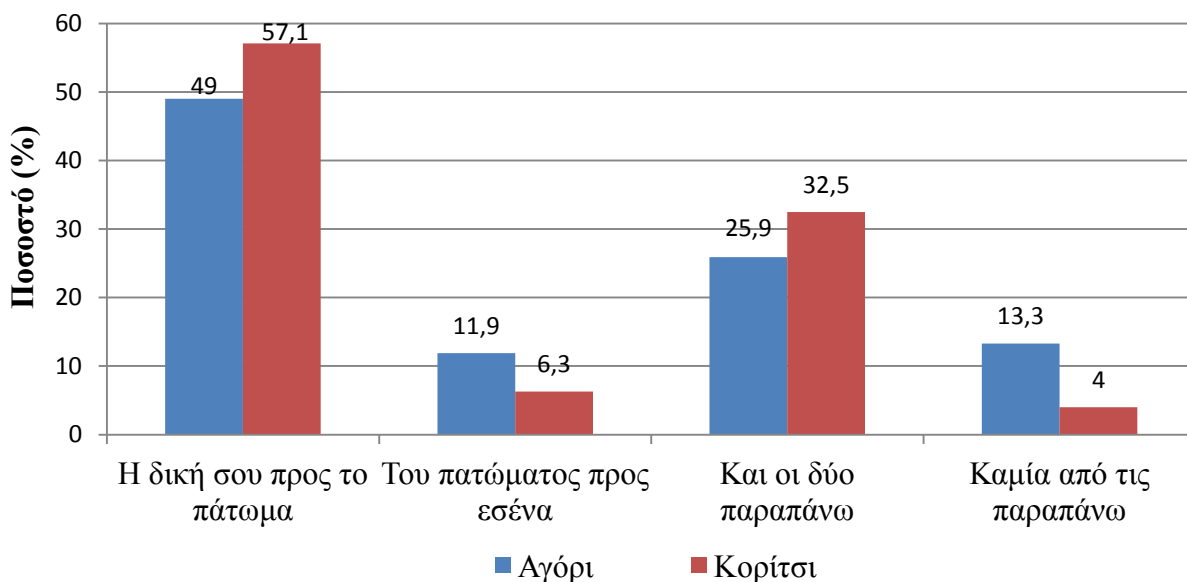
Πίνακας 1.10. Σχέση μεταξύ ερώτησης 10 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Όταν χτυπώ με δύναμη το μέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει	Λάθος	N	92	85	177
		%	64,3%	67,5%	65,8%
	Σωστό	N	51	41	92
		%	35,7%	32,5%	34,2%
Total		N	143	126	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

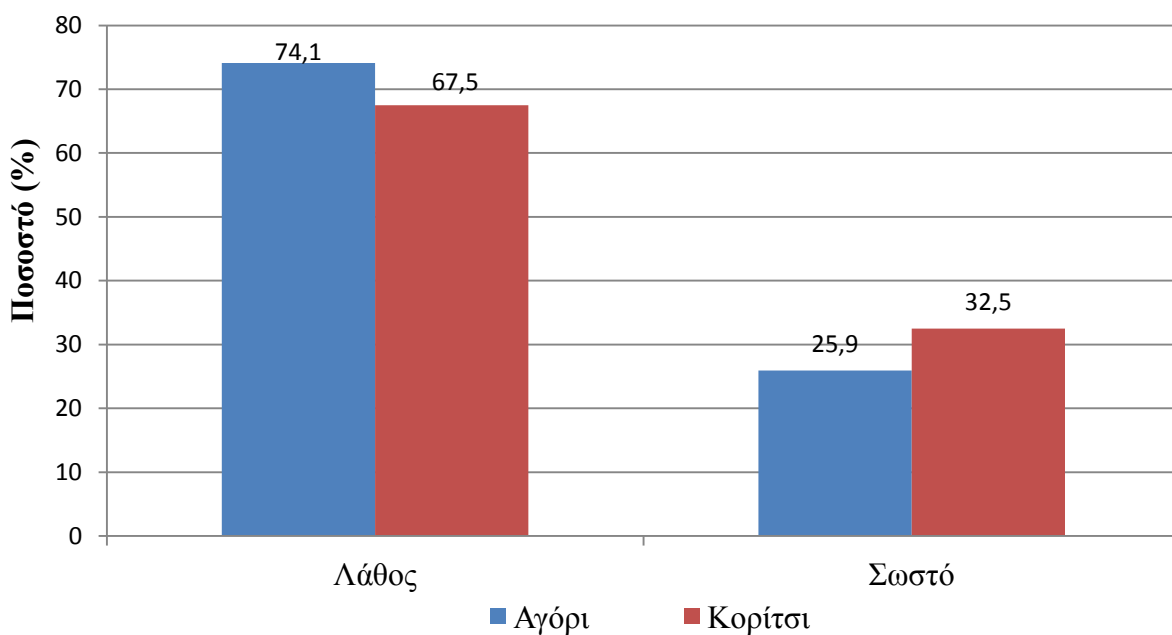
Chi-Square= 0,291 df=1 p=0,590

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 1.10.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 10, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=0,291$, $p=0,590$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 10 δεν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Το ίδιο συμβαίνει και με την ερώτηση 11, «Στην πρωινή προσευχή όταν στέκεσαι ακίνητος, ποιες δυνάμεις υπάρχουν», οι απαντήσεις της οποίας αποτυπώνονται συναρτήσει του φύλου των μαθητών, στο Σχήμα 1.11.A. αναλυτικά και στο 1.11.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 1.11.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 11



Σχήμα 1.11.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 11

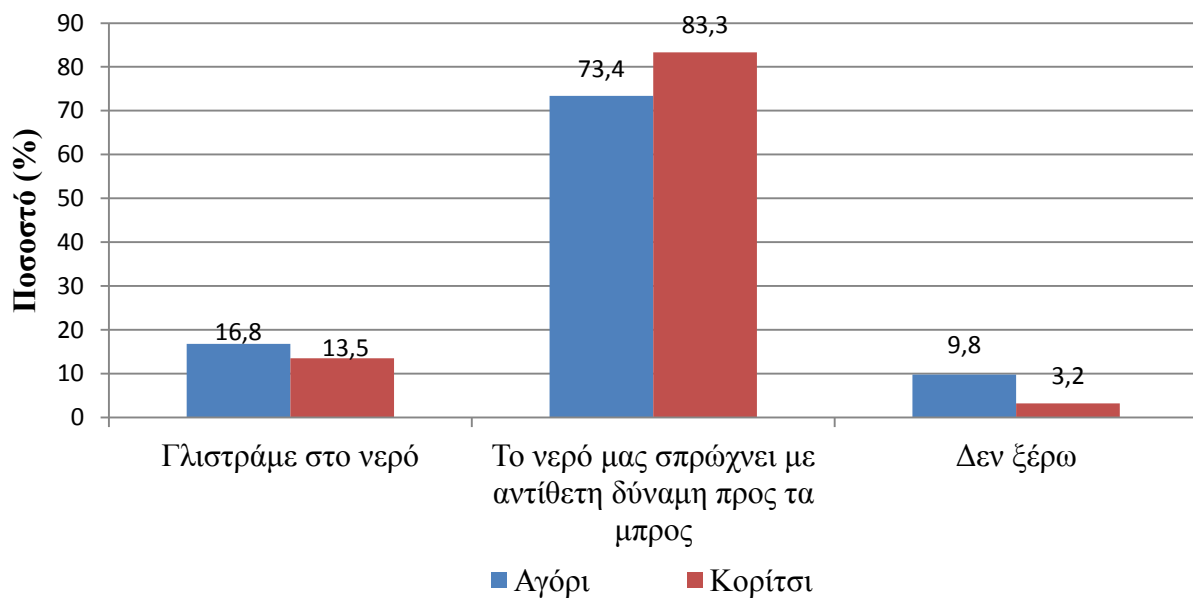
Πίνακας 1.11. Σχέση μεταξύ ερώτησης 11 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Στην πρωινή προσευχή όταν στέκεσαι ακίνητος, ποιές δυνάμεις υπάρχουν	Λάθος	N %	106 74,1%	85 67,5%	191 71,0%
	Σωστό	N %	37 25,9%	41 32,5%	78 29,0%
Total		N %	143 100,0%	126 100,0%	269 100,0%

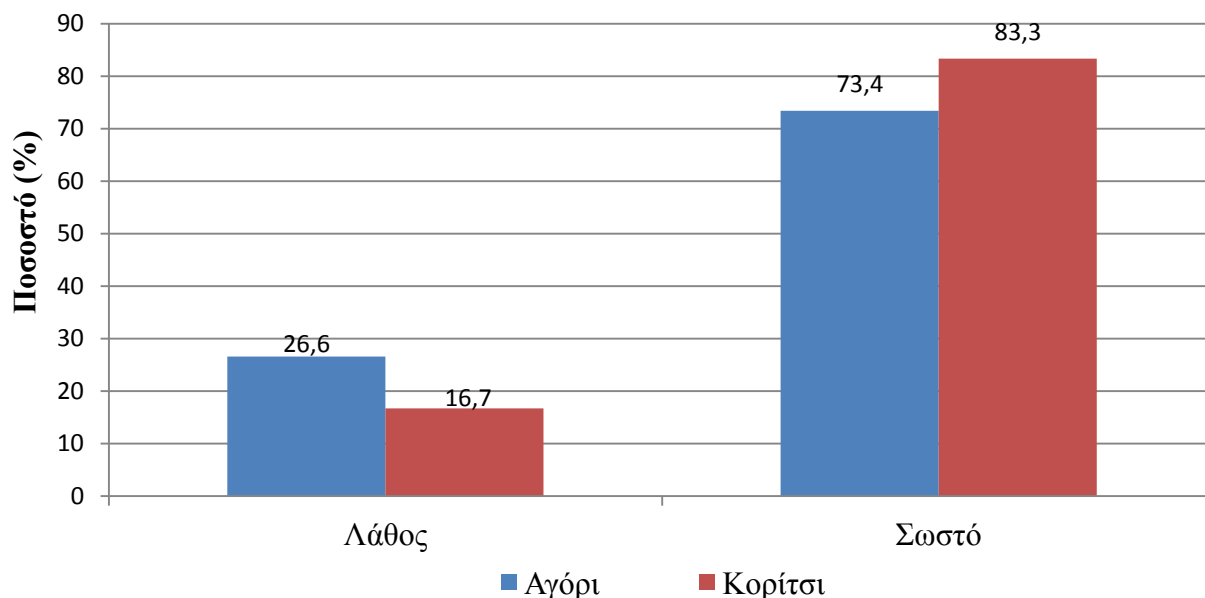
Chi-Square=1,445 df=1 p=0,229

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 1.11.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 11, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=1,445, p=0,229$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 11 δεν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 12, «Όταν κολυμπάμε, με τα χέρια σπρώχνουμε το νερό προς τα πίσω κι εμείς πάμε εμπρός επειδή», συναρτήσει του φύλου των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 1.12.A. αναλυτικά και στο 1.12.B. συνεπτηγμένα.



Σχήμα 1.12.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 12



Σχήμα 1.12.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 12

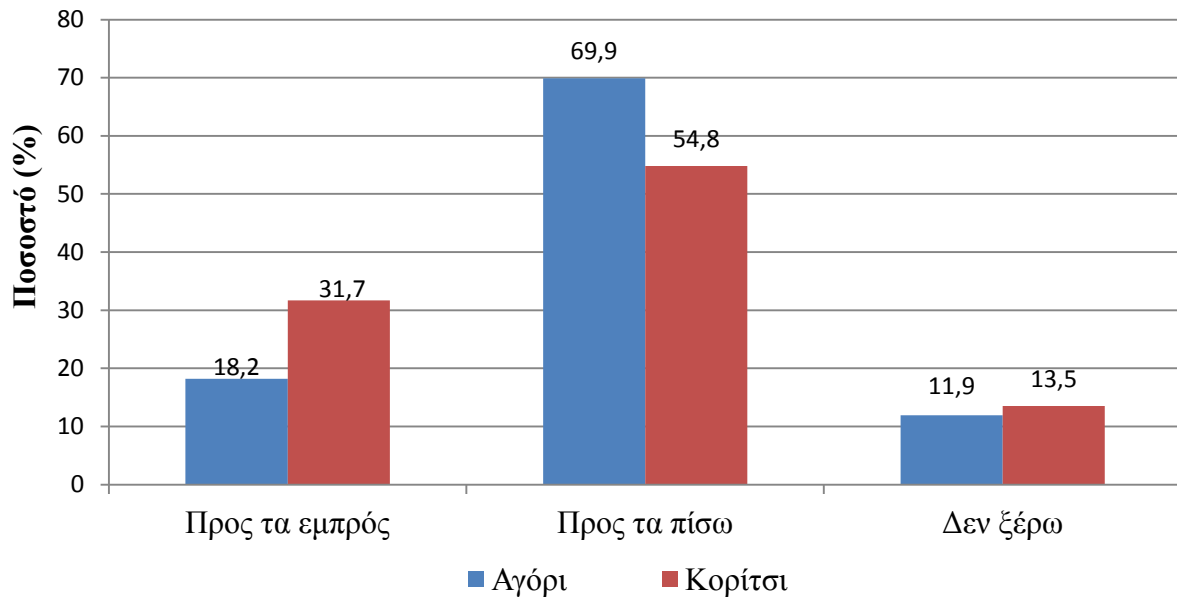
Πίνακας 1.12. Σχέση μεταξύ ερώτησης 12 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Όταν κολυμπάμε, με τα χέρια σπρώχνουμε το νερό προς τα πίσω κι εμείς πάμε εμπρός επειδή	Λάθος	N	38	21	59
	%		26,6%	16,7%	21,9%
	Σωστό	N	105	105	210
	%		73,4%	83,3%	78,1%
Total		N	143	126	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

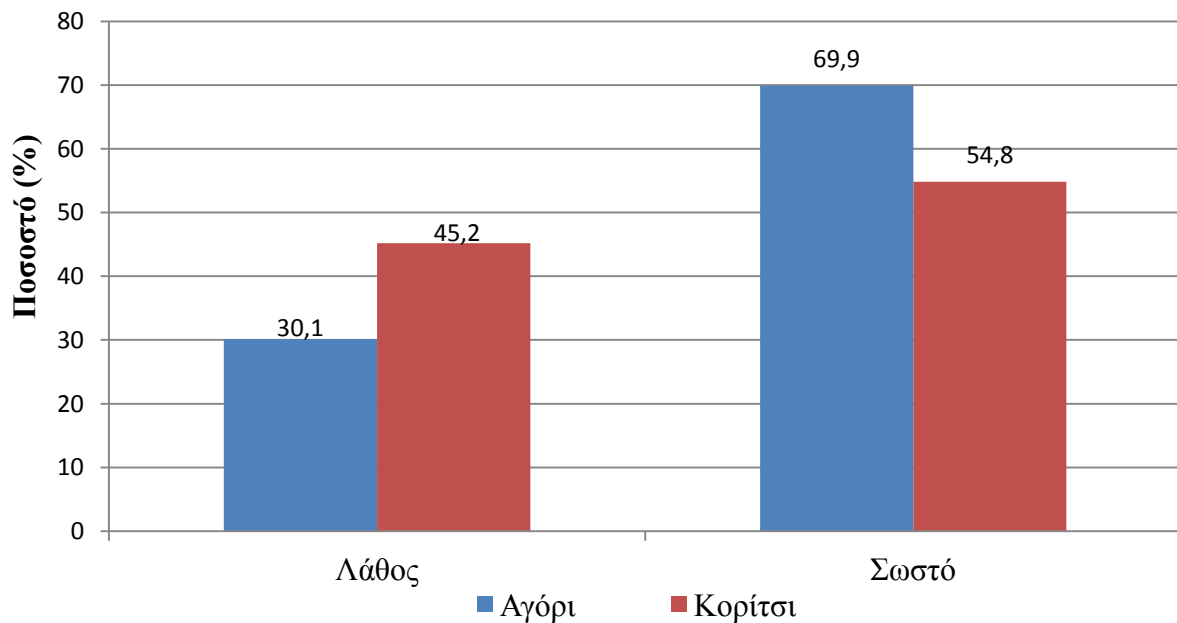
Chi-Square=3,839 df=1 p=0,050

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 12, οριακά έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=3,839$, $p=0,050$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 12 δε μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα αν εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Τέλος, οι απαντήσεις στην ερώτηση 13, «Όταν περπατάμε σπρώχνουμε το έδαφος», συναρτήσει του φύλου των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 1.13.A. αναλυτικά και στο 1.13.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 1.13.Α. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 13



Σχήμα 1.13.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 13

Πίνακας 1.13. Σχέση μεταξύ ερώτησης 13 και φύλου

			Φύλο		Total
			Αγόρι	Κορίτσι	
Όταν περπατάμε σπρώχνουμε το έδαφος	Λάθος	N %	43 30,1%	57 45,2%	100 37,2%
	Σωστό	N %	100 69,9%	69 54,8%	169 62,8%
Total		N %	143 100,0%	126 100,0%	269 100,0%

Chi-Square=6,598 df=1 p=0,010

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 13, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με το φύλο, $\chi^2(1, N=269)=6,598$, $p=0,010$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 13 εξαρτάται από το φύλο του/της μαθητή/τριας.

Πίνακας 1.14.

Στατιστική διαφορά στις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου για τις ομάδες έρευνας «Αγόρια και κορίτσια»

Ερώτηση	χ^2		df		p		Διαφορά	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	1,295	0,740	3	1	0,730	0,390	Τ.Δ.	Τ.Δ.
2	0,391	0,209	2	1	0,823	0,647	Τ.Δ.	Τ.Δ.
3	5,274	3,992	2	1	0,072	0,046	Τ.Δ.	Σ.Δ.
4	3,517	0,207	3	1	0,319	0,649	Τ.Δ.	Τ.Δ.
5	0,853	0,028	3	1	0,837	0,868	Τ.Δ.	Τ.Δ.
6	1,390	0,283	3	1	0,708	0,594	Τ.Δ.	Τ.Δ.
7	1,951	0,363	3	1	0,583	0,547	Τ.Δ.	Τ.Δ.
8	2,171	1,482	3	1	0,538	0,223	Τ.Δ.	Τ.Δ.
9	3,601	1,523	2	1	0,165	0,217	Τ.Δ.	Τ.Δ.
10	0,291	0,291	1	1	0,590	0,590	Τ.Δ.	Τ.Δ.
11	10,608	1,445	3	1	0,014	0,229	Σ.Δ.	Τ.Δ.
12	5,699	3,839	2	1	0,058	0,050	Τ.Δ.	Σ.Δ. όριο
13	7,612	6,598	2	1	0,022	0,010	Σ.Δ.	Σ.Δ.

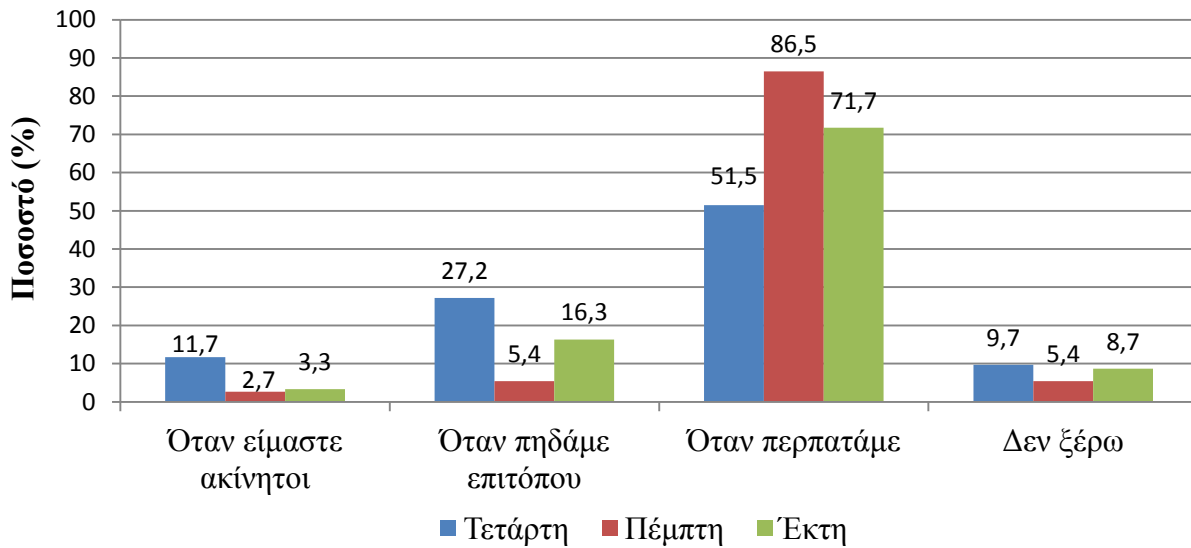
Οι στήλες A αφορούν τις περιπτώσεις που δεν υπήρξε συγχώνευση των απαντήσεων, ενώ οι στήλες B αφορούν τις περιπτώσεις που είχαμε συγχώνευση των απαντήσεων σε «Σωστό» και «Λάθος»

Όπως βλέπουμε και στη στήλη B του συγκεντρωτικού πίνακα (Πίνακας 1.14) οι απαντήσεις σε 10 ερωτήσεις αγοριών και κοριτσιών έχουν τυχαία διακύμανση, ενώ 3 (εκ των οποίων οι 2 οριακά) εμφανίζουν στατιστική διαφορά. Από αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε πως δεν εξαρτώνται οι απαντήσεις από το φύλο του/της μαθητή/τριας. Επομένως και σε συνδιασμό με τα αποτελέσματα της ερώτησης «Αν αρέσει η Φυσική» συναρτήσει του φύλου, βλέπουμε πως το φύλο του/της μαθητή/τριας δεν επηρεάζει ούτε το κατά πόσο αρέσει η Φυσική, αλλά ούτε και τις απαντήσεις στις ερωτήσεις της Φυσικής. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με έρευνες, που όπως είδαμε και στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, δείχνουν πως

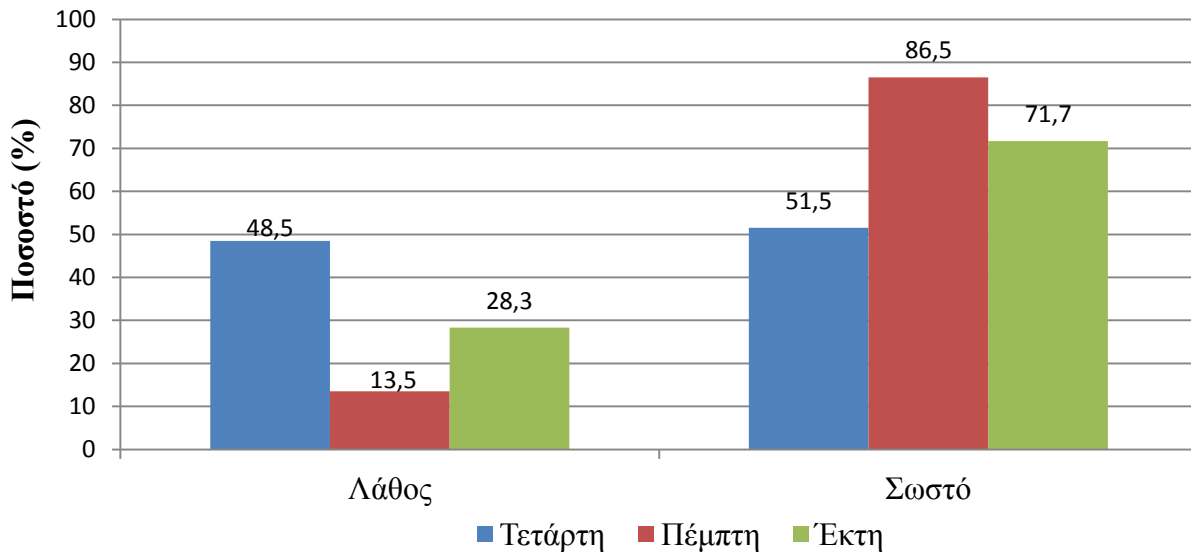
συχνά παρατηρείται μια διαφορετική στάση απέναντι σε θέματα των φυσικών επιστημών, ανάλογα με το φύλο του μαθητή, με τις περισσότερες έρευνες να θέτουν τα αγόρια σε πλεονεκτικότερη θέση (Soerensen, 1991. Sjoberg & Imsen, 1998. Kahle, 1998 στο Tveita, 1999, p. 134). Κάτι τέτοιο δεν επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα της δικής μας έρευνας.

4.2. Ερωτήσεις Φυσικής σε σχέση με την τάξη (Δ', Ε', ΣΤ')

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 1, «Πότε εμφανίζεται η δύναμη της τριβής», συναρτήσει αυτή τη φορά της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.1.A. αναλυτικά και στο 2.1.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.1.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 1



Σχήμα 2.1.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 1

Στο παραπάνω ραβδόγραμμα παρατηρούμε πως από το 51% που είναι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων στη Δ' Δημοτικού, στην Ε' το ποσοστό αυξάνεται σε 86,5%, ενώ στη Στ' υπάρχει μείωση της τάξης του 14,8% σε σχέση με την Ε'. Αυτό σημαίνει πως μετά τη διδασκαλία της έννοιας της τριβής οι μαθητές φαίνεται να δίνουν πιο σωστές απαντήσεις, πράγμα το οποίο δε διατηρείται στον ίδιο βαθμό ένα χρόνο αργότερα.

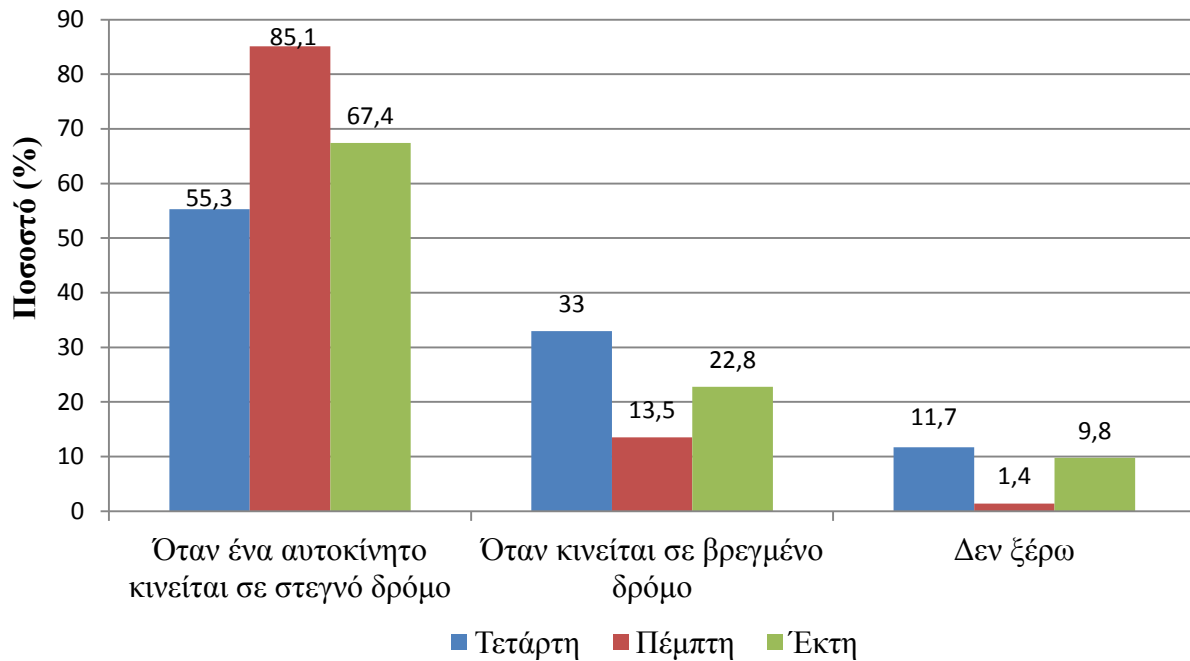
Πίνακας 2.1. Σχέση μεταξύ ερώτησης 1 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Πότε εμφανίζεται η δύναμη της τριβής	Λάθος	N %	50 48,5%	10 13,5%	26 28,3%	86 32,0%
	Σωστό	N %	53 51,5%	64 86,5%	66 71,7%	183 68,0%
Total		N %	103 100,0%	74 100,0%	92 100,0%	269 100,0%

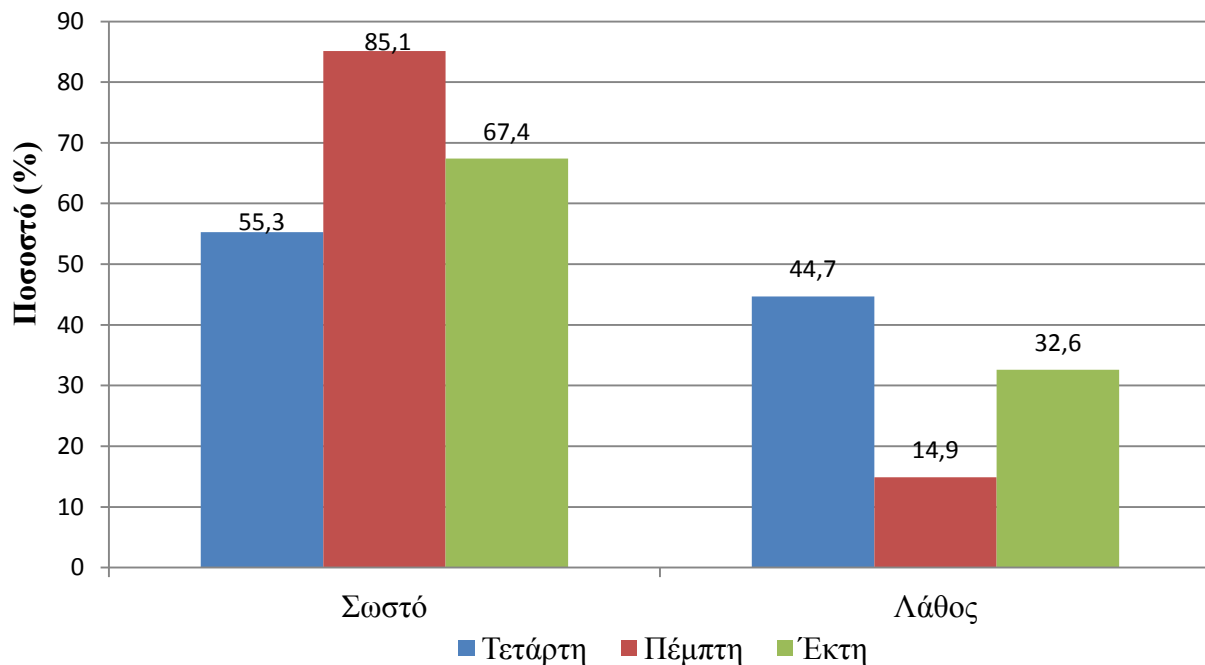
Chi-Square=25,181 df=2 p=0,000

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 2.1.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 1, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=25,181, p=0,000$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 1 εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Στην έννοια της τριβής αναφέρεται και η ερώτηση 2, «Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη τριβής», οι απαντήσεις της οποίας αποτυπώνονται συναρτήσει της τάξης των μαθητών, στο Σχήμα 2.2.A. αναλυτικά και στο 2.2.B. συνεπτυγμένα. Σε παρόμοια αποτελέσματα με την προηγούμενη ερώτηση οδηγούμαστε και σε αυτή την περίπτωση όπου το ποσοστό των σωστών απαντήσεων από τη Δ' στην Ε' βελτιώνεται και στη συνέχεια μειώνεται ένα χρόνο μετά, δηλαδή στη Στ'.



Σχήμα 2.2.Α. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 2



Σχήμα 2.2.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 2

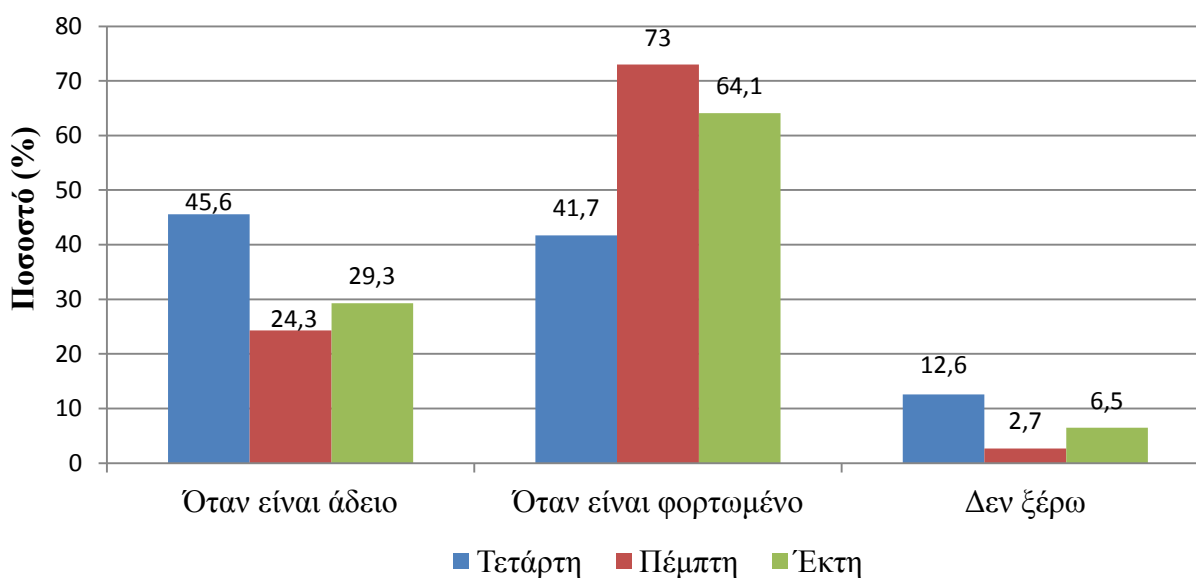
Πίνακας 2.2. Σχέση μεταξύ ερώτησης 2 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη τριβής	Σωστό	N %	57 55,3%	63 85,1%	62 67,4%	182 67,7%
	Λάθος	N %	46 44,7%	11 14,9%	30 32,6%	87 32,3%
Total		N %	103 100,0%	74 100,0%	92 100,0%	269 100,0%

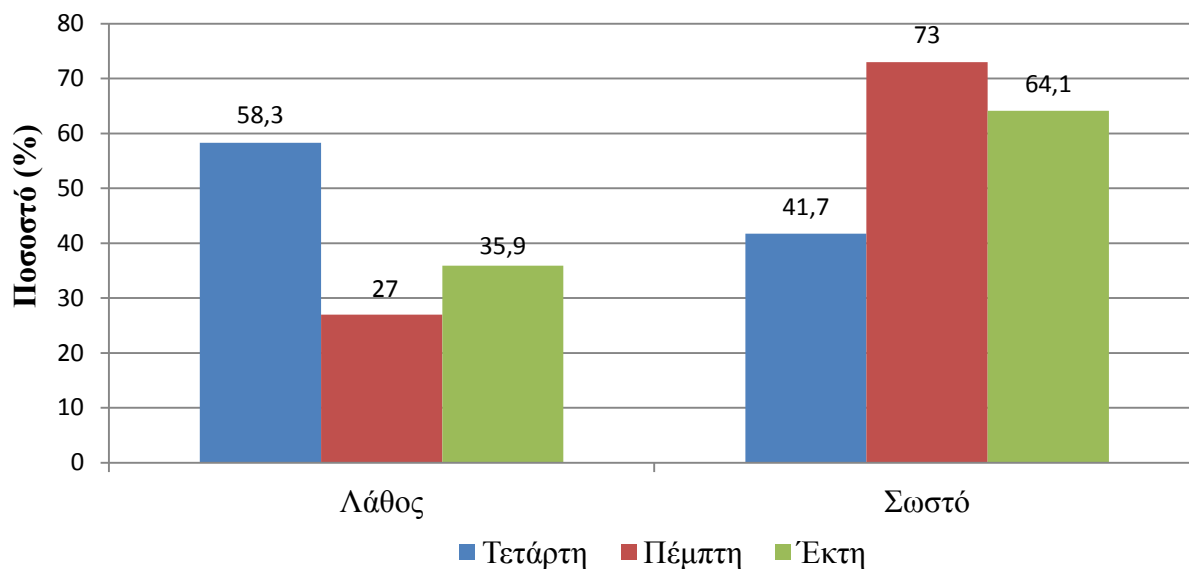
Chi-Square=17,475 df=2 p=0,000

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 2.2.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 2, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=17,475$, $p=0,000$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 2 εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 3, «Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο», συναρτήσει της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.3.A. αναλυτικά και στο 2.3.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.3.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 3



Σχήμα 2.3.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 3

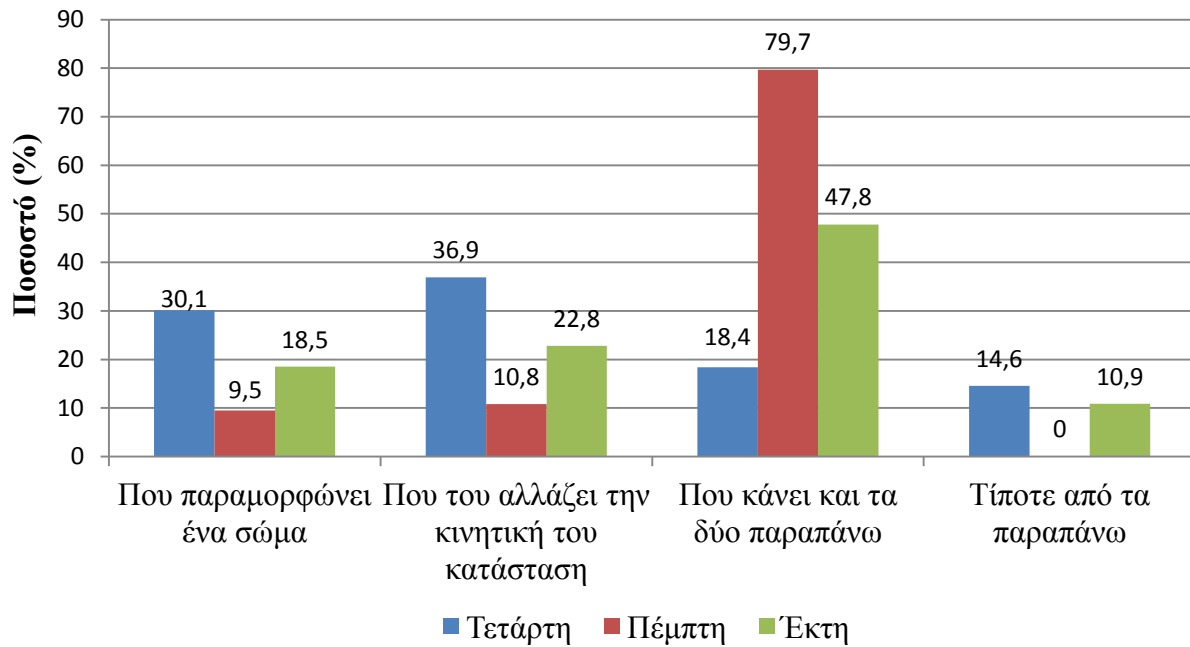
Πίνακας 2.3. Σχέση μεταξύ ερώτησης 3 και τάξης

				Τάξη			Total
				Δ	Ε	ΣΤ	
Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο	Λάθος	N	60	20	33	113	
		%	58,3%	27,0%	35,9%	42,0%	
	Σωστό	N	43	54	59	156	
		%	41,7%	73,0%	64,1%	58,0%	
Total		N	103	74	92	269	
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

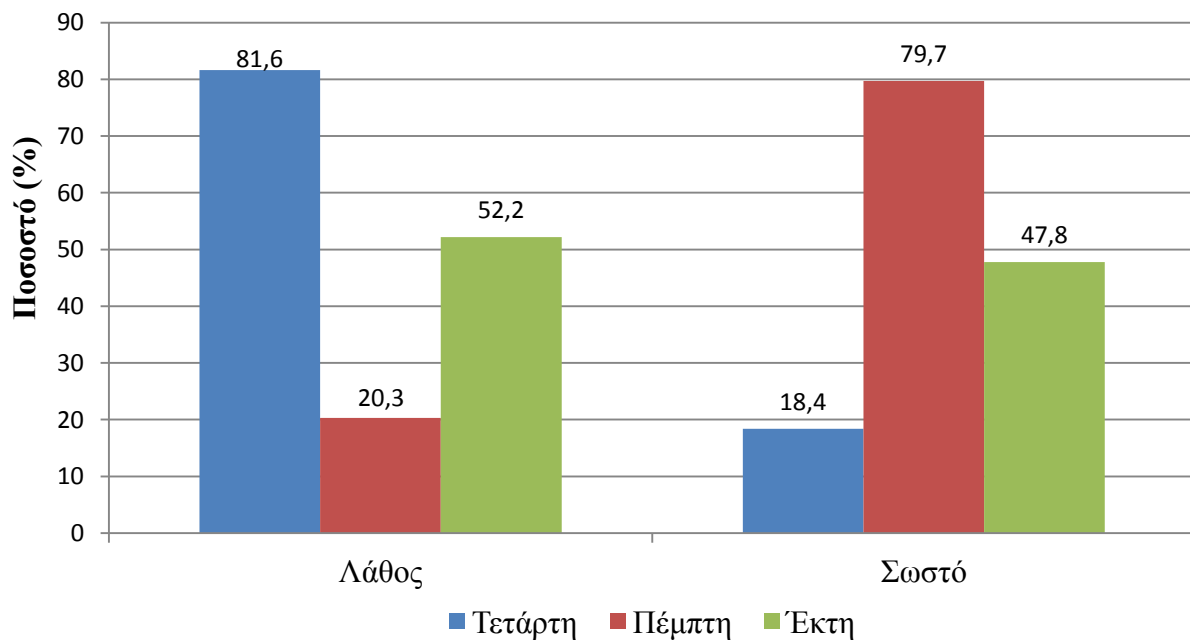
Chi-Square=19,397 df=2 p=0,000

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 2.3.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 3, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=19,397$, $p=0,000$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 3 εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Εν συνεχεία, οι απαντήσεις στην ερώτηση 4, «Δύναμη λέγεται η αιτία», συναρτήσκει της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.4.A. αναλυτικά και στο 2.4.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.4.Α. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 4



Σχήμα 2.4.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 4

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της ερώτησης 4, όπου γίνονται εμφανείς οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στο τι είναι δύναμη. Μάλιστα, λίγο μεγαλύτερο φαίνεται να είναι σε όλες τις τάξεις το ποσοστό των λάθος απαντήσεων που αντιλαμβάνονται τη δύναμη μέσα από την αλλαγή της κινητικής κατάστασης που προκαλεί, ενώ πολύ μικρό ποσοστό των μαθητών της Δ' δίνει τη σωστή απάντηση που περιλαμβάνει παραμόρφωση και αλλαγή της κινητικής κατάστασης. Το ποσοστό αυτό των σωστών απαντήσεων από 18,4% στη Δ', μεταβάλλεται σε 79,7% στην Ε', φανερώνοντας σημαντική διαφορά, ενώ στη συνέχεια στη ΣΤ' μειώνεται σε 47,8%, σημειώνοντας επίσης σημαντική πτώση.

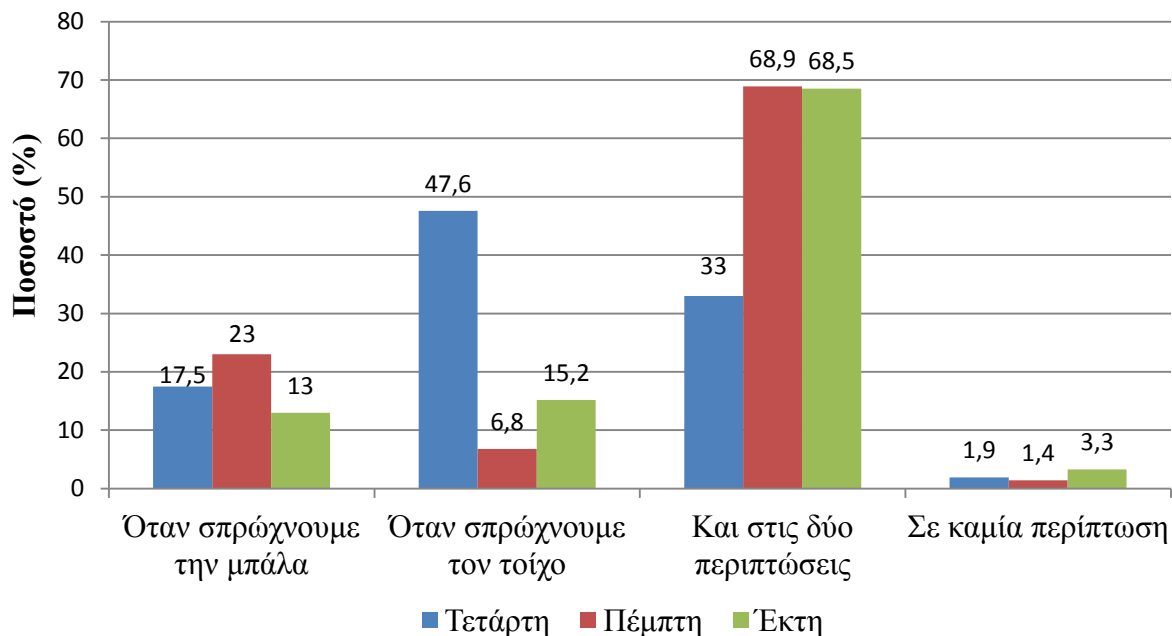
Πίνακας 2.4. Σχέση μεταξύ ερώτησης 4 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Δύναμη λέγεται η αιτία	Λάθος	N	84	15	48	147
		%	81,6%	20,3%	52,2%	54,6%
	Σωστό	N	19	59	44	122
		%	18,4%	79,7%	47,8%	45,4%
Total		N	103	74	92	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

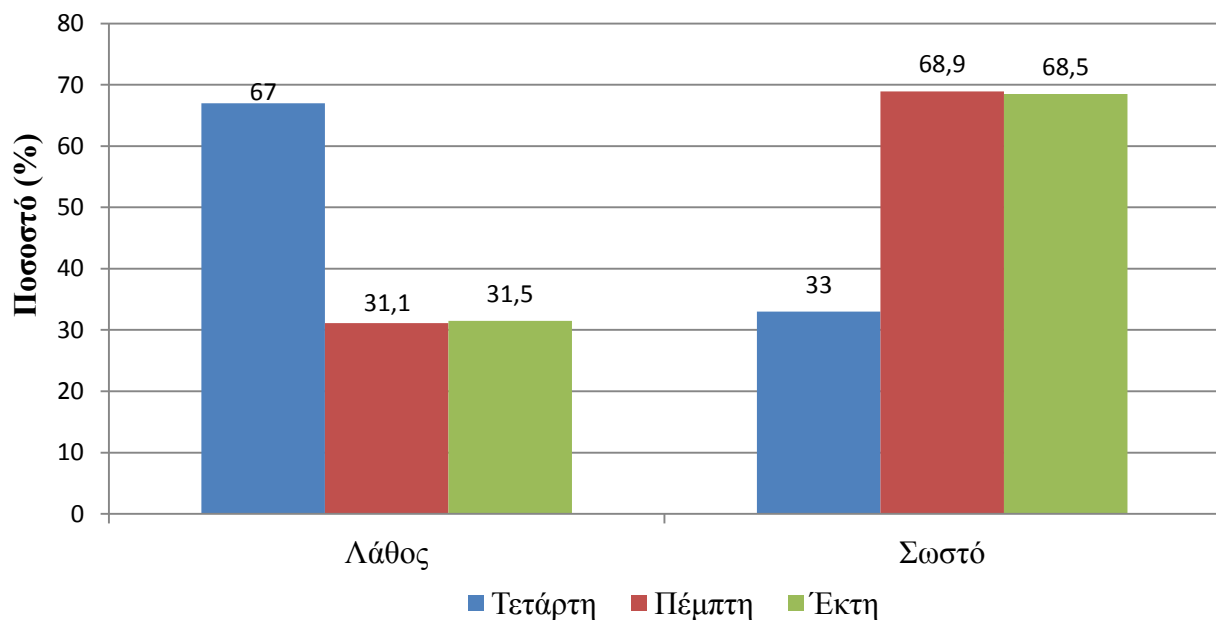
Chi-Square=65,599 df=2 p=0,000

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 2.4.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 4, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=65,599$, $p=0,000$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 4 εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 5, «Σπρώχνουμε μία μπάλα κι αυτή κινείται. Σπρώχνουμε έναν τοίχο και μένει ακίνητος. Σε ποια περίπτωση ασκούμε δύναμη», συναρτήσει της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.5.A. αναλυτικά και στο 2.5.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.5.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 5



Σχήμα 2.5.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 5

Στην παραπάνω περίπτωση αξίζει να σημειώσουμε πως τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων διατηρούνται από Ε' σε ΣΤ', ενώ είναι αρκετά υψηλότερα από αυτά της Δ'.

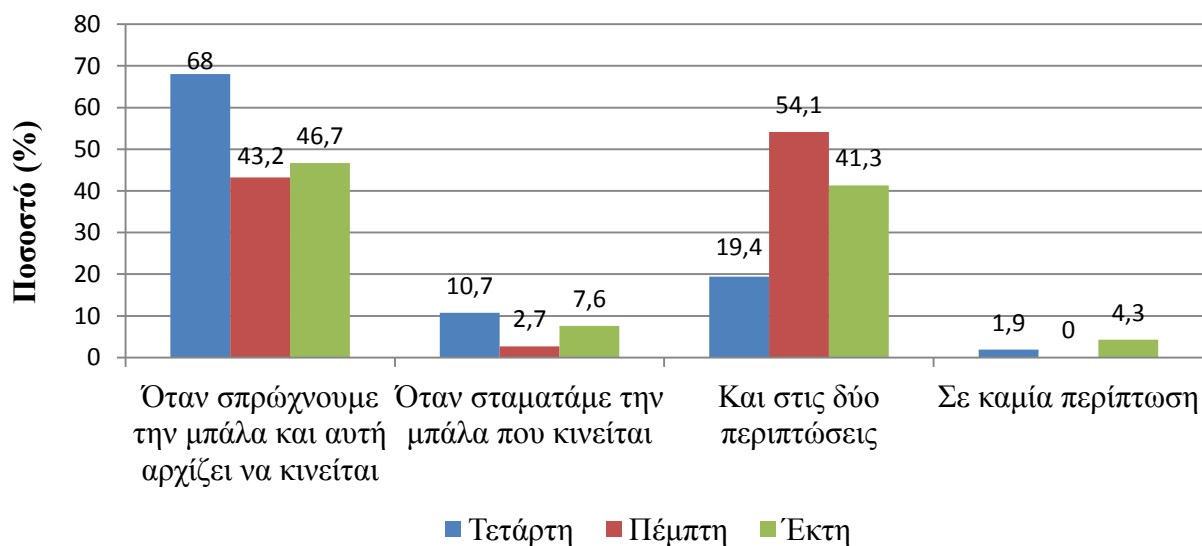
Πίνακας 2.5. Σχέση μεταξύ ερώτησης 5 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Σπρώχνουμε μια μπάλα και αυτή κινείται.	Λάθος	N	69	23	29	121
		%	67,0%	31,1%	31,5%	45,0%
Σπρώχνουμε ένα τοίχο και μένει ακίνητος. Σε ποια περίπτωση ασκούμε δύναμη	Σωστό	N	34	51	63	148
		%	33,0%	68,9%	68,5%	55,0%
Total		N	103	74	92	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

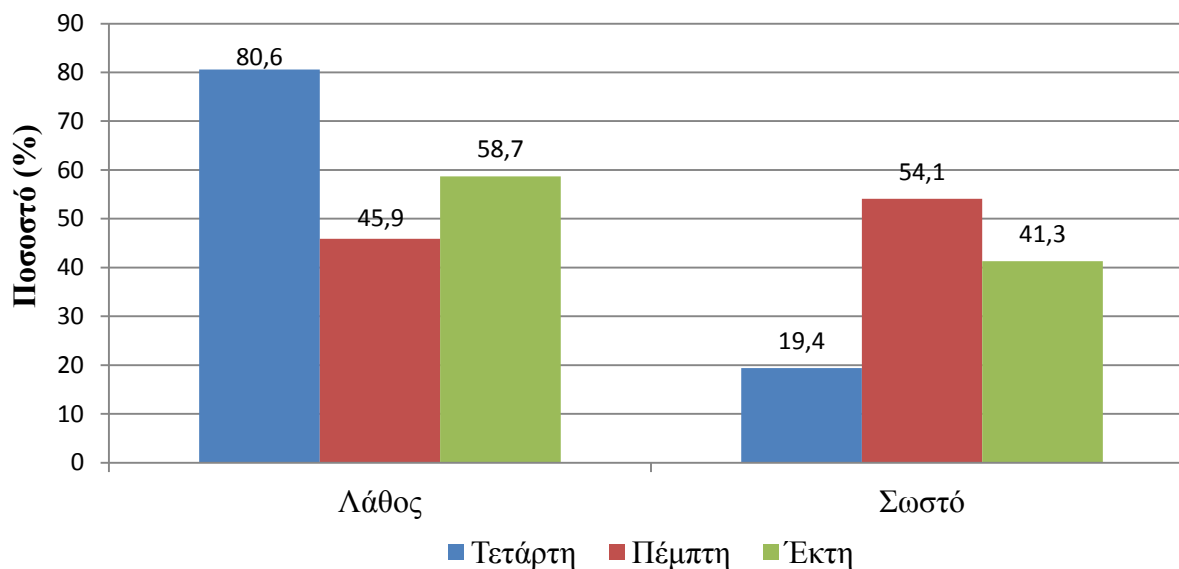
Chi-Square=32,672 df=2 p=0,000

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 2.5.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 5, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=32,672, p=0,000$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 5 εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 6, «Πότε ενεργεί μια δύναμη σε μία μπάλα», συναρτῆσει της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.6.A. αναλυτικά και στο 2.6.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.6.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 6



Σχήμα 2.6.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 6

Στην παραπάνω ερώτηση παρατηρούμε πως τα ποσοστά των λάθος απαντήσεων είναι μεγαλύτερα για Δ' και ΣΤ' απ' ό,τι τα σωστά, ενώ αρκετά υψηλά είναι και τα ποσοστά των λάθος απαντήσεων για την Ε' Δημοτικού. Μάλιστα οι απαντήσεις επικεντρώνονται κυρίως στο γεγονός ότι μια δύναμη ενεργεί σε μια μπάλα όταν την κινεί από την ακινησία, παρά όταν τη σταματά.

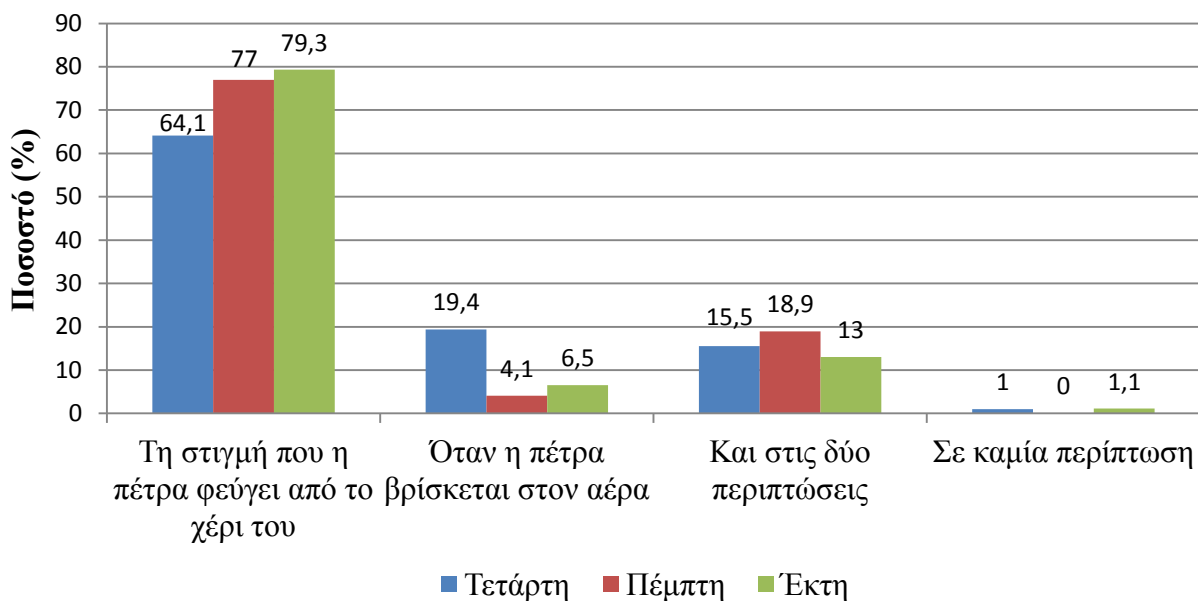
Πίνακας 2.6. Σχέση μεταξύ ερώτησης 6 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Πότε ενεργεί μια δύναμη σε μια μπάλα	Λάθος	N	83	34	54	171
		%	80,6%	45,9%	58,7%	63,6%
	Σωστό	N	20	40	38	98
		%	19,4%	54,1%	41,3%	36,4%
Total		N	103	74	92	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

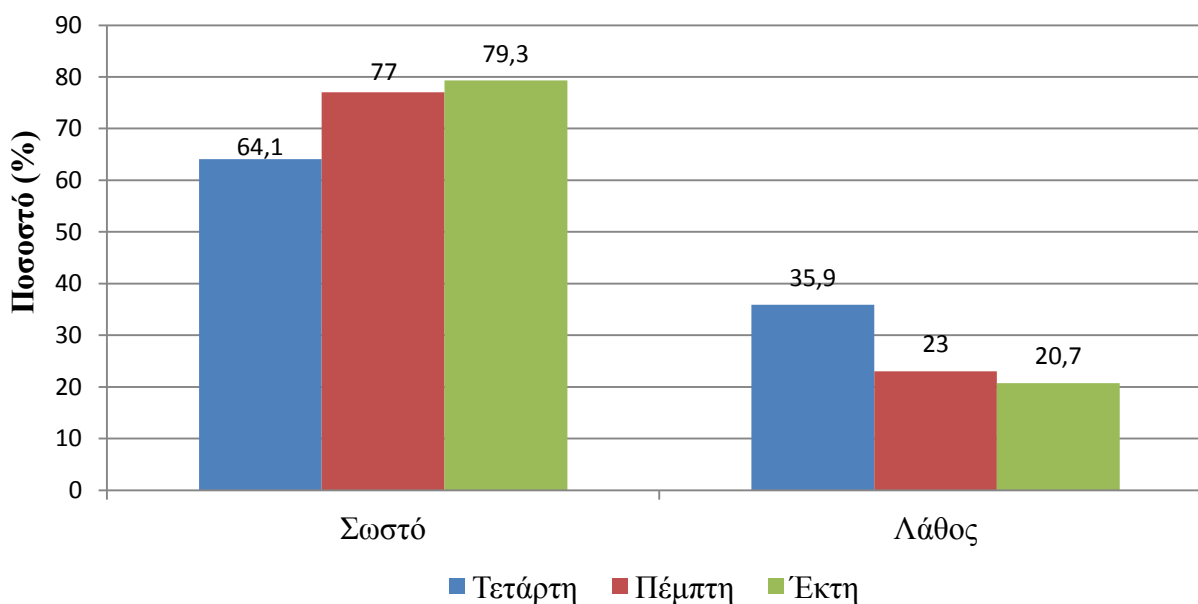
Chi-Square=23,741 df=2 p=0,000

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 (Πίνακας 2.6.), οι απαντήσεις στην ερώτηση 6, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=23,741, p=0,000$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 6 εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Στη συνέχεια, οι απαντήσεις στην ερώτηση 7, «Ένα παιδί πετά μία πέτρα, πότε ασκεί δύναμη», συναρτήσε της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.7.A. αναλυτικά και στο 2.7.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.7.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 7



Σχήμα 2.7.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 7

Παρατηρούμε εδώ πως και για τις τρεις τάξεις τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων είναι αρκετά υψηλά σε σχέση με τα αντίστοιχα των λάθος απαντήσεων, ενώ μάλιστα η ΣΤ' εμφανίζει υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων και από την Ε'. Αυτό σημαίνει πως οι μαθητές αντιλαμβάνονται πως η δύναμη παύει να ενεργεί μετά την επαφή του χεριού με την πέτρα.

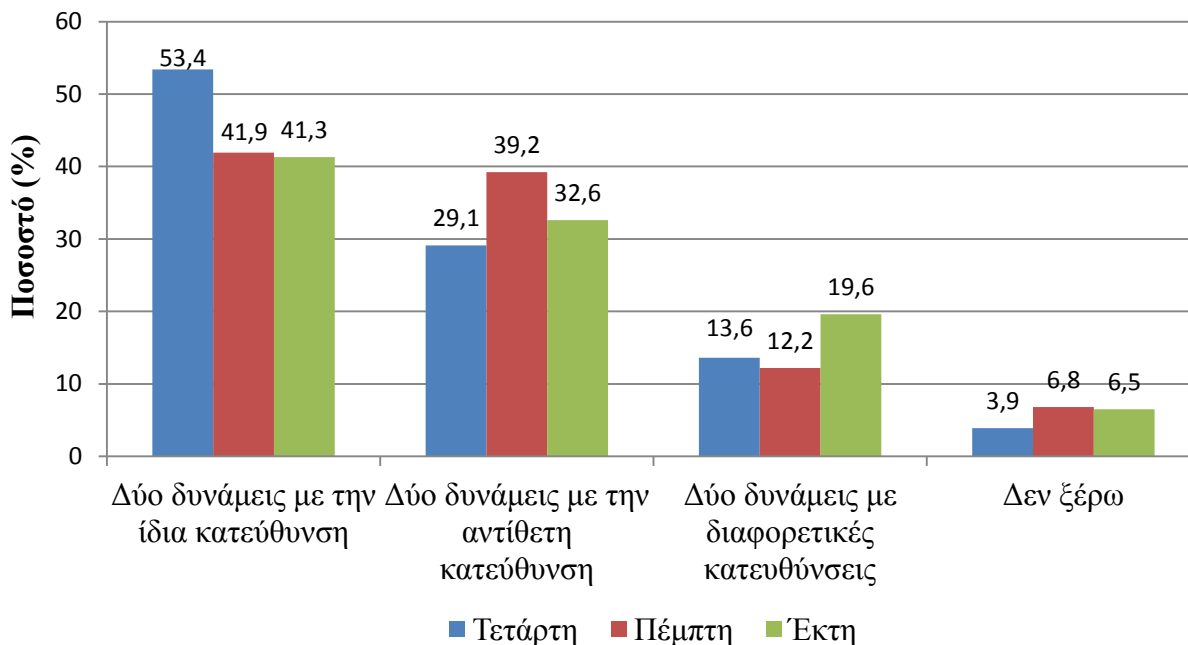
Πίνακας 2.7. Σχέση μεταξύ ερώτησης 7 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Ένα παιδί πετάει μια πέτρα. Πότε ασκεί δύναμη	Σωστό	N	66	57	73	196
		%	64,1%	77,0%	79,3%	72,9%
	Λάθος	N	37	17	19	73
		%	35,9%	23,0%	20,7%	27,1%
Total		N	103	74	92	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

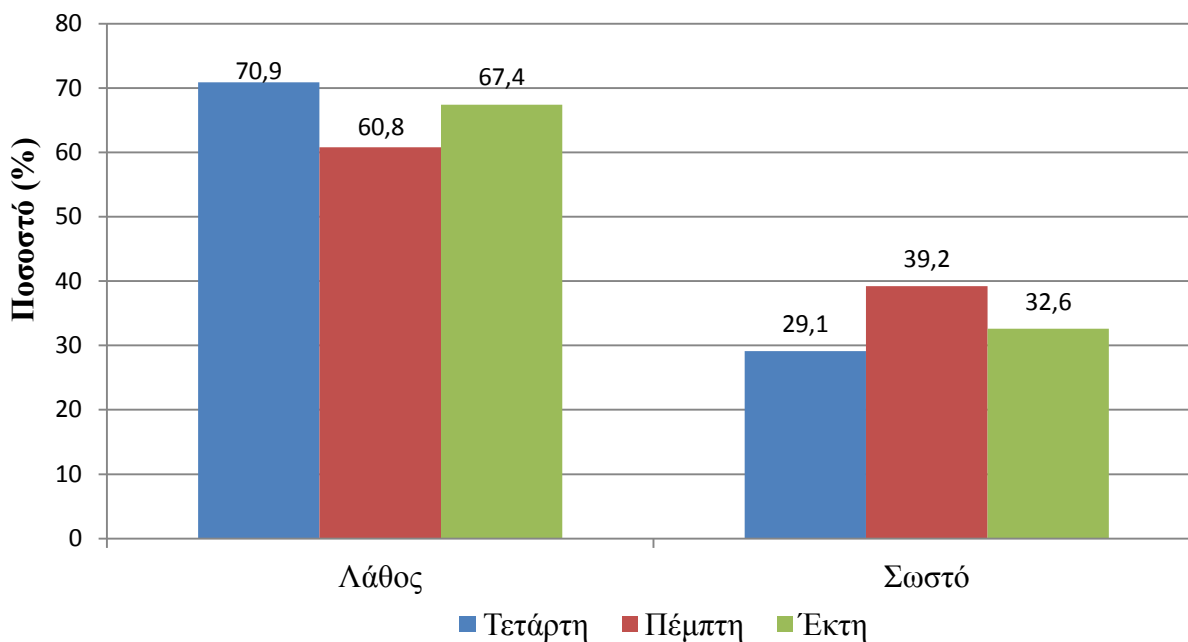
Chi-Square=6,626 df=2 p=0,036

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 7, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=6,626$, $p=0,036$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 7 εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Εν συνεχεία, οι απαντήσεις στην ερώτηση 8, «Συναντάς ένα φίλο σου και τον χαιρετάς χτυπώντας του το χέρι “κόλλα πέντε”». Ασκείται στο χέρι σου και στο χέρι του φίλου σου», συναρτήσει της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.8.A. αναλυτικά και στο 2.8.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.8.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 8



Σχήμα 2.8.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 8

Και για τις τρεις τάξεις τα ποσοστά των λάθος απαντήσεων είναι ιδιαίτερα υψηλά, έναντι των σωστών, που σημαίνει πως οι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με την έννοια της

κατεύθυνσης των δυνάμεων, ακόμα και αυτοί της Ε' όπου σε ποσοστό 60,8% δίνουν λανθασμένες απαντήσεις. Φαίνεται με άλλα λόγια πως οι εναλλακτικές ιδέες πάνω σε αυτό το κομμάτι διατηρούνται και στις τρεις τάξεις.

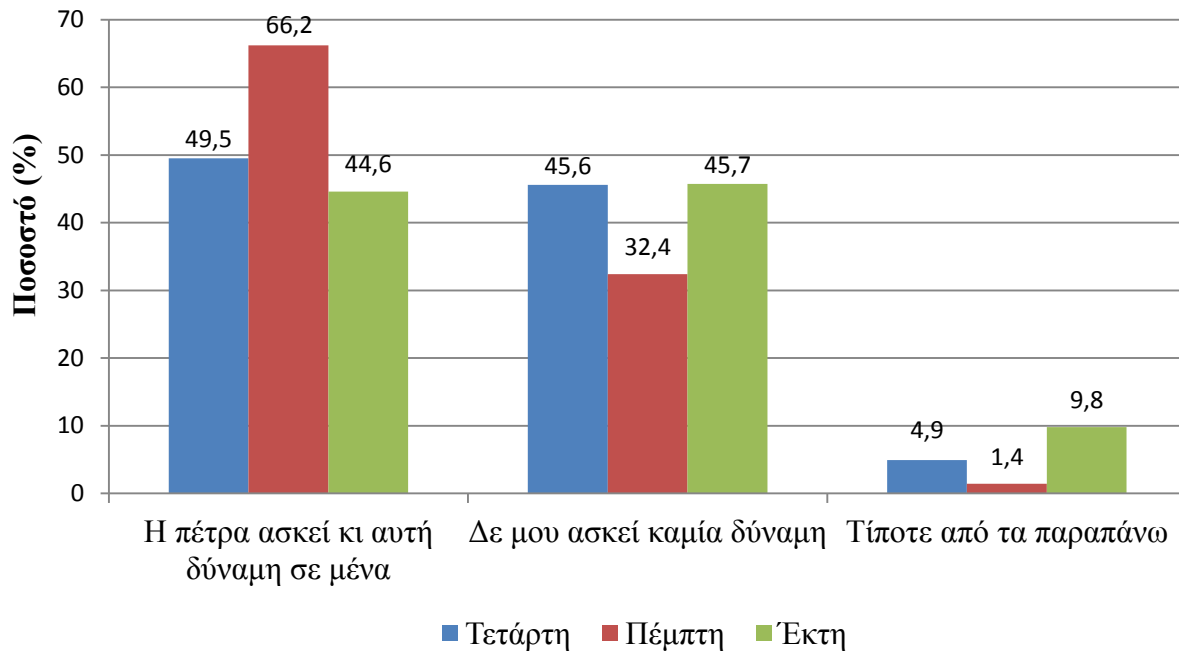
Πίνακας 2.8. Σχέση μεταξύ ερώτησης 8 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Συναντάς ένα φίλο σου και τον χαιρετάς χτυπώντας του το χέρι "κόλλα πέντε". Ασκούνται στο χέρι σου και στο χέρι του φίλου σου	Λάθος	N %	73 70,9%	45 60,8%	62 67,4%	180 66,9%
	Σωστό	N %	30 29,1%	29 39,2%	30 32,6%	89 33,1%
Total		N %	103 100,0%	74 100,0%	92 100,0%	269 100,0%

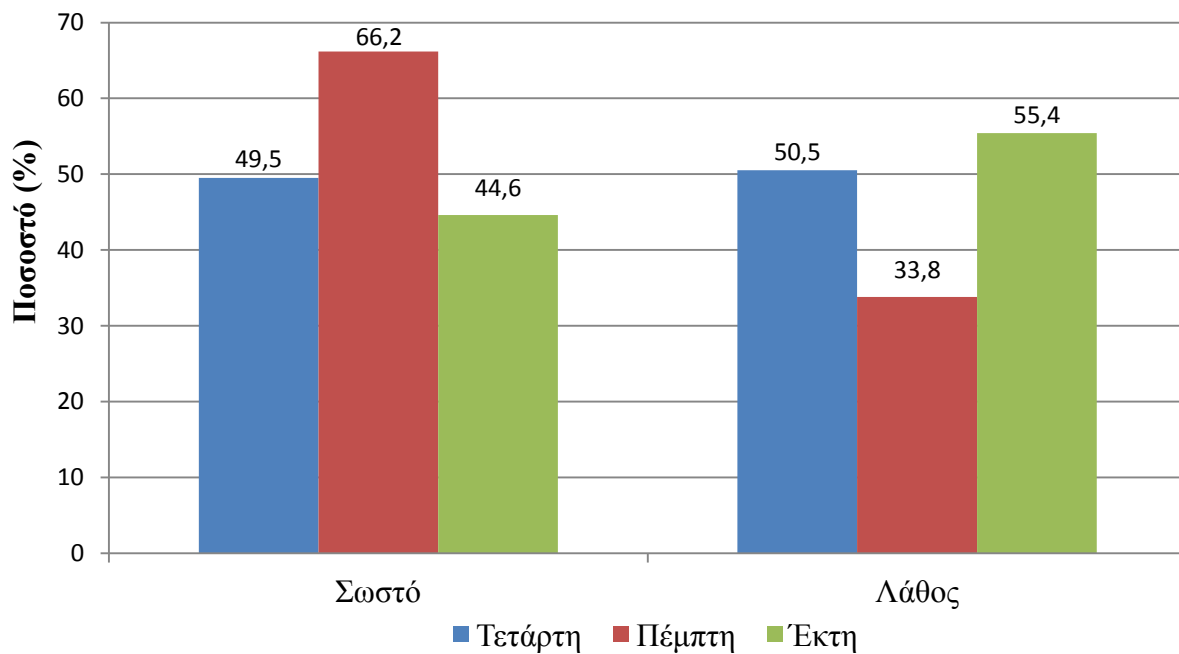
Chi-Square=1,984 df=2 p=0,371

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 8, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=1,984, p=0,371$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 8 δεν εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Στη συνέχεια, οι απαντήσεις στην ερώτηση 9, «Όταν σπρώχνω μια πέτρα», συναρτήσει της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.9.A. αναλυτικά και στο 2.9.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.9.Α. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 9



Σχήμα 2.9.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 9

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, οι μαθητές της Ε' δίνουν σε ποσοστό 66,2% τη σωστή απάντηση, ενώ για τις τάξεις Δ' και ΣΤ' βλέπουμε πως οι εναλλακτικές ιδέες διατηρούνται. Στη ΣΤ' μάλιστα παρουσιάζονται μεγαλύτερα τα ποσοστά των λάθος απαντήσεων ακόμα και από τη Δ'. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ίσως από το γεγονός ότι, οι έννοιες της δράσης-αντίδρασης δεν αποτελούν ενότητα του βιβλίου, και ενδεχομένως οι μαθητές της ΣΤ' να μην είχαν ακούσει καν για τις έννοιες αυτές ένα χρόνο πριν ή ακόμα και αν είχαν ακούσει να μην τις είχαν εμπεδώσει ή να είχαν δημιουργηθεί νέες παρανοήσεις, με αποτέλεσμα ένα χρόνο μετά να επανέρχονται στις πρότερες αντιλήψεις τους.

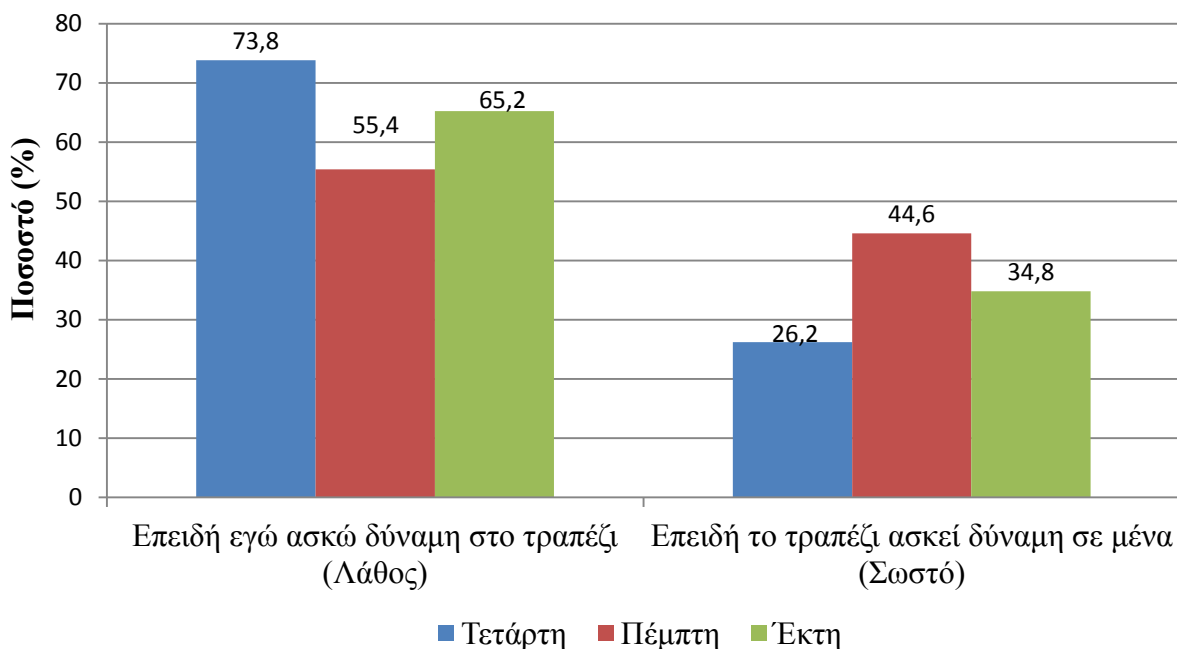
Πίνακας 2.9. Σχέση μεταξύ ερώτησης 9 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Όταν σπρώχνω μια πέτρα	Σωστό	N	51	49	41	141
		%	49,5%	66,2%	44,6%	52,4%
	Λάθος	N	52	25	51	128
		%	50,5%	33,8%	55,4%	47,6%
Total		N	103	74	92	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Square=8,272 df=2 p=0,016

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 9, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=8,272$, $p=0,016$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 9 εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 10, «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει», συναρτήσκει της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.10.



Σχήμα 2.10. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 10

Σε αντίθεση με την προηγούμενη ερώτηση εδώ βλέπουμε πως και για τις τρεις τάξεις τα ποσοστά των λάθος απαντήσεων είναι υψηλότερα από τα αντίστοιχα των σωστών.

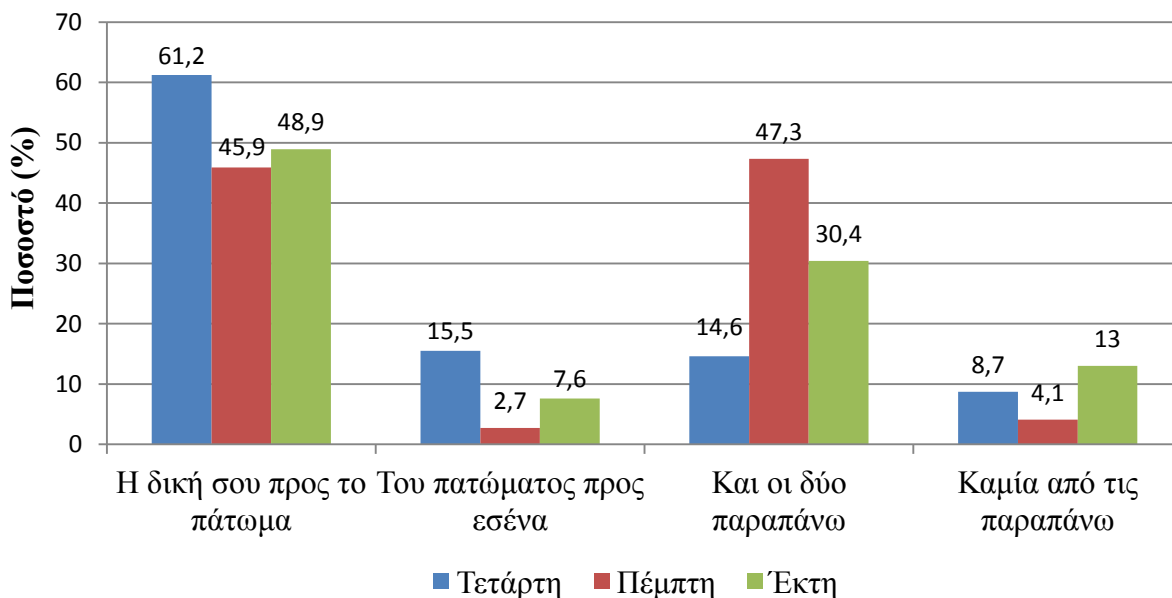
Πίνακας 2.10. Σχέση μεταξύ ερώτησης 10 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Όταν χτυπώ με δύναμη το μέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει	Λάθος	N	76	41	60	177
		%	73,8%	55,4%	65,2%	65,8%
	Σωστό	N	27	33	32	92
		%	26,2%	44,6%	34,8%	34,2%
Total		N	103	74	92	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

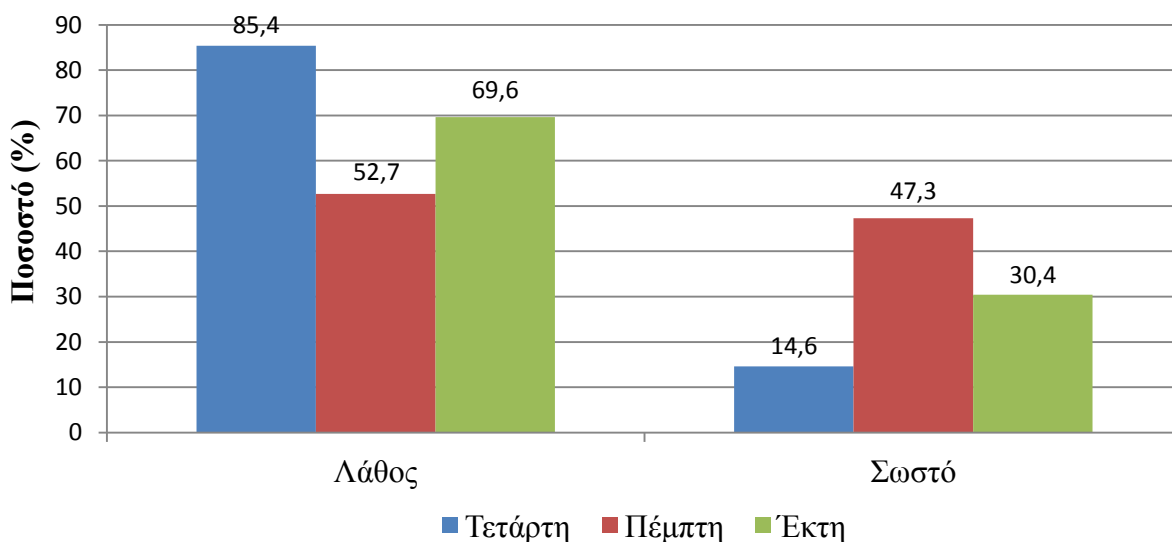
Chi-Square=6,486 df=2 p=0,039

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 10, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=6,486, p=0,039$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 9 εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 11, «Στην πρωινή προσευχή όταν στέκεσαι ακίνητος, ποιες δυνάμεις υπάρχουν», συναρτήσει της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.11.Α. αναλυτικά και στο 2.11.Β. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.11.Α. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 11



Σχήμα 2.11.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 11

Παρόμοια αποτελέσματα με την ερώτηση 10 εμφανίζει και η 11. Οι μαθητές όλων των τάξεων δίνουν σε μεγάλο ποσοστό την απάντηση πως όταν στέκεσαι ακίνητος οι δυνάμεις που

ασκούνται είναι η δική σου προς το πάτωμα, πράγμα το οποίο υποδηλώνει ότι δεν έχουν κατανοήσει τις έννοιες της δράσης-αντίδρασης.

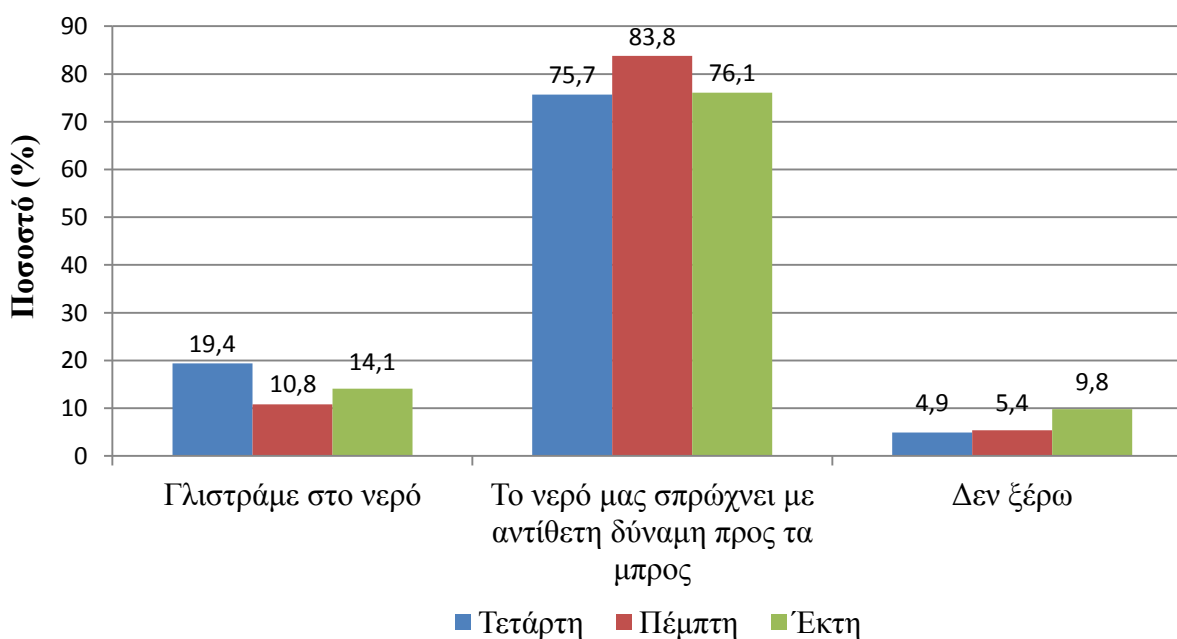
Πίνακας 2.11. Σχέση μεταξύ ερώτησης 11 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Στην πρωινή προσευχή όταν στέκεσαι ακίνητος, ποιές δυνάμεις υπάρχουν	Λάθος	N	88	39	64	191
		%	85,4%	52,7%	69,6%	71,0%
	Σωστό	N	15	35	28	78
		%	14,6%	47,3%	30,4%	29,0%
Total		N	103	74	92	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

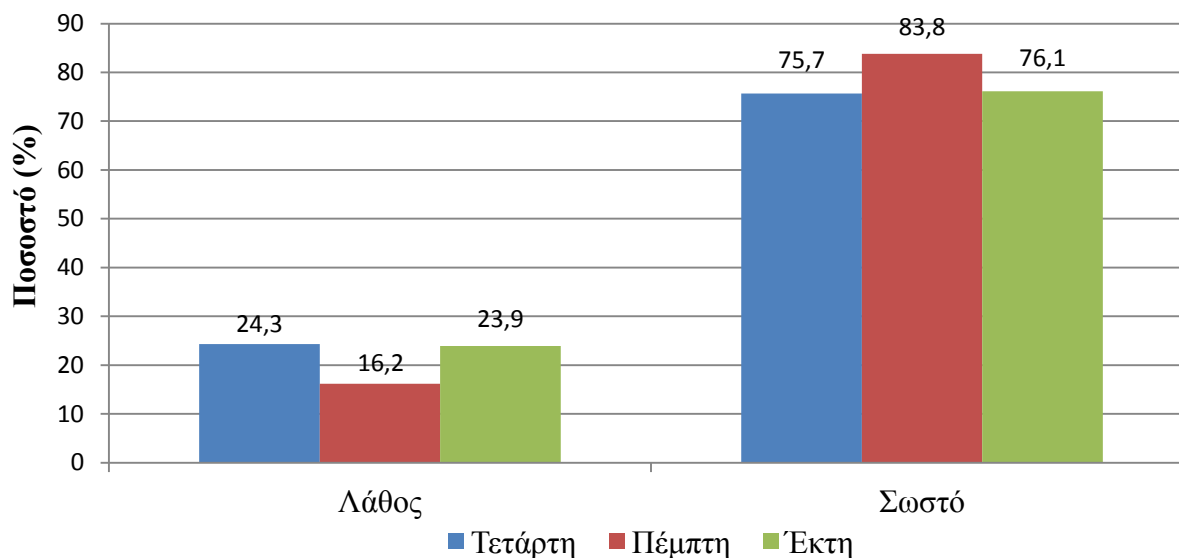
Chi-Square=22,552 df=2 p=0,000

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 11, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=22,552, p=0,000$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 11 εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 12, «Όταν κολυμπάμε, με τα χέρια σπρώχνουμε το νερό προς τα πίσω και εμείς πάμε εμπρός επειδή», συναρτήσκει της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.12.A. αναλυτικά και στο 2.12.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.12.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 12



Σχήμα 2.12.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 12

Τόσο στην ερώτηση 12 όσο και στην ερώτηση 13, όπως θα δούμε παρακάτω, παρόλο που αναφέρονται σε δράση-αντίδραση, τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων για όλες τις τάξεις εμφανίζονται ιδιαίτερα υψηλά. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι έχουν κατακτήσει τις έννοιες της δράσης αντίδρασης απαραίτητα, αν μάλιστα λάβουμε υπόψη και τις απαντήσεις στις παραπάνω ερωτήσεις, ενδεχομένως όμως έδωσαν τις σωστές απαντήσεις γιατί πρόκειται για αποτελέσματα που μπορούν να διαπιστώσουν ευκολότερα στην πραγματικότητα. Όπως και να χει πάντως, γίνεται εμφανές πως στο κομμάτι της δράσης-αντίδρασης επικρατεί σύγχυση στους μαθητές για τους λόγους που εξηγήσαμε και παραπάνω.

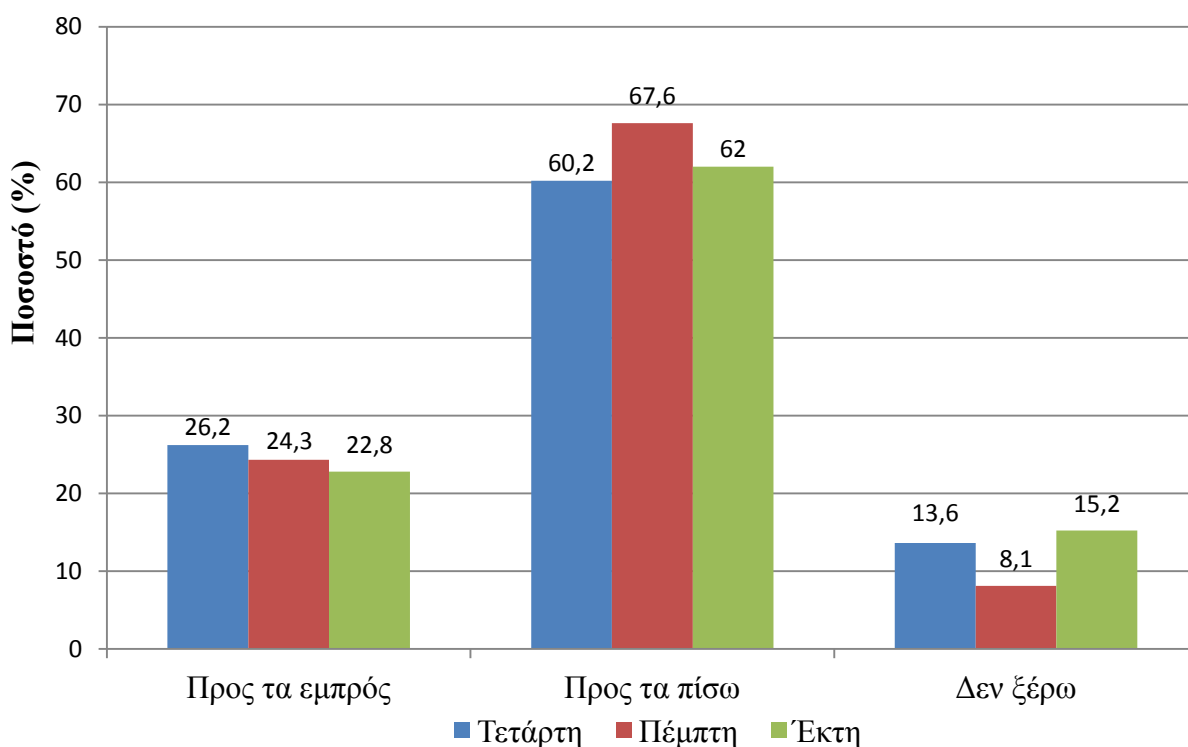
Πίνακας 2.12. Σχέση μεταξύ ερώτησης 12 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Όταν κολυμπάμε, με τα χέρια σπρώχνουμε το νερό προς τα πίσω κι εμείς πάμε εμπρός επειδή	Λάθος	N %	25 24,3%	12 16,2%	22 23,9%	59 21,9%
	Σωστό	N %	78 75,7%	62 83,8%	70 76,1%	210 78,1%
Total		N %	103 100,0%	74 100,0%	92 100,0%	269 100,0%

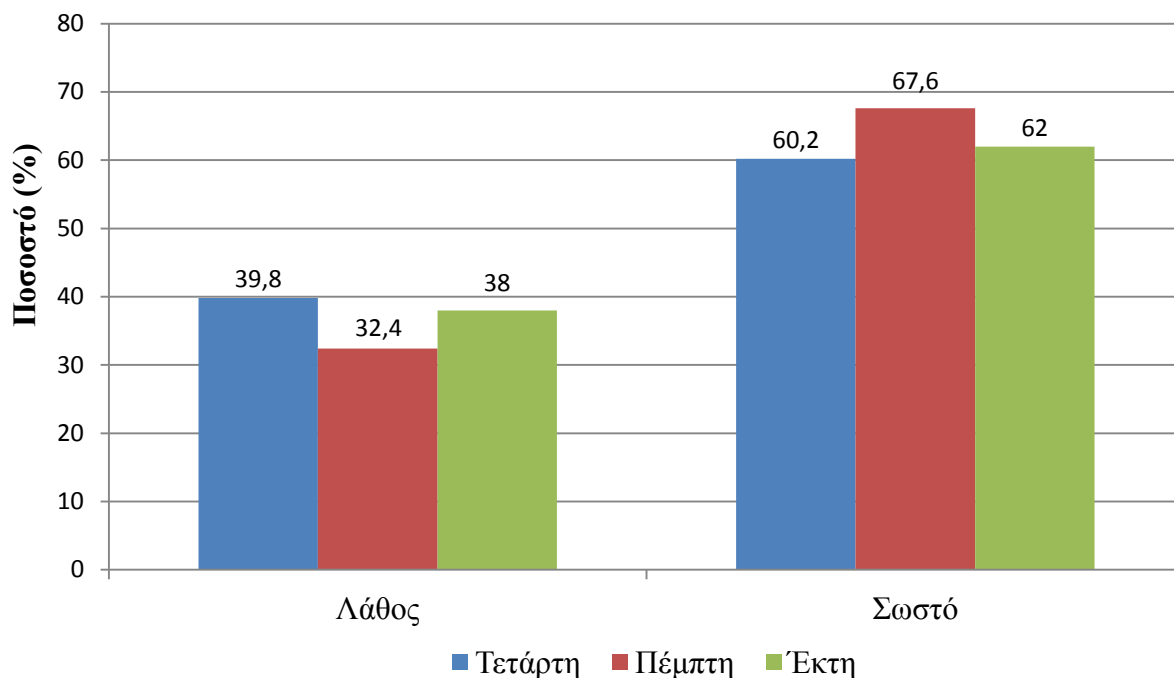
Chi-Square=1,952 df=2 p=0,377

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 12, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=1,952, p=0,377$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 12 δεν εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Τέλος, οι απαντήσεις στην ερώτηση 13, «Όταν περπατάμε σπρώχνουμε το έδαφος», συναρτήσει της τάξης των μαθητών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 2.13.A. αναλυτικά και στο 2.13.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 2.13.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 13



Σχήμα 2.13.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 13

Πίνακας 2.13. Σχέση μεταξύ ερώτησης 13 και τάξης

			Τάξη			Total
			Δ	Ε	ΣΤ	
Όταν περπατάμε σπρώχνουμε το έδαφος	Λάθος	N	41	24	35	100
		%	39,8%	32,4%	38,0%	37,2%
	Σωστό	N	62	50	57	169
		%	60,2%	67,6%	62,0%	62,8%
Total		N	103	74	92	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Square=1,048 df=2 p=0,592

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 13, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(2, N=269)=1,048, p=0,592$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 13 δεν εξαρτάται από την τάξη του/της μαθητή/τριας.

Πίνακας 2.14.

Στατιστική διαφορά στις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου για τις ομάδες έρευνας «Μαθητές Δ', Ε', ΣΤ' Δημοτικού»

Ερώτηση	x ²		df		p		Διαφορά	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	28,396	25,181	6	2	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
2	18,554	17,475	4	2	0,001	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
3	20,550	19,397	4	2	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
4	67,288	65,599	6	2	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
5	51,722	32,672	6	2	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
6	28,533	23,741	6	2	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
7	15,254	6,626	6	2	0,018	0,036	Σ.Δ.	Σ.Δ.
8	5,895	1,984	6	2	0,435	0,371	Τ.Δ.	Τ.Δ.
9	11,548	8,272	4	2	0,021	0,016	Σ.Δ.	Σ.Δ.
10	6,486	6,486	2	2	0,039	0,039	Σ.Δ.	Σ.Δ.
11	30,077	22,552	6	2	0,000	0,000	Σ.Δ.	Σ.Δ.
12	4,650	1,952	4	2	0,325	0,377	Τ.Δ.	Τ.Δ.
13	2,378	1,048	4	2	0,667	0,592	Τ.Δ.	Τ.Δ.

Οι στήλες A αφορούν τις περιπτώσεις που δεν υπήρξε συγχώνευση των απαντήσεων, ενώ οι στήλες B αφορούν τις περιπτώσεις που είχαμε συγχώνευση των απαντήσεων σε «Σωστό» και «Λάθος»

Όπως βλέπουμε και στη Β στήλη του συγκεντρωτικού πίνακα (Πίνακας 2.14.) οι απαντήσεις σε 10 ερωτήσεις, από τους μαθητές των τάξεων Δ', Ε', ΣΤ', εμφανίζουν στατιστική διαφορά, ενώ 3 τυχαία διακύμανση. Από αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε πως γενικότερα εξαρτώνται οι απαντήσεις από την τάξη φοίτησης.

4.2.1. Ερωτήσεις Φυσικής σε σχέση με την τάξη (Δ', ΣΤ')

Στο σημείο αυτό θα είχε έντονο ενδιαφέρον να επιχειρήσουμε να ελέγξουμε τις απαντήσεις, συναρτήσει των τάξεων Δ' και ΣΤ', θέτοντας αυτή τη φορά εκτός την τάξη Ε'. Η Ε' τίθεται ουσιαστικά εκτός σύγκρισης, μιας και είναι η τάξη όπου οι μαθητές διδάσκονται τις παραπάνω έννοιες, έτσι ώστε να επιχειρηθεί σύγκριση μεταξύ των άλλων δύο. Έτσι, θα διαπιστώσουμε εάν υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ των απαντήσεων στις δύο τάξεις και επομένως αν οι μαθητές της ΣΤ' διατηρούν ή όχι τις εναλλακτικές ιδέες που είχαν και πριν τη διδασκαλία. Έτσι λοιπόν πραγματοποιούμε χ^2 test, θέτοντας όμως φίλτρο ώστε να μην υπολογίζεται η τάξη Ε'. Η επεξεργασία των δεδομένων παρουσιάζεται συνοπτικά στον Πίνακα 2.15.

Πίνακας 2.15.

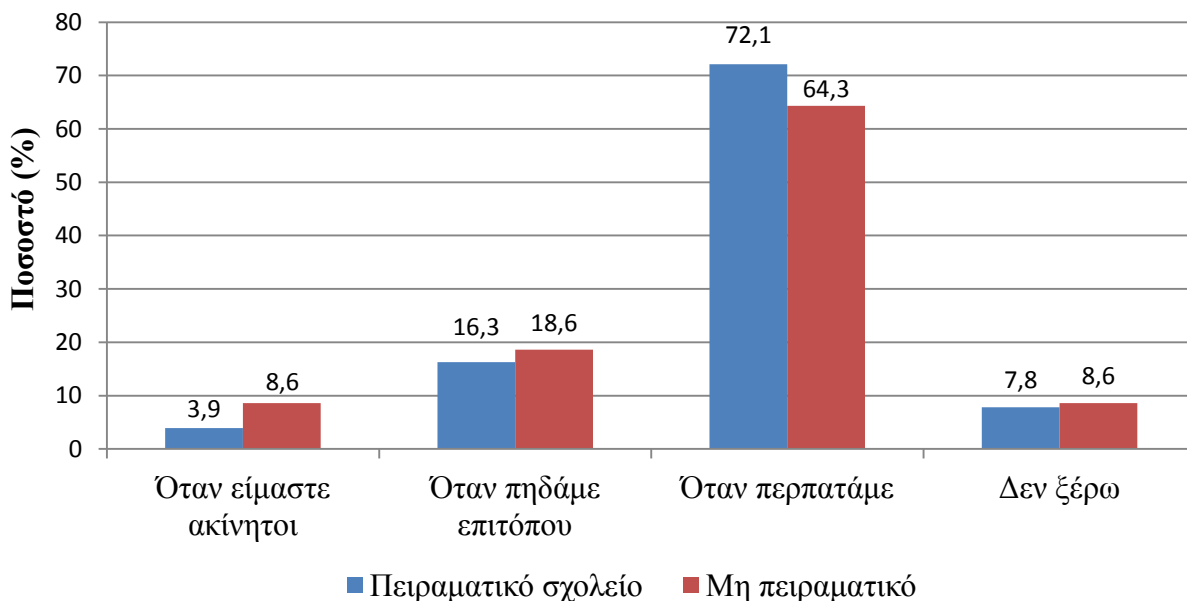
Στατιστική Διαφορά στις απαντήσεις (συνεπτυγμένες) των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου για τις ομάδες έρευνας «Μαθητές Δ', ΣΤ' Δημοτικού»

Ερώτηση	χ^2	df	p	Διαφορά
1	8,405	1	0,004	Σ.Δ.
2	2,967	1	0,085	Τ.Δ.
3	9,759	1	0,002	Σ.Δ.
4	19,179	1	0,000	Σ.Δ.
5	24,454	1	0,000	Σ.Δ.
6	11,140	1	0,001	Σ.Δ.
7	5,535	1	0,019	Σ.Δ.
8	0,277	1	0,599	Τ.Δ.
9	0,478	1	0,489	Τ.Δ.
10	1,691	1	0,193	Τ.Δ.
11	7,122	1	0,008	Σ.Δ.
12	0,003	1	0,953	Τ.Δ.
13	0,063	1	0,801	Τ.Δ.

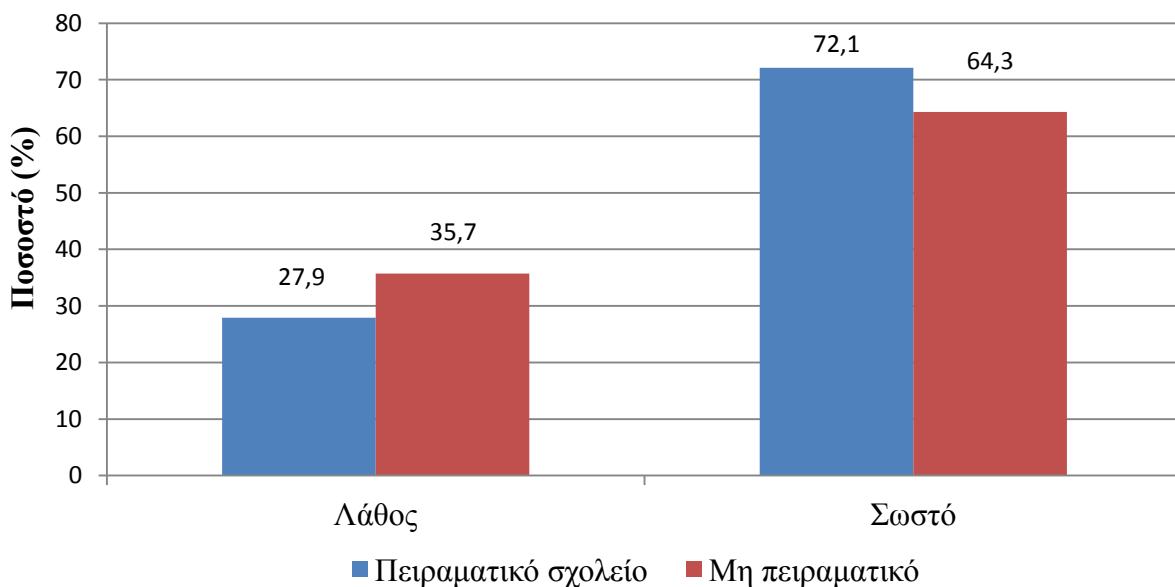
Από τα ραβδογράμματα της ενότητας 2, διαπιστώνουμε πως σε όλες τις περιπτώσεις (εκτός της ερώτησης 9) τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων στη ΣΤ' Δημοτικού είναι μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα της Δ'. Ο Πίνακας 2.15. μας πληροφορεί πως σε 7 από τις 13 ερωτήσεις υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ των απαντήσεων αυτών, ενώ 6 εμφανίζουν τυχαία διακύμανση. Παρόλα αυτά τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων στη ΣΤ' είναι σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις χαμηλότερα από τα αντίστοιχα της Ε', πράγμα που σημαίνει πως παρότι στην Ε' οι σωστές απαντήσεις αυξάνονται, ωστόσο δεν καταφέρνουν να διατηρηθούν απόλυτα και στη ΣΤ'.

4.3. Ερωτήσεις Φυσικής σε σχέση με το σχολείο Πειραματικό και μη

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 1, «Πότε εμφανίζεται η δύναμη της τριβής», συναρτήσει του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.1.A. αναλυτικά και στο 3.1.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.1.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 1



Σχήμα 3.1.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 1

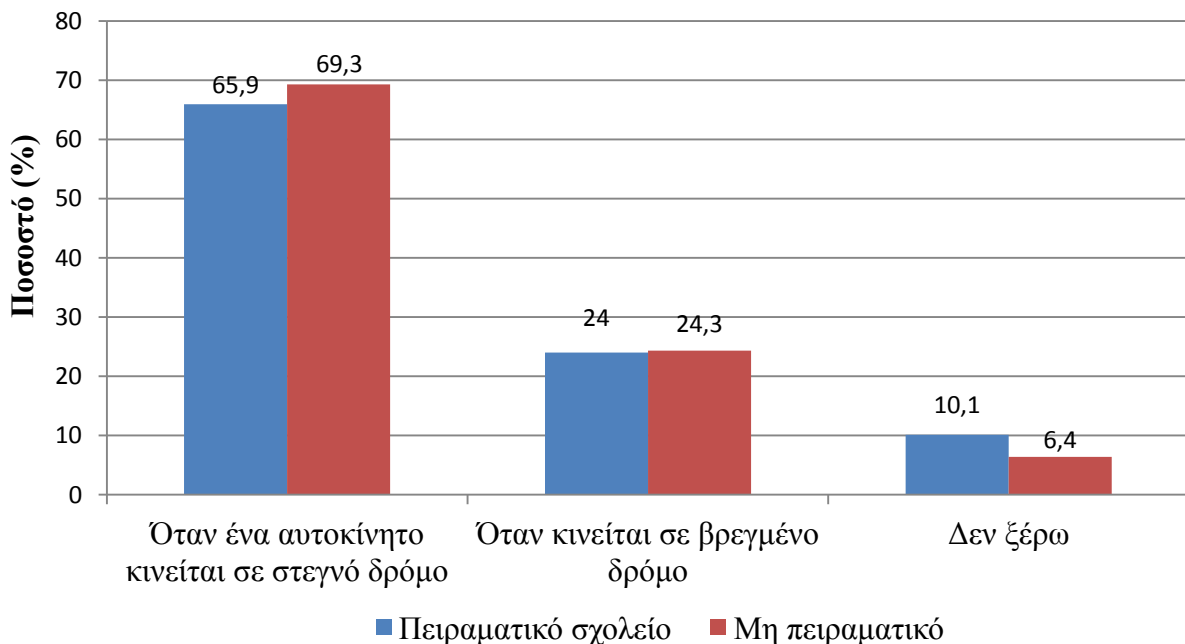
Πίνακας 3.1. Σχέση μεταξύ ερώτησης 1 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Πότε εμφανίζεται η δύναμη της τριβής	Λάθος	N %	36 27,9%	50 35,7%	86 32,0%
	Σωστό	N %	93 72,1%	90 64,3%	183 68,0%
Total		N %	129 100,0%	140 100,0%	269 100,0%

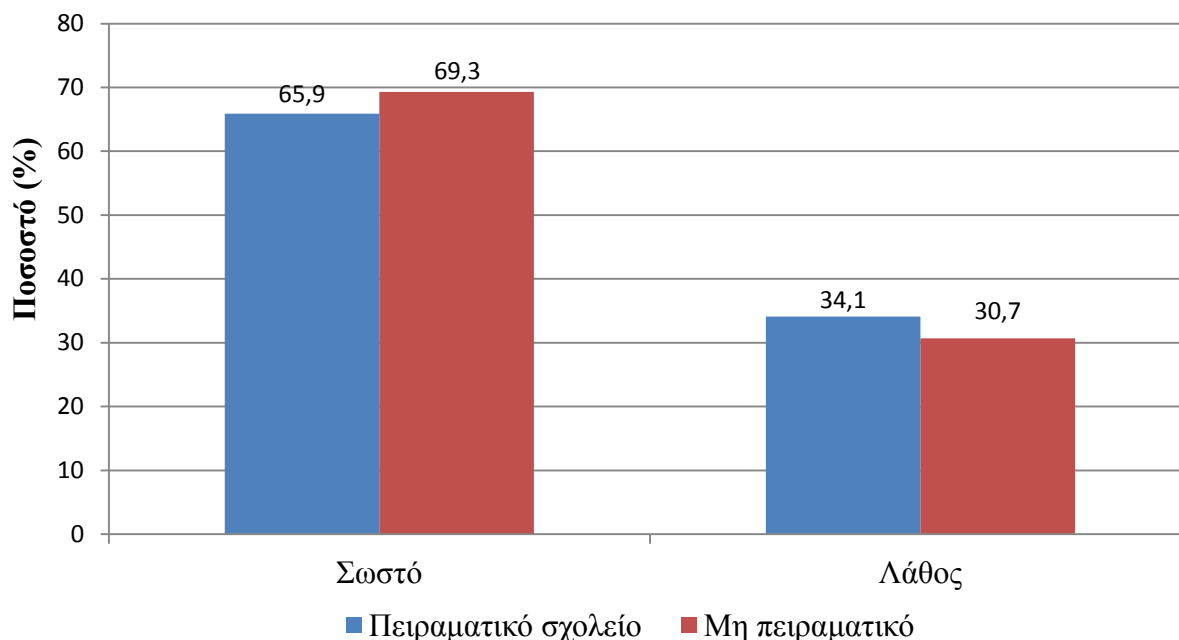
Chi-Square=1,882 df=1 p=0,170

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 1, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=1,882, p=0,170$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 1 δεν εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 2, «Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη τριβής», συναρτήσει του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.2.A. αναλυτικά και στο 3.2.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.2.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 2



Σχήμα 3.2.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 2

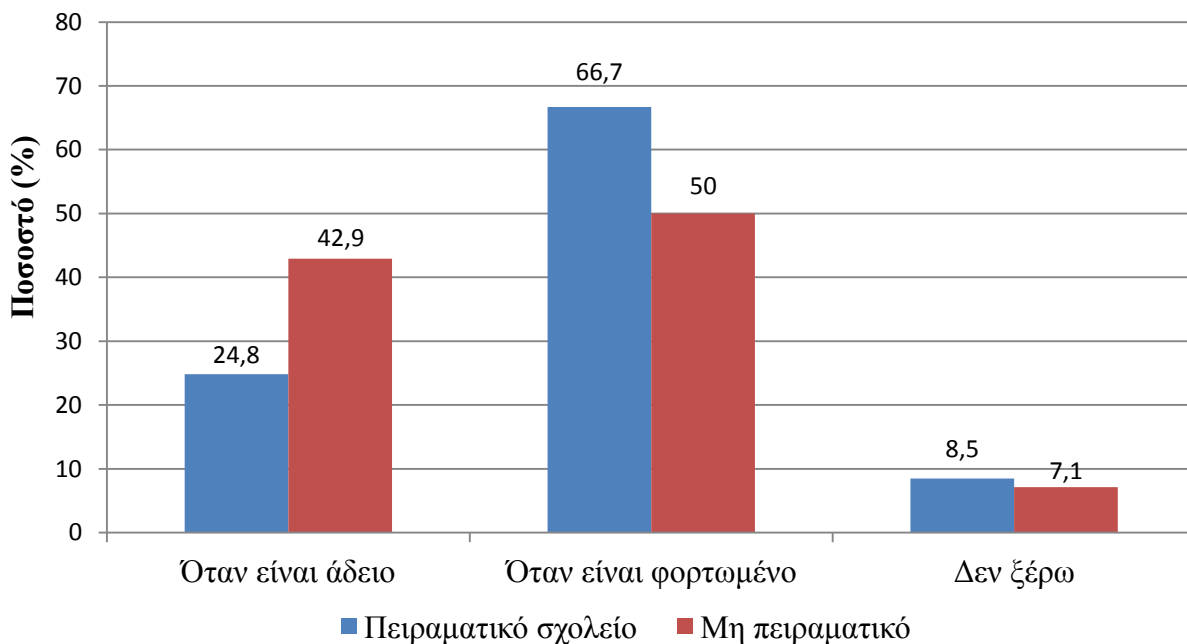
Πίνακας 3.2. Σχέση μεταξύ ερώτησης 2 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη τριβής	Σωστό	N	85	97	182
		%	65,9%	69,3%	67,7%
	Λάθος	N	44	43	87
		%	34,1%	30,7%	32,3%
Total		N	129	140	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

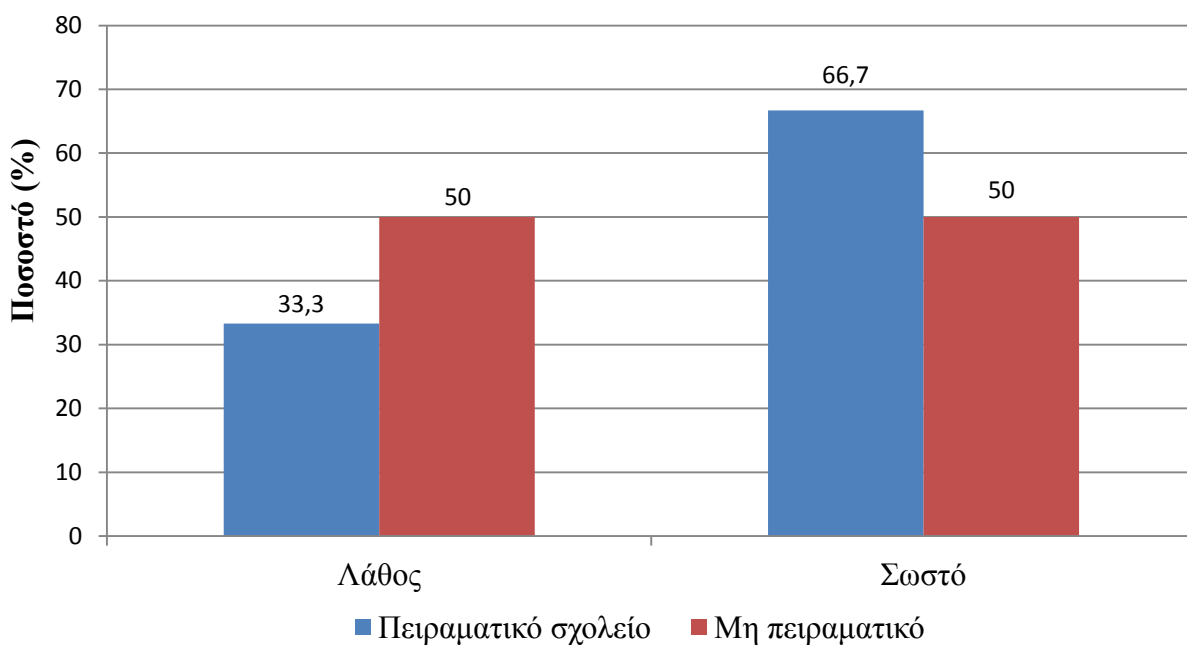
Chi-Square=0,353 df=1 p=0,552

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 2, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=0,353$, $p=0,552$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 2 δεν εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 3, «Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο», συναρτήσει του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.3.A. αναλυτικά και στο 3.3.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.3.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 3



Σχήμα 3.3.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 3

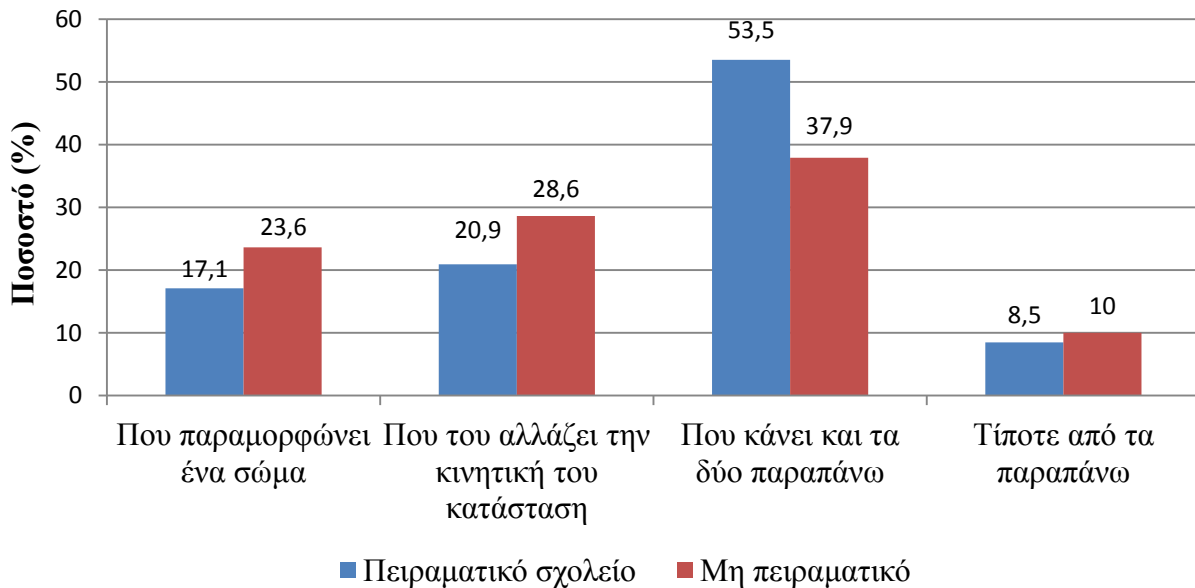
Πίνακας 3.3. Σχέση μεταξύ ερώτησης 3 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο	Λάθος	N %	43 33,3%	70 50,0%	113 42,0%
	Σωστό	N %	86 66,7%	70 50,0%	156 58,0%
Total		N %	129 100,0%	140 100,0%	269 100,0%

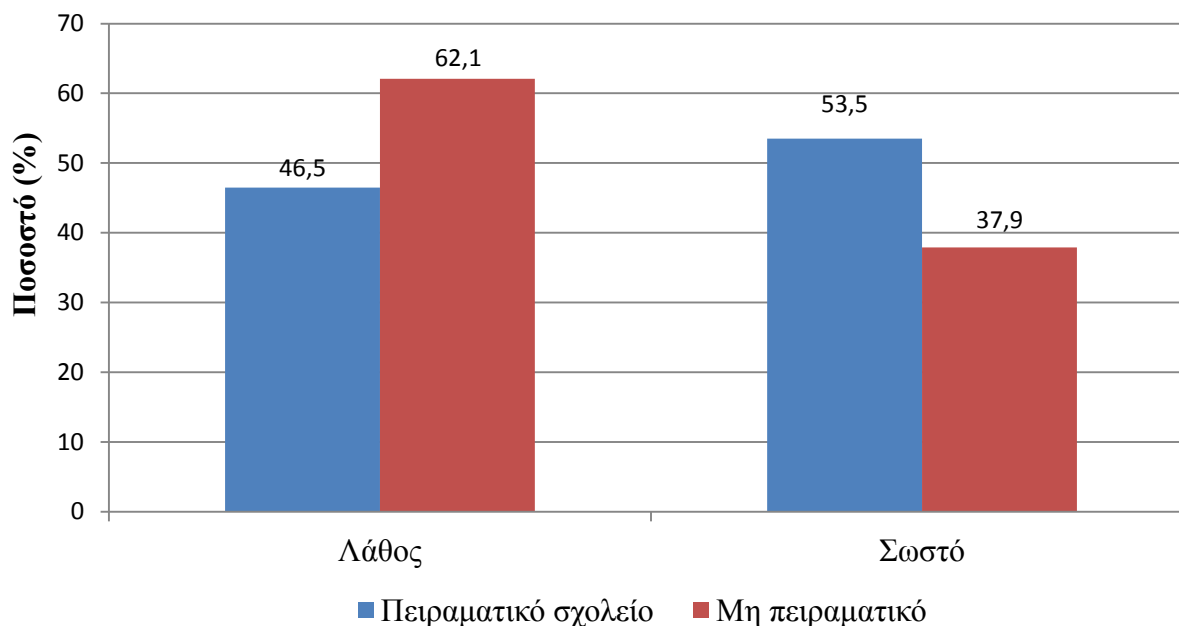
Chi-Square=7,655 df=1 p=0,006

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 3, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=7,655$, $p=0,006$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 3 εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 4, «Δύναμη λέγεται η αιτία», συναρτήσει του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.4.A. αναλυτικά και στο 3.4.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.4.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 4



Σχήμα 3.4.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 4

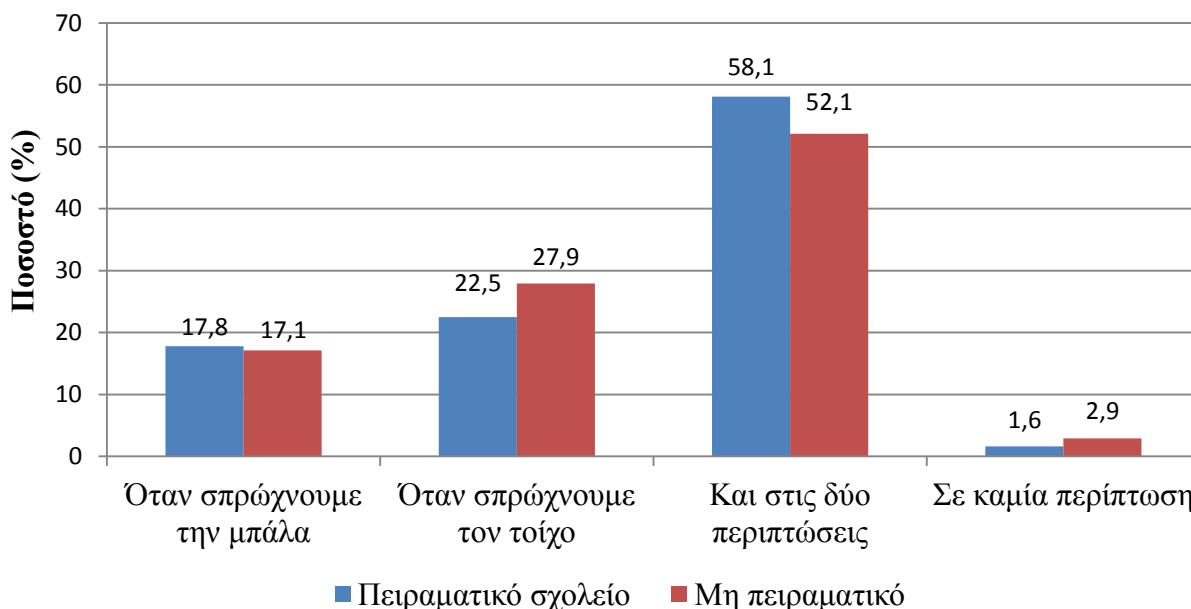
Πίνακας 3.4. Σχέση μεταξύ ερώτησης 4 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Δύναμη λέγεται η αιτία	Λάθος	N	60	87	147
		%	46,5%	62,1%	54,6%
	Σωστό	N	69	53	122
		%	53,5%	37,9%	45,4%
Total		N	129	140	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

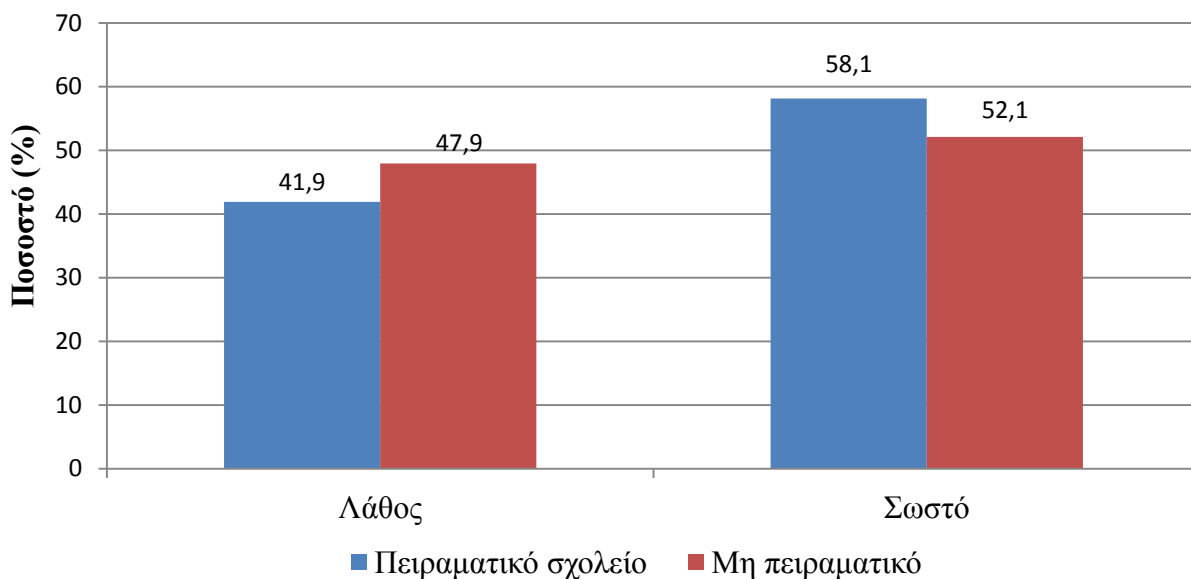
Chi-Square=6,619 df=1 p=0,010

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 4, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=6,619, p=0,010$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 4 εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 5, «Σπρώχνουμε μια μπάλα κι αυτή κινείται. Σπρώχνουμε έναν τοίχο και μένει ακίνητος. Σε ποια περίπτωση ασκούμε δύναμη», συναρτήσε του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.5.A. αναλυτικά και στο 3.5.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.5.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 5



Σχήμα 3.5.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 5

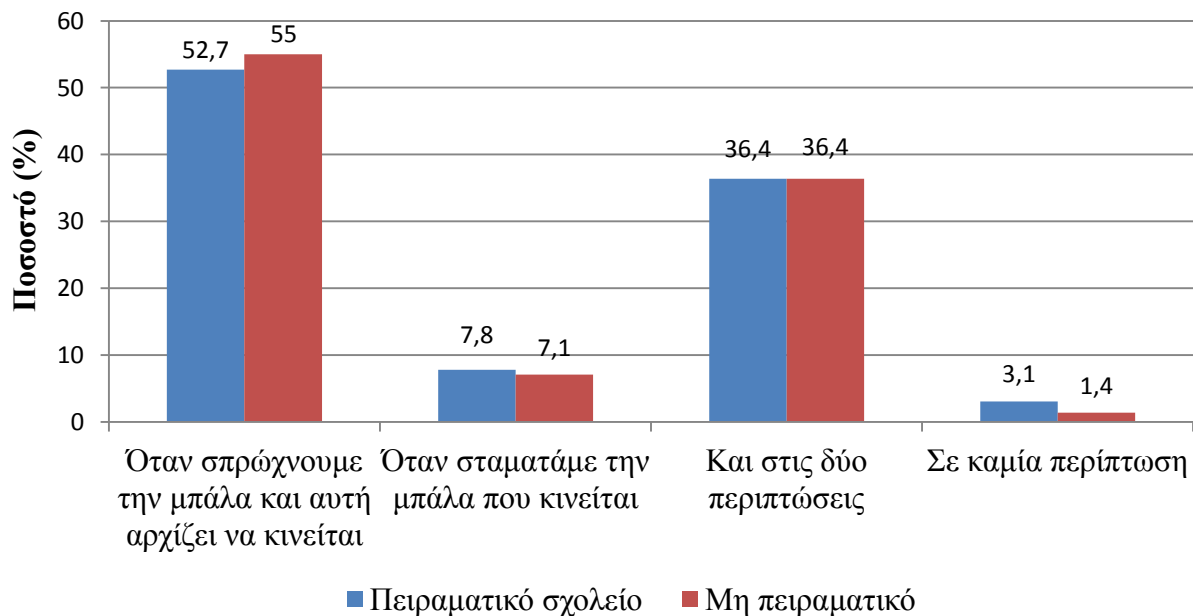
Πίνακας 3.5. Σχέση μεταξύ ερώτησης 5 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Σπρώχνουμε μια μπάλα και αυτή κινείται.	Λάθος	N	54	67	121
		%	41,9%	47,9%	45,0%
Σπρώχνουμε ένα τοίχο και μένει ακίνητος. Σε ποια περίπτωση ασκούμε δύναμη	Σωστό	N	75	73	148
		%	58,1%	52,1%	55,0%
Total		N	129	140	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

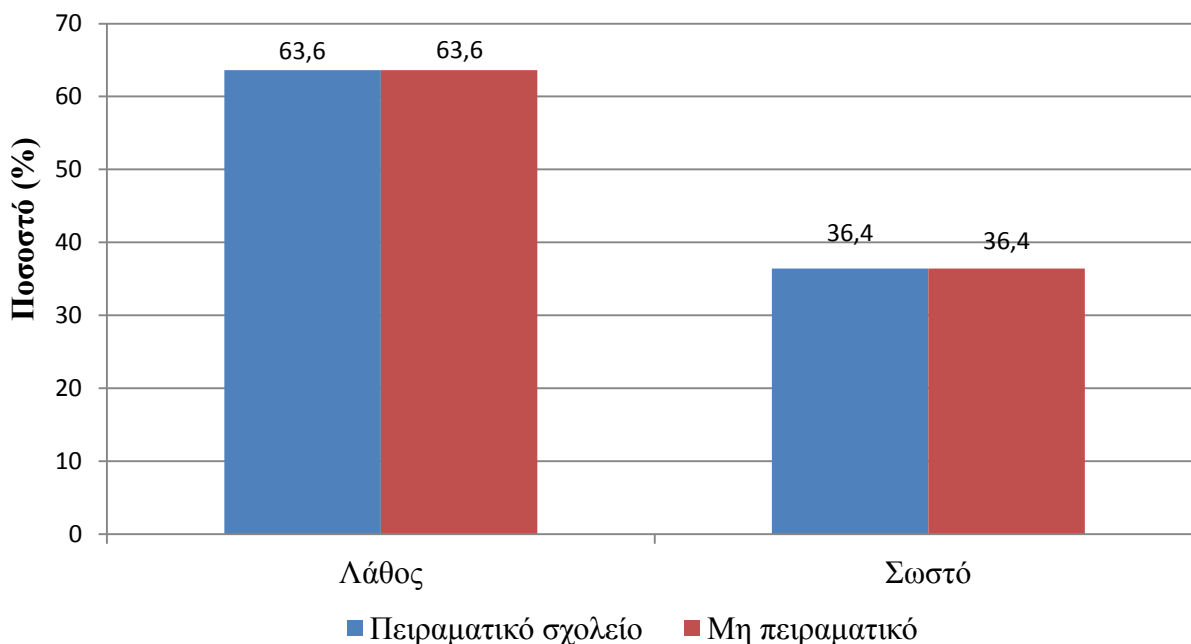
Chi-Square=0,976 df=1 p=0,323

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 5, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=0,976, p=0,323$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 5 δεν εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Στη συνέχεια, οι απαντήσεις στην ερώτηση 6, «Πότε ενεργεί μια δύναμη σε μία μπάλα», συναρτήσει του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.6.A. αναλυτικά και στο 3.6.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.6.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 6



Σχήμα 3.6.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 6

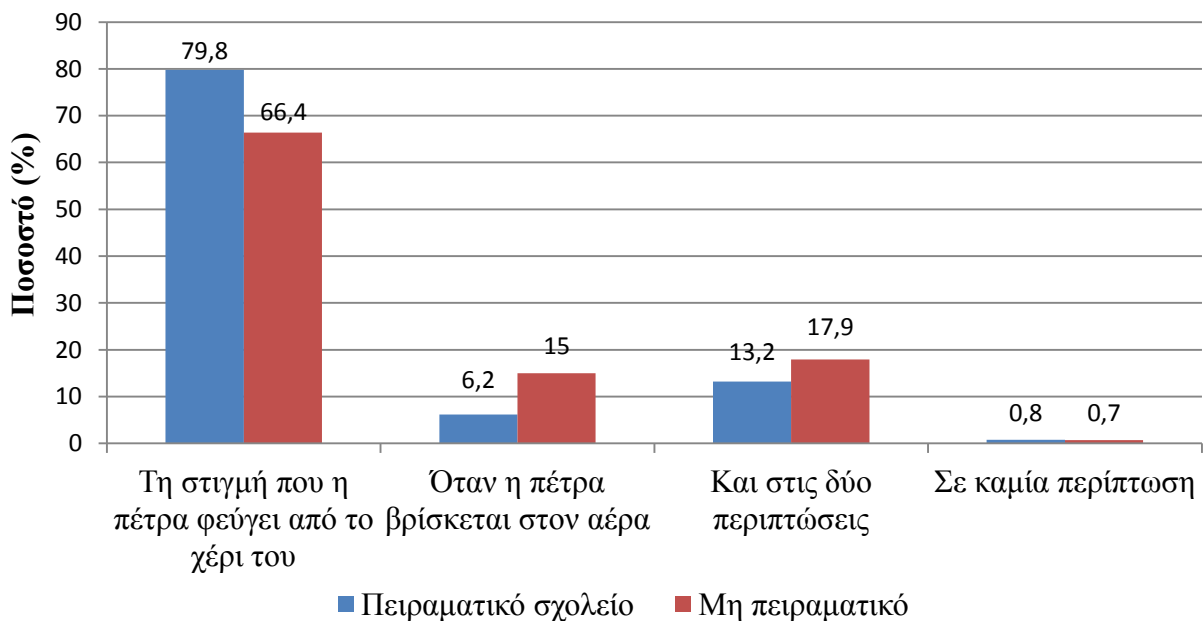
Πίνακας 3.6. Σχέση μεταξύ ερώτησης 6 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Πότε ενεργεί μια δύναμη σε μια μπάλα	Λάθος	N %	82 63,6%	89 63,6%	171 63,6%
	Σωστό	N %	47 36,4%	51 36,4%	98 36,4%
Total		N %	129 100,0%	140 100,0%	269 100,0%

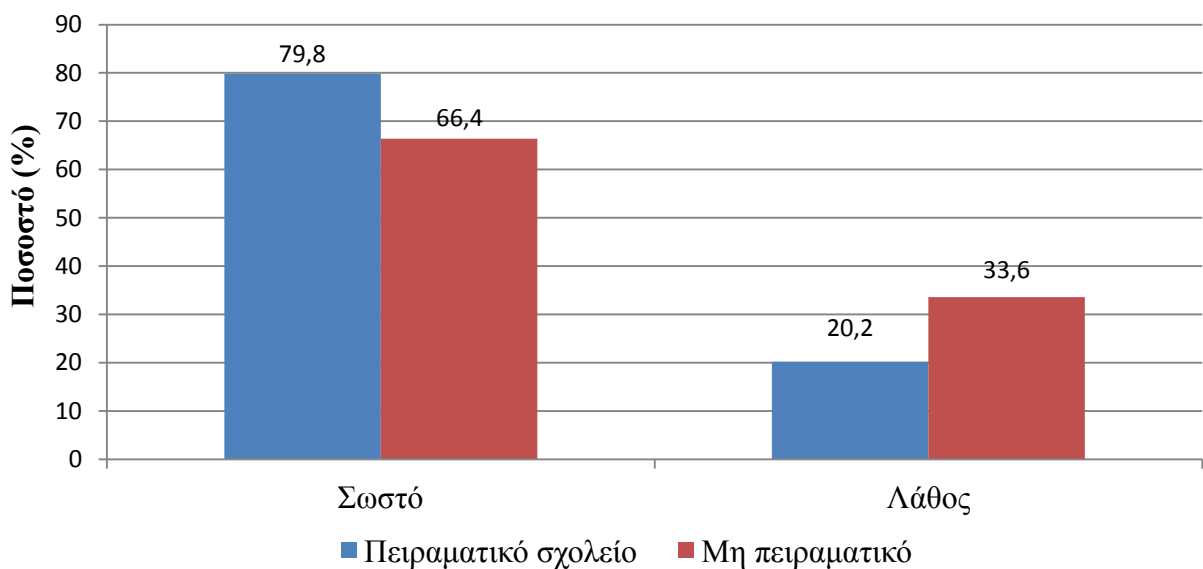
Chi-Square=0,000 df=1 p=0,999

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 6, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=0,000$, $p=0,999$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 6 δεν εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 7, «Ένα παιδί πετάει μια πέτρα, τότε ασκεί δύναμη», συναρτήσει του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.7.A. αναλυτικά και στο 3.7.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.7.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 7



Σχήμα 3.7.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 7

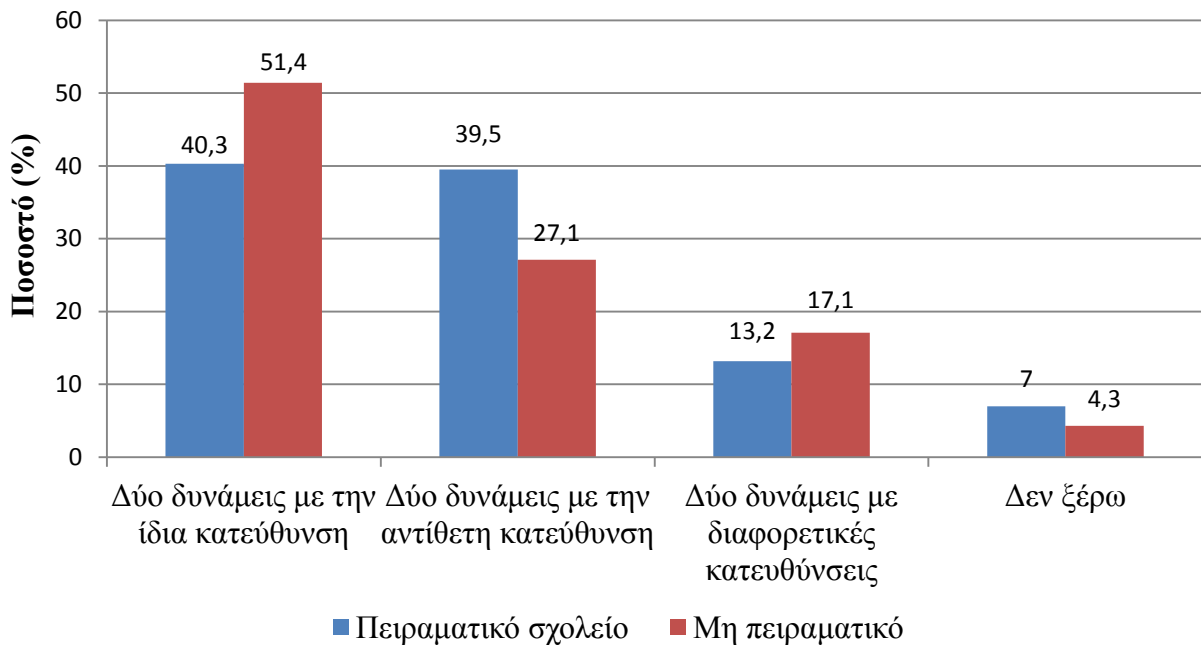
Πίνακας 3.7. Σχέση μεταξύ ερώτησης 7 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Ένα παιδί πετάει μια πέτρα. Πότε ασκεί δύναμη	Σωστό	N %	103 79,8%	93 66,4%	196 72,9%
	Λάθος	N %	26 20,2%	47 33,6%	73 27,1%
Total		N %	129 100,0%	140 100,0%	269 100,0%

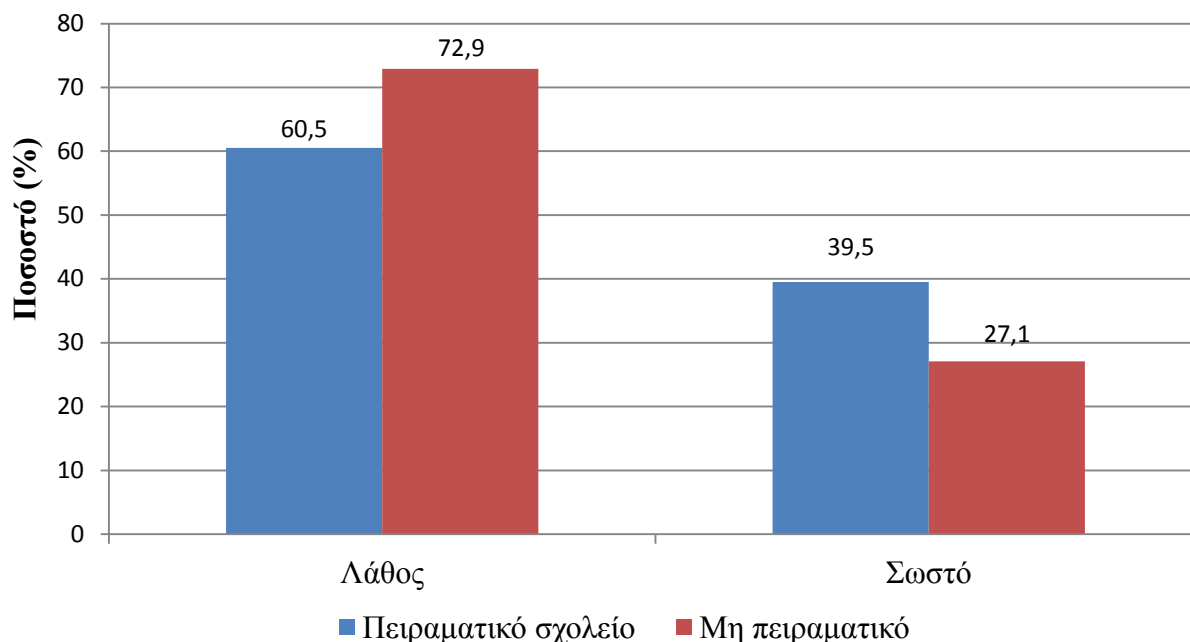
Chi-Square=6,112 df=1 p=0,013

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 7, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=6,112, p=0,013$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 7 εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 8, «Συναντάς ένα φίλο σου και τον χαιρετάς χτυπώντας του το χέρι “κόλλα πέντε”. Ασκείται στο χέρι σου και στο χέρι του φίλου σου», συναρτήσε του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.8.A. αναλυτικά και στο 3.8.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.8.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 8



Σχήμα 3.8.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 8

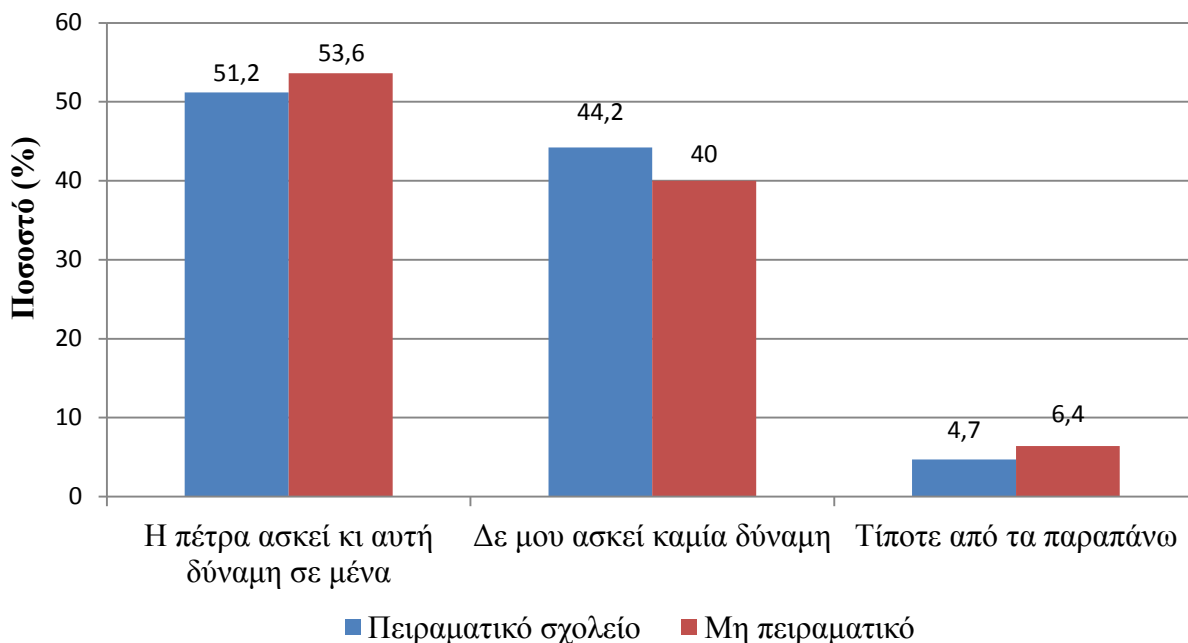
Πίνακας 3.8. Σχέση μεταξύ ερώτησης 8 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Συναντάς ένα φίλο σου και τον χαιρετάς χτυπώντας του το χέρι "κόλλα πέντε". Ασκούνται στο χέρι σου και στο χέρι του φίλου σου	Λάθος	N %	78 60,5%	102 72,9%	180 66,9%
	Σωστό	N %	51 39,5%	38 27,1%	89 33,1%
Total		N %	129 100,0%	140 100,0%	269 100,0%

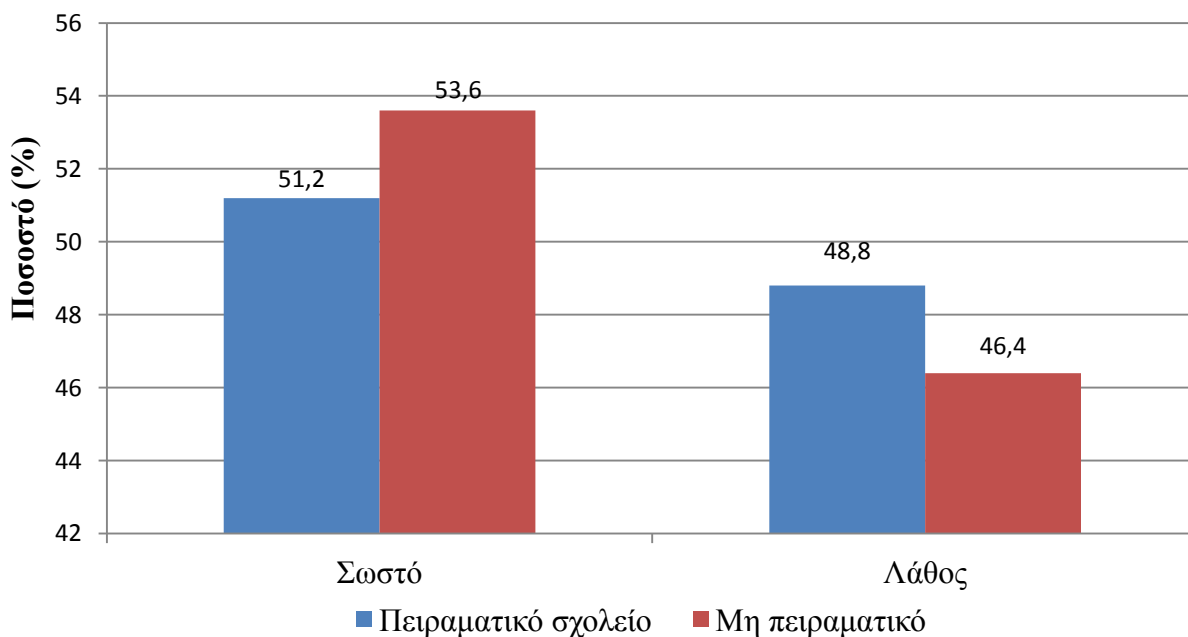
Chi-Square=4,657 df=1 p=0,031

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 8, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=4,657, p=0,031$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 8 εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 9, «Όταν σπρώχνω μια πέτρα», συναρτήσεΙ του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.9.A. αναλυτικά και στο 3.9.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.9.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 9



Σχήμα 3.9.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 9

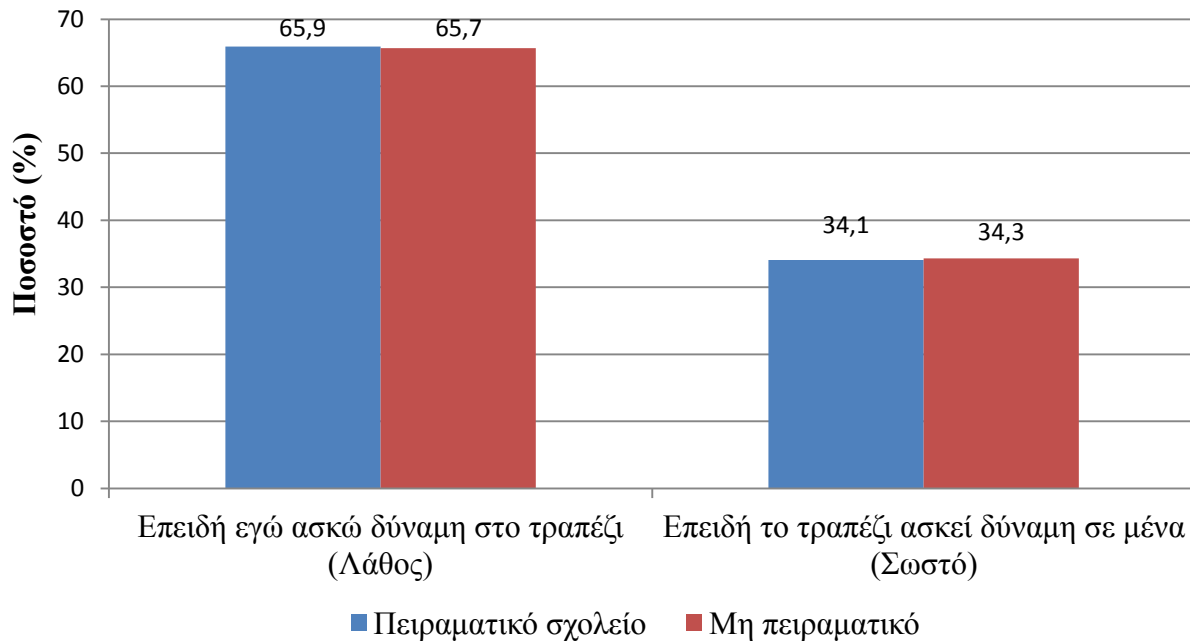
Πίνακας 3.9. Σχέση μεταξύ ερώτησης 9 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Όταν σπρώχνω μια πέτρα	Σωστό	N %	66 51,2%	75 53,6%	141 52,4%
	Λάθος	N %	63 48,8%	65 46,4%	128 47,6%
Total		N %	129 100,0%	140 100,0%	269 100,0%

Chi-Square=0,156 df=1 p=0,693

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 9, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=0,156, p=0,693$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 9 δεν εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 10, «Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει», συναρτήσει του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.10.



Σχήμα 3.10. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 10

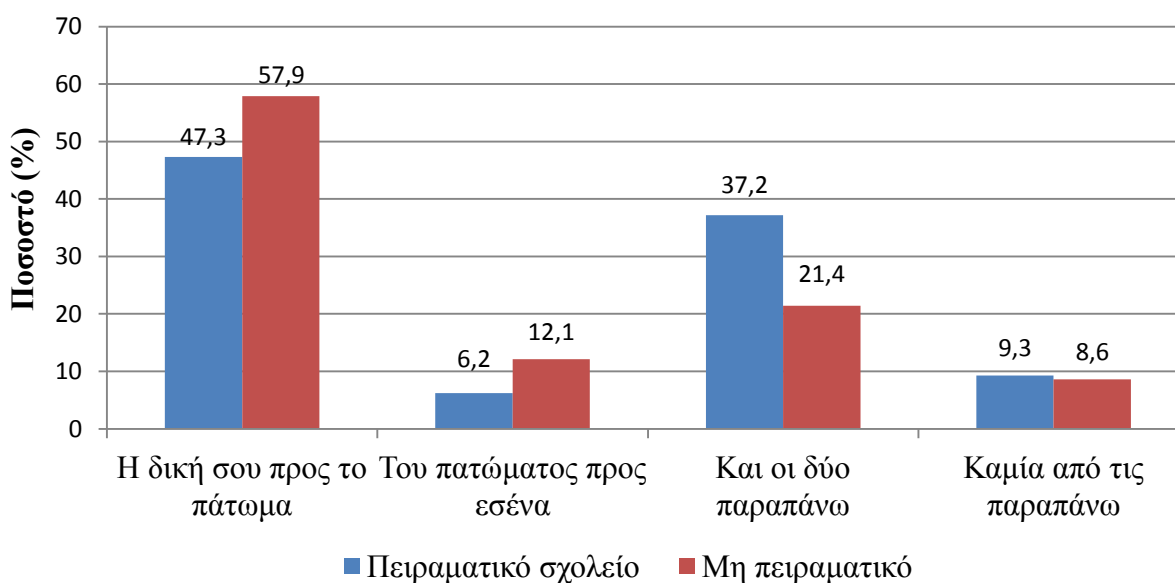
Πίνακας 3.10. Σχέση μεταξύ ερώτησης 10 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Όταν χτυπώ με δύναμη το μέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει	Λάθος	N %	85 65,9%	92 65,7%	177 65,8%
	Σωστό	N %	44 34,1%	48 34,3%	92 34,2%
Total		N %	129 100,0%	140 100,0%	269 100,0%

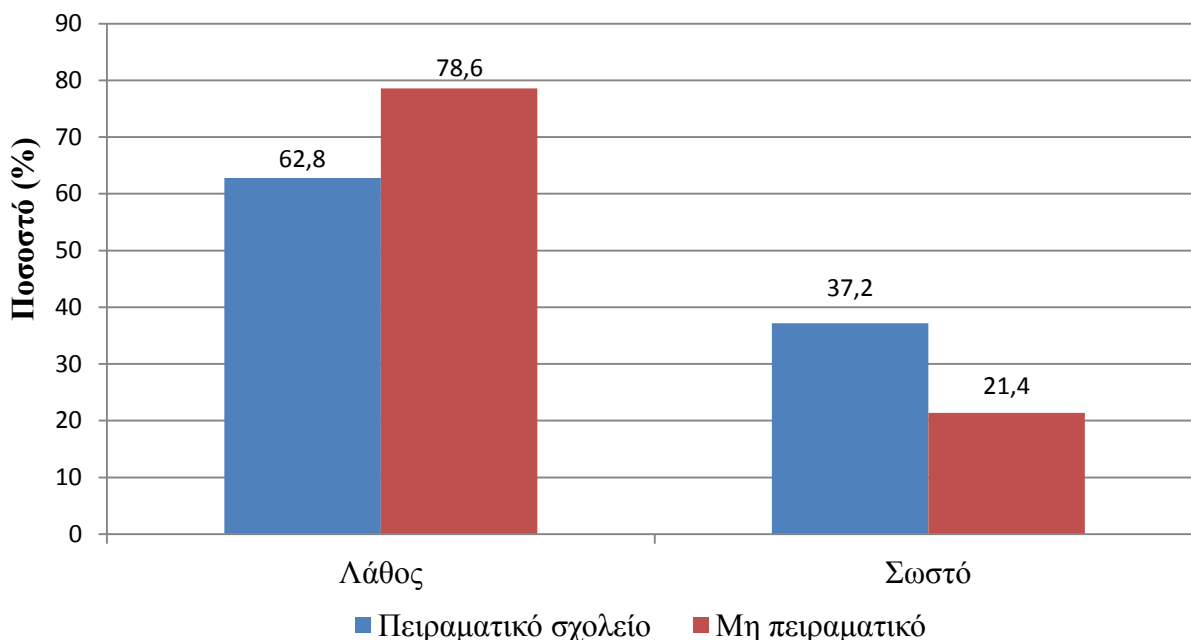
Chi-Square=0,001 df=1 p=0,976

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 10, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=0,001$, $p=0,976$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 10 δεν εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 11, «Στην πρωινή προσευχή όταν στέκεσαι ακίνητος, ποιες δυνάμεις υπάρχουν», συναρτήσει του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.11.A. αναλυτικά και στο 3.11.B. συνεπτυγμένα



Σχήμα 3.11.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 11



Σχήμα 3.11.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 11

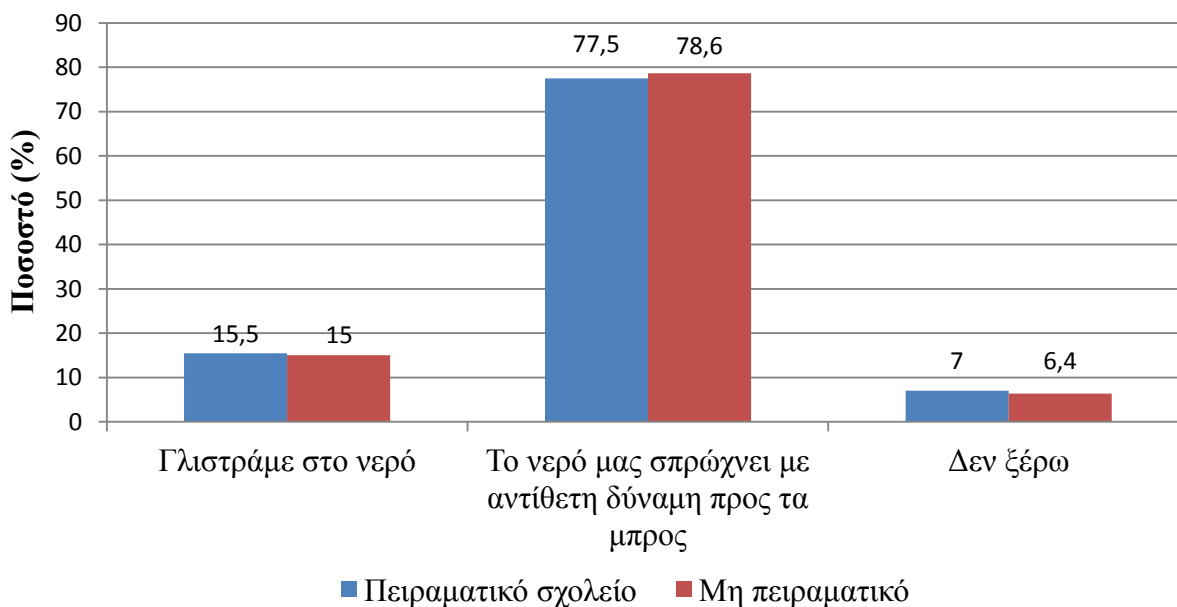
Πίνακας 3.11. Σχέση μεταξύ ερώτησης 11 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Στην πρωινή προσευχή όταν στέκεσαι ακίνητος, ποιές δυνάμεις υπάρχουν	Λάθος	N	81	110	191
		%	62,8%	78,6%	71,0%
	Σωστό	N	48	30	78
		%	37,2%	21,4%	29,0%
Total	N	129	140	269	
	%	100,0%	100,0%	100,0%	

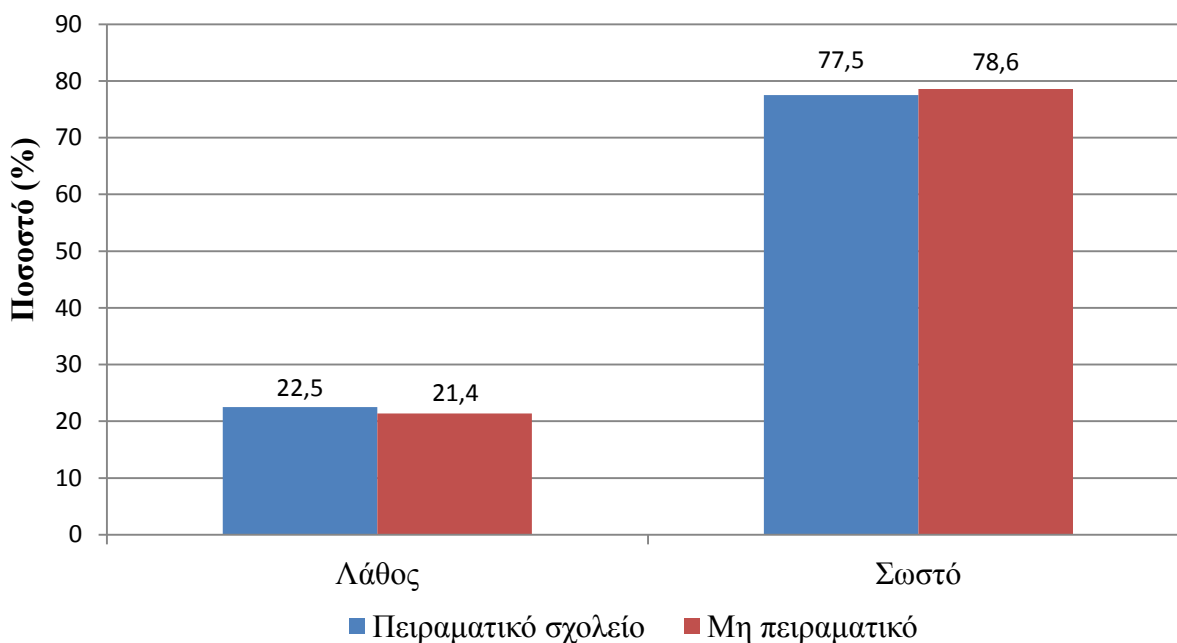
Chi-Square=8,121 df=1 p=0,004

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 11, έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=8,121, p=0,004$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 11 εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 12, «Όταν κολυμπάμε, με τα χέρια σπρώχνουμε το νερό προς τα πίσω κι εμείς πάμε εμπρός επειδή», συναρτήσει του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.12.A. αναλυτικά και στο 3.12.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.12.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 12



Σχήμα 3.12.B. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 12

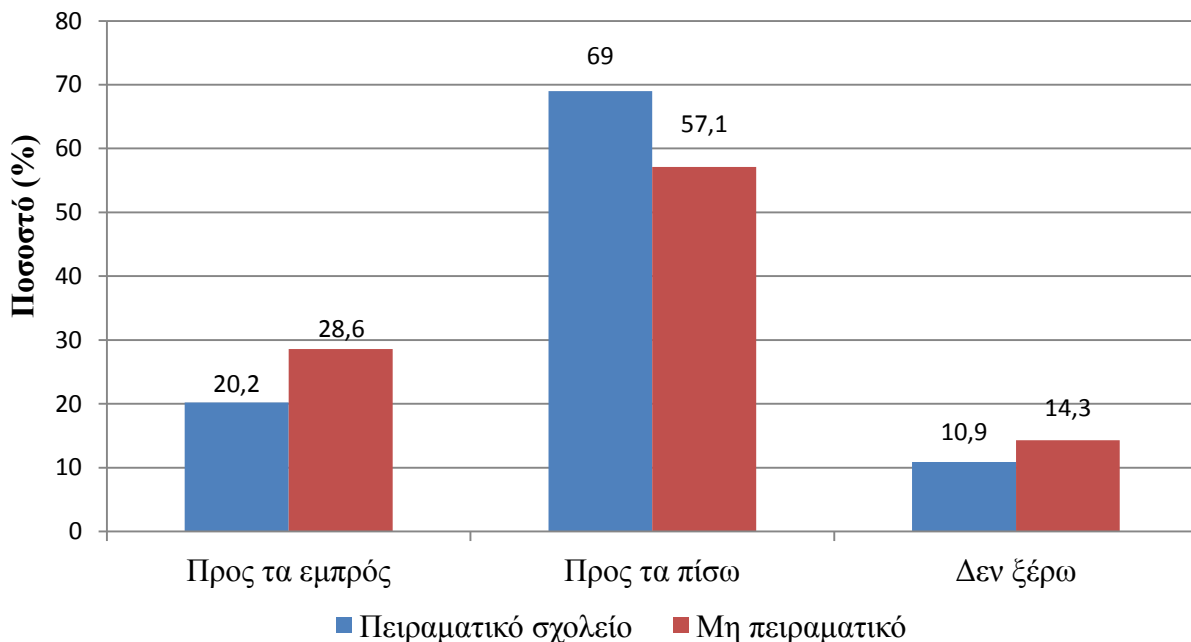
Πίνακας 3.12. Σχέση μεταξύ ερώτησης 12 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Όταν κολυμπάμε, με τα χέρια σπρώχνουμε το νερό προς τα πίσω κι εμείς πάμε εμπρός επειδή	Λάθος	N %	29 22,5%	30 21,4%	59 21,9%
	Σωστό	N %	100 77,5%	110 78,6%	210 78,1%
Total		N %	129 100,0%	140 100,0%	269 100,0%

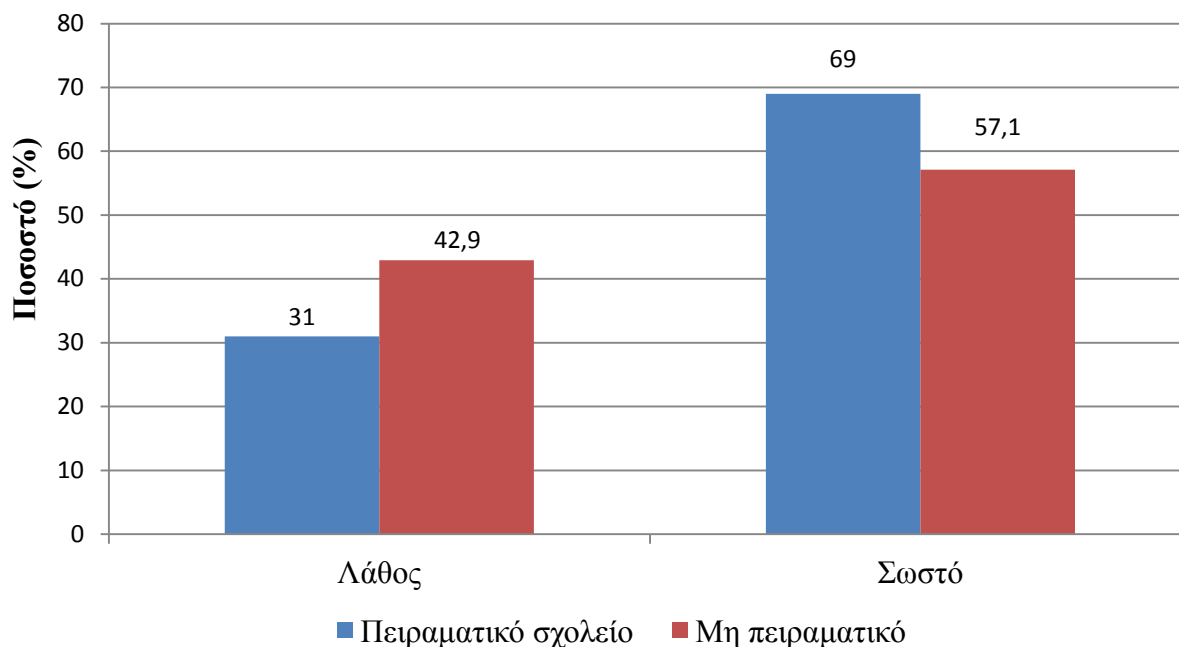
Chi-Square=0,043 df=1 p=0,835

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 12, δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=0,043$, $p=0,835$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 12 δεν εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 13, «Όταν περπατάμε σπρώχνουμε το έδαφος», συναρτήσει του σχολείου φοίτησης, αποτυπώνονται στο Σχήμα 3.13.A. αναλυτικά και στο 3.13.B. συνεπτυγμένα.



Σχήμα 3.13.A. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 13



Σχήμα 3.13.Β. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 13

Πίνακας 3.13. Σχέση μεταξύ ερώτησης 13 και σχολείου

			Σχολείο		Total
			Πειραματικό	Μη Πειραματικό	
Όταν περπατάμε σπρώχνουμε το έδαφος	Λάθος	N	40	60	100
		%	31,0%	42,9%	37,2%
	Σωστό	N	89	80	169
		%	69,0%	57,1%	62,8%
Total		N	129	140	269
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Square=4,036 df=1 p=0,045

Όπως έδειξε το κριτήριο χ^2 , οι απαντήσεις στην ερώτηση 13, οριακά έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη, $\chi^2(1, N=269)=4,036$, $p=0,045$. Επομένως η πιθανότητα να απαντήσουν σωστά στην ερώτηση 13 εξαρτάται από το σχολείο φοίτησης.

Πίνακας 3.14.

Στατιστική Διαφορά στις απαντήσεις των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου για τις ομάδες έρευνας «Μαθητές Πειραματικών σχολείων και μη Πειραματικών»

Ερώτηση	χ^2		df		p		Διαφορά	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	3,201	1,882	3	1	0,362	0,170	Τ.Δ.	Τ.Δ.
2	1,209	0,353	2	1	0,546	0,552	Τ.Δ.	Τ.Δ.
3	9,777	7,655	2	1	0,008	0,006	Σ.Δ.	Σ.Δ.
4	6,742	6,619	3	1	0,081	0,010	Τ.Δ.	Σ.Δ.
5	1,739	0,976	3	1	0,628	0,323	Τ.Δ.	Τ.Δ.
6	0,940	0,000	3	1	0,816	0,999	Τ.Δ.	Τ.Δ.
7	7,424	6,112	3	1	0,060	0,013	Τ.Δ.	Σ.Δ.
8	6,481	4,657	3	1	0,090	0,031	Τ.Δ.	Σ.Δ.
9	0,735	0,156	2	1	0,693	0,693	Τ.Δ.	Τ.Δ.
10	0,001	0,001	1	1	0,976	0,976	Τ.Δ.	Τ.Δ.
11	9,777	8,121	3	1	0,021	0,004	Σ.Δ.	Σ.Δ.
12	0,051	0,043	2	1	0,975	0,835	Τ.Δ.	Τ.Δ.
13	4,065	4,036	2	1	0,131	0,045	Τ.Δ.	Σ.Δ.

Οι στήλες A αφορούν τις περιπτώσεις που δεν υπήρξε συγχώνευση των απαντήσεων, ενώ οι στήλες B αφορούν τις περιπτώσεις που είχαμε συγχώνευση των απαντήσεων σε «Σωστό» και «Λάθος»

Όπως βλέπουμε και στο συγκεντρωτικό πίνακα (Πίνακας 3.14.) οι απαντήσεις σε 7 ερωτήσεις, εμφανίζουν τυχαία διακύμανση, ενώ σε 6 στατιστική διαφορά, στις οποίες μάλιστα οι σωστές απαντήσεις ήταν υπέρ των πειραματικών σχολείων. Επομένως αν και δε μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα αν εξαρτώνται οι απαντήσεις από το σχολείο φοίτησης (Πειραματικό και μη), ωστόσο στις μισές περίπου ερωτήσεις, στις οποίες υπήρξε και στατιστική διαφορά, αυτή ήταν υπέρ των πειραματικών σχολείων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα έρευνα οι έννοιες που διερευνήσαμε αφορούσαν τη Μηχανική και συγκεκριμένα ήταν η Τριβή, η Δύναμη και η Δράση-Αντίδραση. Οι δύο πρώτες έννοιες αποτελούν μέρος του τελευταίου κεφαλαίου από το βιβλίο Φυσικά της Ε' Δημοτικού, του κεφαλαίου της Μηχανικής, ενώ η Δράση-Αντίδραση υπάρχει έμμεσα στο κεφάλαιο χωρίς να γίνεται ιδιαίτερη αναφορά σ' αυτή. Το γεγονός αυτό οδήγησε στο να έχουμε αντιθετικά αποτελέσματα σε απαντήσεις από ερώτηση σε ερώτηση, που αφορούσαν τις έννοιες της Δράσης-Αντίδρασης.

Από την έρευνα προέκυψε πως οι μαθητές της Δ' τάξης, όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο διαθέτουν εναλλακτικές ιδέες για όλες τις έννοιες που εξετάστηκαν. Μάλιστα πρόκειται για εναλλακτικές ιδέες που συναντώνται συχνά στη βιβλιογραφία. Ειδικότερα, οι τρεις πρώτες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αναφέρονται στην έννοια της τριβής. Εδώ, από τις απαντήσεις αντιλαμβανόμαστε πως οι μαθητές της Δ' έστω και διαισθητικά προσεγγίζουν σε ικανοποιητικό ποσοστό τη σωστή απάντηση στις δύο πρώτες ερωτήσεις, ενώ φαίνεται να δυσκολεύονται περισσότερο στην ερώτηση 3 να αντιληφθούν τότε ένα αυτοκίνητο κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο, μη αναγνωρίζοντας το βάρος ως παράγοντα που επηρεάζει τη δύναμη της τριβής. Από τις ερωτήσεις που ακολουθούν και που αναφέρονται στην έννοια της Δύναμης βλέπουμε πως οι μαθητές της Δ' πιστεύουν ότι η δύναμη συνδέεται κυρίως με την κίνηση του σώματος (Κώτσης, 2001), όπως προκύπτει από τις απαντήσεις της ερώτησης 4, ενώ σε μικρότερο ποσοστό δίνουν την απάντηση πως δύναμη είναι η αιτία που παραμορφώνει ένα σώμα. Ακόμα μικρότερο είναι το ποσοστό των απαντήσεων που θεωρεί Δύναμη την αιτία που κάνει και τα δύο παραπάνω 18,4%. Στην ερώτηση 5 γίνεται εμφανές πως οι μαθητές της Δ' συνδέουν τη Δύναμη με τη μυϊκή δύναμη (Κώτσης, 2001), αφού σε ποσοστό 47,6% θεωρούν ότι δύναμη ασκούμε όταν σπρώχνουμε ένα τοίχο, 17,5% όταν σπρώχνουμε μια μπάλα και 33% και στις δύο περιπτώσεις. Από την ερώτηση 6 προκύπτει ότι τα παιδιά της Δ' δεν συνδέουν την δύναμη με την ιδιότητά της, να σταματά κινούμενα αντικείμενα. Συνδέουν το αίτιο της δύναμης μόνο με την έναρξη της κίνησης και όχι με το τέλος της. (Osborne, 1980, 1985, όπ. αναφ. Driver et al., 2000). Θετικότερα είναι τα αποτελέσματα στην ερώτηση 7, όπου η πλειοψηφία των

μαθητών της Δ' αντιλαμβάνεται το ότι δύναμη ασκείται τη στιγμή που η πέτρα φεύγει από το χέρι σε ποσοστό 64,1% παρά όταν βρίσκεται στον αέρα, ή και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις. Δε συμβαίνει το ίδιο όμως και στην ερώτηση 8 όπου οι μαθητές φαίνεται να μην έχουν κατανοήσει την έννοια της κατεύθυνσης της δύναμης, πράγμα το οποίο ισχύει σε μεγάλο βαθμό και για τις υπόλοιπες τάξεις. Στη συνέχεια οι ερωτήσεις αναφέρονται στην έννοια δράσης-αντίδρασης. Όπως είπαμε, το γεγονός ότι οι έννοιες αυτές δεν αποτελούν ξεχωριστή ενότητα του βιβλίου και επομένως ίσως να μην έχουν διδαχθεί ή να μην έχει δοθεί η πρέπουσα βαρύτητα, οδήγησε στο να έχουμε αντιθετικά αποτελέσματα από ερώτηση σε ερώτηση και αυτό αφορά όλες τις τάξεις. Έτσι, γενικότερα τα παιδιά δυσκολεύονται στο να αναγνωρίσουν μια δύναμη αντίδρασης ή ότι οι δυνάμεις υπάρχουν ανά ζεύγη στη φύση. Επίσης, δε μπορούν να συνδέσουν το σταμάτημα της κίνησης του χεριού με την δύναμη που ασκήθηκε από το τραπέζι επάνω στο χέρι. Θεωρούν ότι όταν χτυπούν το τραπέζι πονάνε από την δύναμη που άσκησαν οι ίδιοι, θεωρώντας ξανά ότι η δύναμη σχετίζεται με την έννοια της μυϊκής δύναμης (Κώστης, 2001). Από την ερώτηση 11 προκύπτει ότι οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται την ύπαρξη της αντίδρασης σε στατικές καταστάσεις (Osborne, Schollum & Hill (1981), Sjoberg & Lie (1981), Watts (1983), Driver (1984), Gunstone & Watts (1985), Watts & Gilbert (1985), όπ. αναφ. Driver et al., 2000), πράγμα αναμενόμενο, καθώς όπως έχει καταγραφεί, ο μαθητής δεν αντιλαμβάνεται την έννοια της δύναμης σε στατική κατάσταση, άρα είναι ακόμα πιο δύσκολο να αντιληφθεί την αντίδρασή της. Τέλος, στις δύο τελευταίες ερωτήσεις, οι μαθητές αντιλαμβάνονται διαισθητικά, αλλά ορθά, την ύπαρξη της αντίδρασης που είναι η αιτία είτε για το κολύμπι, είτε για το περπάτημα.

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε πως στην Ε' οι ιδέες φαίνεται να είναι πιο κοντά στο επιστημονικό πρότυπο πράγμα το οποίο σημαίνει πως το εκπαιδευτικό σύστημα εν μέρει πετυχαίνει το σκοπό του. Βέβαια το κατά πόσο θα είναι μεγάλη ή όχι η μείωση του ποσοστού των εναλλακτικών ιδεών, εξαρτάται και από την ίδια την έννοια κάθε φορά. Τέλος, στη ΣΤ' τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων ήταν κατά κύριο λόγο μειωμένα σε σχέση με αυτά της Ε', πράγμα που σημαίνει ότι οι ιδέες που είναι πιο κοντά στο επιστημονικό πρότυπο και που αποκτούνται μετά τη διδασκαλία δε διατηρούνται στον ίδιο βαθμό με το πέρας ενός χρόνου. Αυτό μπορεί να σημαίνει πως δεν έχει επέλθει εννοιολογική αλλαγή, αλλά οι μαθητές μαθαίνουν τη νέα γνώση προκειμένου να εξεταστούν χωρίς να υπεισέρχονται σε βαθύτερη κατανόηση, ενώ δε συντελείται γνωστική σύγκρουση με τις προϋπάρχουσες ιδέες τους κατά τη διάρκεια του

μαθήματος. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα στη ΣΤ' είναι καλύτερα από αυτά της Δ', ενώ στις μισές περίπου περιπτώσεις υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Επιπρόσθετα, έγινε εμφανές πως ο παράγοντας «φύλο του μαθητή» δεν παίζει ρόλο στο πως βλέπουν οι μαθητές το μάθημα της Φυσικής, αν τους αρέσει δηλαδή ή όχι, όπως επίσης δε παίζει ρόλο και στο αν θα απαντήσουν σωστά ή λανθασμένα στις ερωτήσεις της Φυσικής. Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με έρευνες που θέλουν τα αγόρια να πετυχαίνουν καλύτερες επιδόσεις στο μάθημα της Φυσικής καθώς και να τους αρέσει περισσότερο απ' ό τι στα κορίτσια. Κάτι τέτοιο δεν επιβεβαιώνεται εδώ.

Τέλος, όσον αφορά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ Πειραματικών σχολείων και μη, δε φαίνεται ξεκάθαρα αν υπάρχει διαφορά μεταξύ τους όσον αφορά τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων που δίνουν οι μαθητές, αφού 7 από τις 13 απαντήσεις των ερωτήσεων συναρτήσει του σχολείου (Πειραματικό και μη) παρουσίαζαν τυχαία διακύμανση, ενώ 6 στατιστική διαφορά υπέρ των Πειραματικών.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε πως όπως προκύπτει και από τη διεθνή βιβλιογραφία, οι μαθητές εμφανίζουν μεγάλη προσκόλληση στις εναλλακτικές ιδέες τους και δύσκολα επηρεάζονται από τον τρόπο διδασκαλίας. Γνωρίσματα της διδασκόμενης ύλης δεν υιοθετούνται από τους μαθητές, όταν έρχονται σε αντίθεση με την εμπειρία τους με αποτέλεσμα να επιστρέφουν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, ανάλογα και με την έννοια, στις προηγούμενες εδραιωμένες αντιλήψεις τους.

Εν κατακλείδι λοιπόν, μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι είναι πολύ σημαντικό ο εκάστοτε εκπαιδευτικός να έχει υπόψη του τις συνήθεις εναλλακτικές ιδέες που εμφανίζουν οι μαθητές για την έννοια που πρόκειται να διδαχθεί, να προσπαθήσει να τις ανιχνεύσει στους μαθητές του και με βάση αυτές να οικοδομήσει τη διδασκαλία του με τέτοιο τρόπο ώστε να προωθήσει τη γνωστική σύγκρουση. Μέσα από αυτή, θα οδηγηθούν οι μαθητές στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής, ενώ σε αυτό το κομμάτι ιδιαίτερα σημαντικός είναι και ο ρόλος του πειράματος, όπως είδαμε και στο κεφάλαιο 1.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΕΣ:

- Arons, B.A. (1992). *Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής*. Ελληνική Μετάφραση Αν. Βαλαδάκης, Αθήνα: Εκδ. Τροχαλία.
- Driver, R., Guesne, E.T., & Tiberghien, A. (1985/1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*. Ελληνική μετάφραση, Αθήνα: Εκδ. Τροχαλία.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών, Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*. Αθήνα: Εκδ. Τυπωθήτω.
- Καρανίκας, Ι. (1996). *Μελέτη των προβλημάτων της διδασκαλίας των Θερμικών Φαινομένων. Πρόταση για εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και τη μάθηση των Θερμικών Φαινομένων στους 4/ετείς φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε.* Διδακτορική Διατριβή, Π.Τ.Δ.Ε., Ε.Κ.Π.Α.
- Καριώτογλου, Π. (1990). *Προβλήματα Διδασκαλίας και Μάθησης της Μηχανικής των Ρευστών στο Γυμνάσιο*. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- Καριώτογλου, Π. (2002). Από την ιδανική διδακτική μέθοδο στη γνώση παιδαγωγικού περιεχομένου: πρόταση εφαρμογής στη διδασκαλία Φυσικής. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 123, 81-90.
- Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου φυσικών επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Γράφημα.
- Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος ΙΙ, Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Η Εποικοδομητική Προσέγγιση της Διδασκαλίας και της Μάθησης*. Αθήνα: Δαρδανός.
- Κολιόπουλος, Δ. (2003). *Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών ως εργαλεία σχεδιασμού περιεχομένου διδασκαλίας*. Στο Π. Κόκκοτας, Ι. Βλάχος, Π. Πήλιουρας και Α. Πλακίτση (Επιμ.), *Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην κοινωνία της πληροφορίας*. Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου, Αθήνα 18-21 Απριλίου 2002.
- Κουλαϊδής, Β. (1994). *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου*. Αθήνα: Εκδ. Gutenberg.

- Κουμαράς, Π., Καριώτογλου, Π., Αντωνιάδου, Ν., & Ψύλλος, Δ. (1992). Εποικοδομητική στρατηγική στην πειραματική διδασκαλία της φυσικής. *Επιθεώρηση Φυσικής*, τ.22, 12-20.
- Κώτσης, Κ.Θ. (2005). *Διδασκαλία της Φυσικής και πείραμα*. Ιωάννινα: Εκδ. Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
- Κώτσης, Κ.Θ. (2011). *Ερευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της Φυσικής*. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα.
- Κώτσης, Κ.Θ., & Βέμης, Κ. (2002). *Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό για φαινόμενα που στηρίζονται στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα*. Στο Μαργετουσάκη Αθ. & Μιχαηλίδης Π.Γ. (επ.), Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Ρέθυμνο, 257-262.
- Κώτσης, Κ.Θ., Βέμης, Κ., & Κολοβός, Χ. (2002). *Η εννοιολογική αλλαγή των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών και η διάρκεια γνώσης από τη διδασκαλία τους στο Δημοτικό, στην έννοια της τριβής*. Επιστημονική Επετηρίδα Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε. Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, 15, 57-68.
- Κώτσης, Κ.Θ., Βέμης, Κ., & Κολοβός, Χ. (2004). *Η επίδραση των νέων σχολικών εγχειριδίων του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών στην εννοιολογική αλλαγή των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών και στη διάρκεια γνώσης από τη διδασκαλία τους στο Δημοτικό Σχολείο, στην έννοια της τριβής*. Στο Τσελφές Β., Καριώτογλου Π., Πατσαδάκης Μ. (επ.), Φυσικές Επιστήμες, Διδασκαλία, Μάθηση & Εκπαίδευση, Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Αθήνα, Τόμος Β', 123-129.
- Κώτσης, Κ.Θ., & Κολοβός, Χ. (2002). *Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό στην έννοια της δύναμης*. Στο Μαργετουσάκη Αθ. & Μιχαηλίδης Π.Γ. (επ.), Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Ρέθυμνο, 250-256.
- Ματσαγγούρας, Η. (1997). *Θεωρία και Πράξη της Διδασκαλίας: Στρατηγικές Διδασκαλίας*. Αθήνα: Εκδ. Gutenberg.

- Μίχας, Π. (2003). *Η διδασκαλία της φυσικής στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2001). *Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορίας*. Αθήνα: Ιδίων.
- Σπύρτου, Α., Κουμαράς, Π., & Ψύλλος, Δ. (1995). Μια εποικοδομητική στρατηγική για την εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, τεύχος 84.
- Τρίλιανός, Θ. (2003). *Μεθοδολογία της Σύγχρονης Διδασκαλίας*. Αθήνα.
- Τσαγλιώτης, Ν. (1998). *Πτυχές της εννοιολογικής αλλαγής σε παιδιά της Ε΄ Δημοτικού: Η έννοια της δύναμης της τριβής*. Εισήγηση που παρουσιάστηκε στο 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο 'Διδακτική των φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση'. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Χατζηγεωργίου, Γ. (2006). *Προς μια επιστημονική παιδεία. Επαναπροσδιορίζοντας το αναλυτικό πρόγραμμα και τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Ψύλλος, Δ., Κουμαράς, Π., & Καριώτογλου, Π. (1993). Εποικοδόμηση της γνώσης στην τάξη με συνέντευξη δασκάλου και μαθητή. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, τεύχος 70.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ:

- Anderson, C.W., & Smith, E.L. (1987). *Teaching science*. In V. Richardson-Koehler (Ed.), *Educators' handbook: A research perspective* (pp. 84–111), New York: Longman.
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology. A Cognitive View*. New York: Reinhart.
- Baxter, J. (1991). A constructivist approach to astronomy in the National Curriculum. *Phys. Educ.* 26.
- Berry, J., & Graham, T. (1991). Using concept questions in teaching mechanics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 24 (5), 749.
- Burge, E.J. (1967). Misconceptions in nuclear physics. *Physics Education*, 2(4), 184-187.
- Carson, R., & Rowlands, S. (2005). Mechanics as the logical point of entry for the enculturation into scientific thinking. *Science & Education*, 14(3-5), 473-492.
- Chi, M.T.H., Slotta, J.D., & De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4(1), 27-43.
- Claxton, G. (1993). *Minitheories: a preliminary model for learning science*. In Black P.J. & Lucas A.M. (Eds.), *Children's informal ideas in science*, London, Routledge, 45-61.
- Dekkers, P.J.J.M., & Thijs, G.D. (1998). Making Productive Use of Students' Initial Conceptions in Developing the Concept of Force. *Science Education*, 82(1), 31-51.
- Driver, R. (1983). *The pupil as a scientist?* Open University Press: Milton Keynes.
- Driver, R., & Bell, B. (1986). Student's thinking and the learning of Science. *A constructivist view school Science Review*, 67.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of the literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-Action: Some Theoretical and Empirical Issues in the Study of Students' Conceptual Frameworks in Science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in science Education*, 13.
- Driver, R., Guesne, E.T., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas and learning science*. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science*, Milton Keynes: Open University Press.

- Duit, R. (1993). *Research on students' conceptions-developments and trends*. Paper presented at the 'Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics', Cornell University, Ithaca, August 1-4.
- Emarat, N., & Johnston, I. (2002). The effectiveness of the Thai traditional teaching in the introductory physics course: A comparison with the US and Australian approaches. *CAL-laborate*, Vol. 9.
- Engel-Clough, E., & Driver, R. (1986). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contents. *Science Education*, 70(5), 473-496.
- Finegold, M., & Gorsky, P. (1991). Students' concepts of force as applied to related physical systems: A search for consistency. *International Journal of Science Education*, 13(1), 97-113.
- Galili, I. (1995). Mechanics background influences students conceptions in electromagnetism. *International Journal of Science Education*, 14(1), 63-81.
- Gilbert, J.K., Osborne, R.J., & Fensham, P.J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66, 623-633.
- Halloun, I.A., & Hestenes, D. (1985b). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056-1065.
- Hammer, D. (1996). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for education research. *American journal of physics*, 64(10), 1316-1325.
- Heller, P., & Huffman, D. (1995). Interpreting the force concept inventory. A reply to Hestenes and Hallou. *The Physics Teacher*, 33(8), 503, 507-511.
- Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education*, 15, 92-105.
- Huffman, D., & Heller, P. (1995). What does the force concept inventory actually measure? *The Physics Teacher*, 33(3), 138-143.
- Küçüközer, H., & Kocakulah, S. (2007). Secondary School Students' Misconceptions about Simple Electric Circuits. *Journal of Turkish Science Education*.
- McDermott, L.C., & Redish, E.D. (1999). Resource letter PER-1: Physics education research. *American Journal of Physics*, 67(7), 755-767.
- Millar, R. (1989). Constructivism Criticism. *International Journal of science Education*, vol.

11(5).

- Novak, J.D. (1977). *A theory of Education*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Osborne, F.J. (1996). Beyond Constructivism. *Science Education*, 80, (1).
- Osborne, R.J., & Gilbert, J.K. (1980b). A technique for exploring student's views of the world. *Physics Education*, 15, 376-379.
- Piaget, J. (1960). *The child's conception of the world*. Littlefield, Adams & CO., Paternson, New Jersey.
- Piaget, J. (1969). *The child's conception of physical causality*. (M. Gabian Trans.) Totowa, New Jersey, Littlefield Adams (Original work published in 1927).
- Piaget, J. (1970). *The child's conception of movement and speed*. (G.E.T. Holloway & M.J. Mckenzie, Trans.) London, Routledge and Keagan Paul (Original work published in 1946).
- Pope, M., & Gilbert, J. (1983). Personal experience and the construction of knowledge in science. *Science Education*, Volume 67, Issue 2, p.193-204.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2).
- Redish, E.F., & Steinberg, R.N. (1999). Teaching physics: Figuring out what works. *Physics Today*, 52(1), 24-30.
- Rowell, J.A., Dawson, C.J., & Lyndon, H. (1990). Changing misconceptions: a challenge to science educators. *International Journal of Science Education*, 12(2), 167-175.
- Rowlands, S., Graham, T., & Berry, J. (1999). Can we speak of alternative frameworks and conceptual change in mechanics? *Science and Education*, 8 (3), 241-271.
- Rumelhart, D., & Norman, D. (1978). *Accretion, tuning and restructuring: Three modes of learning*. In J.W. Cotton & R. Klatzky (eds.), *Semantic Factors in Cognition*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Scott, P., Dyson, T., & Gater, S. (1987). *A constructivist view of learning and teaching in science*. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Shipstone, D.M. (1984). A Study of Children's Understanding of Electricity in Simple DC Circuits. *International Journal of Science Education*, 6 (2), pp.185-198.
- Steinberg, R.N., & Sabella, M.S. (1997). Performance on multiple-choice diagnostics and complementary exam problems. *The Physics Teacher*, 35(3), 150-155.

- Taber, K., & Watts, M. (1996). The secret life of the chemical bond: students' anthropomorphic and animistic references to bonding. *International Journal of Science Education*.
- Taylor, M.G., Rhodes, M., & Gelman, S.A. (2009). Boys Will Be Boys; Cows Will Be Cows: Children's Essentialist Reasoning About Gender Categories and Animal Species. In *Child Development*, Article first published online: 29 Apr. 2009, Pacific Lutheran University & University of Michigan, Volume 80, Number 2, Pages 461–481.
- Tveita, J. (1996). The drama model of electricity. In *8th Symposium of International Organization of Science and Technology Education* (Vol. 1).
- Tveita, J. (1999). *Can Untraditional Learning Methods Used in Physics Help Girls to be More Interested and Achieve more in this Subject?* In M. Bandiera, S. Caravita, E. Torracca and M. Vicentini (Eds), *Research in Science Education in Europe*. London: Kluwer Academic Publishers, pp.133-141.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205-221.
- Viennot, L. (1985). Analyzing students reasoning: Tendencies in interpretation. *American Journal Physics*, 53 (5).
- Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual reconstructing: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 23(3), 219-237.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Watts, M., & Bentley, D. (1994). Humanizing and Feminizing School Science: Reviving Anthropomorphic and Animistic Thinking in Constructivist Science Education. *International Journal of Science Education*.
- Whitelegg, E. (1996). *Gender Effects in Science Classrooms*. In G. Welford, J. Osborne and P. Scott (Eds), *Research in Science Education in Europe: Current Issues and Themes*. London: Falmer, 297–312.

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ

Ο Σωτήριος Ντίνος γεννήθηκε στα Ιωάννινα τη 14^η Ιουλίου 1989. Αποφοίτησε από το Γενικό Λύκειο Ζωσιμαίας Σχολής Ιωαννίνων με βαθμό «Άριστα» 18.8/20 τον Ιούνιο του 2007. Το Σεπτέμβριο του ίδιου έτους εισήχθη στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων όπου και πραγματοποίησε τις βασικές σπουδές, αποφοιτώντας με βαθμό «Άριστα» 8.83/10 τον Ιούνιο του 2011. Ως υπότροφος του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών συνέχισε για Μεταπτυχιακές Σπουδές στο ίδιο τμήμα το Μάρτιο του 2013, για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στις Επιστήμες της Αγωγής, με ειδίκευση στις Θετικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση, εκπονώντας ως Διπλωματική την παρούσα εργασία.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Αγαπητέ/ή μαθητή/μαθήτρια, σε παρακαλώ συμπλήρωσε τα στοιχεία που σου ζητούνται χωρίς να ανησυχείς ότι αυτά θα κοινοποιηθούν στους γονείς σου ή θα επηρεάσουν κατά κάποιο τρόπο το βαθμό σου. Για το λόγο αυτό δεν γράφεις σε κανένα σημείο στο έντυπο αυτό το όνομά σου. Για να απαντήσεις θα έχεις άνεση χρόνου, αλλά μη τον σπαταλάς άσκοπα. Επίσης μη συνομιλείς με τους διπλανούς σου, αλλά απάντησε στις παρακάτω ερωτήσεις βασισμένος/η στις προσωπικές σου γνώσεις! Θα ήθελα επίσης να σε παρακαλέσω να σημειώνεις στα κουτάκια έτσι ή έτσι . Ευχαριστώ για τη βοήθειά σου!

ΤΑΞΗ:	ΦΥΛΟ: Αγόρι <input type="checkbox"/> Κορίτσι <input type="checkbox"/>
--------------------	--

(Σημειώστε ένα κουτάκι σε κάθε ερώτημα)

➤ **Πόσο σου αρέσει το μάθημα της Φυσικής;**

- A. Πολύ
- B. Αρκετά
- Γ. Μέτρια
- Δ. Λίγο
- E. Καθόλου

➤ **Με ποιό τρόπο θα ήθελες να διδάσκεται το μάθημα της Φυσικής;**

- A. Με επίλυση ασκήσεων από το τετράδιο εργασιών
- B. Με παραδείγματα στον πίνακα
- Γ. Με πείραμα
- Δ. Δεν ξέρω

1) **Πότε εμφανίζεται η δύναμη της τριβής:**

- A. Όταν είμαστε ακίνητοι
- B. Όταν πηδάμε επιτόπου
- Γ. Όταν περπατάμε
- Δ. Δεν ξέρω

2) Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη τριβής:

- A. Όταν ένα αυτοκίνητο κινείται σε στεγνό δρόμο
- B. Όταν κινείται σε βρεγμένο δρόμο
- Γ. Δεν ξέρω

3) Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο:

- A. Όταν είναι άδειο
- B. Όταν είναι φορτωμένο
- Γ. Δεν ξέρω

4) Δύναμη λέγεται η αιτία:

- A. Που παραμορφώνει ένα σώμα
- B. Που του αλλάζει την κινητική του κατάσταση
- Γ. Που κάνει και τα δύο παραπάνω
- Δ. Τίποτε από τα παραπάνω

5) Σπρώχνουμε μία μπάλα κι αυτή κινείται. Σπρώχνουμε έναν τοίχο και μένει ακίνητος. Σε ποια περίπτωση ασκούμε δύναμη:

- A. Όταν σπρώχνουμε τη μπάλα
- B. Όταν σπρώχνουμε τον τοίχο
- Γ. Και στις δύο περιπτώσεις
- Δ. Σε καμία περίπτωση

6) Πότε ενεργεί μία δύναμη σε μία μπάλα:

- A. Όταν σπρώχνουμε τη μπάλα κι αυτή αρχίζει να κινείται
- B. Όταν σταματάμε τη μπάλα που κινείται
- Γ. Και στις δύο περιπτώσεις
- Δ. Σε καμία περίπτωση

7) Ένα παιδί πετά μία πέτρα, πότε ασκεί δύναμη:

- A. Τη στιγμή που η πέτρα φεύγει από το χέρι του
- B. Όταν η πέτρα βρίσκεται στον αέρα
- Γ. Και στις δύο περιπτώσεις
- Δ. Σε καμία περίπτωση

8) Συναντάς ένα φίλο σου και τον χαιρετάς χτυπώντας του το χέρι «κόλλα πέντε». Ασκείται στο χέρι σου και στο χέρι του φίλου σου:

- A. Δύο δυνάμεις με την ίδια κατεύθυνση
- B. Δύο δυνάμεις με την αντίθετη κατεύθυνση
- Γ. Δύο δυνάμεις με διαφορετικές κατευθύνσεις
- Δ. Δεν ξέρω

9) Όταν σπρώχνω μια πέτρα:

- A. Η πέτρα ασκεί κι αυτή μια δύναμη σε μένα
- B. Δε μου ασκεί καμιά δύναμη
- Γ. Τίποτε από τα παραπάνω

10) Όταν χτυπώ με δύναμη το χέρι μου στο τραπέζι, το χέρι μου πονάει:

- A. Επειδή εγώ ασκώ δύναμη στο τραπέζι
- B. Επειδή το τραπέζι ασκεί δύναμη σε μένα

11) Στην πρωινή προσευχή όταν στέκεσαι ακίνητος, ποιες δυνάμεις υπάρχουν:

- A. Η δική σου προς το πάτωμα
- B. Του πατώματος προς εσένα
- Γ. Και οι δύο παραπάνω
- Δ. Καμιά από τις παραπάνω

12) Όταν κολυμπάμε, με τα χέρια σπρώχνουμε το νερό προς τα πίσω κι εμείς πάμε εμπρός επειδή:

- A. Γλιστράμε στο νερό
- B. Το νερό μας σπρώχνει με αντίθετη δύναμη προς τα μπρος
- Γ. Δεν ξέρω

13) Όταν περπατάμε σπρώχνουμε το έδαφος:

- A. Προς τα εμπρός
- B. Προς τα πίσω
- Γ. Δεν ξέρω

ΤΕΛΟΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ