



Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Σχολή Επιστημών της Αγωγής
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Επιστήμες της Αγωγής»
Κατεύθυνση: Θετικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση

***ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΕ ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ
ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ***

Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία

Μπάδας Χρήστος

Συμβουλευτική επιτροπή

Επιβλέπων: Κώτσης Κωνσταντίνος

Μέλη: Πλακίτση Κατερίνα

Γαυριλάκης Κωνσταντίνος

Ιωάννινα 2017

Για την παρούσα διπλωματική εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τον κ. Κώτση Κωνσταντίνο που δέχτηκε να είναι ο επιβλέπων καθηγητής και που με ενέπνευσε να ασχοληθώ με τη Διδακτική της Φυσικής.

Ακόμη θα ήθελα πολύ να τον ευχαριστήσω για τη συμβολή του, την καθοδήγησή του καθώς και την παροχή υλικού με τη βοήθεια των οποίων επιτεύχθηκε η εν λόγω εργασία.

Τέλος, θα ήθελα πραγματικά να ευχαριστήσω τους μαθητές και τους δασκάλους του 5^{ου}, του 12^{ου}, του 16^{ου} και του 22^{ου} Δημοτικού Σχολείου Αγρινίου για τη συνεργασία τους και για το χρόνο που αφιέρωσαν προκειμένου να με βοηθήσουν για τα αποτελέσματα της εργασίας.

e-mail επικοινωνίας: christos.mpadas@gmail.com

« Τρία πράγματα χρειάζονται για την εκπαίδευση: η φύση, η μάθηση και η άσκηση »

Αριστοτέλης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

- Περίληψησελ. 5
- Abstractσελ. 6

Θεωρητικό Μέρος

- 1.1. Εισαγωγήσελ. 7
- 1.2. Η παραδοσιακή διδασκαλία στα πλαίσια της Φυσικής του δημοτικούσελ. 7
- 1.3. Η διδασκαλία της Φυσικής με βάση τον εποικοδομητισμόσελ. 8
- 1.4. Τι είναι οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητώνσελ. 9
- 1.5. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις και η διδασκαλία της Φυσικήςσελ. 10
- 1.6. Η εννοιολογική αλλαγή στις Φυσικές Επιστήμεςσελ. 10

Πρακτικό Μέρος

- 1.1. Εισαγωγή στο ερευνητικό ερώτημασελ. 13
- 1.2. Ο τομέας της Φυσικής και το ερευνητικό εργαλείοσελ. 13
- 1.3. Το δείγμασελ. 14
- 1.4. Ανάλυση των δεδομένωνσελ. 15
- 1.5. Συμπεράσματασελ. 56

- Επίλογοςσελ. 62

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑσελ. 63

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑσελ. 66

Περίληψη

Η παρούσα εργασία ασχολείται, σε θεωρητικό και ερευνητικό επίπεδο, με τις εναλλακτικές ιδέες μαθητών του δημοτικού σχολείου σε έννοιες της μηχανικής. Αρχικά, γίνεται μία θεωρητική προσέγγιση σχετικά με δύο χαρακτηριστικά μοντέλα διδασκαλίας των Φυσικών επιστημών και το αντίκτυπό τους στη μαθησιακή διαδικασία. Αυτό σημαίνει ότι ο τρόπος διδασκαλίας έχει αλλάξει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου έτσι ώστε να επιτυγχάνει τα καλύτερα δυνατά μαθησιακά αποτελέσματα με επίκεντρο τον μαθητή. Έπειτα, γίνεται εισαγωγή σχετικά με το θεωρητικό πλαίσιο των εναλλακτικών ιδεών και πως αυτές μπορούν να επηρεάσουν τη διδασκαλία και τη νέα γνώση. Παράλληλα, αναζητούνται τρόποι με τους οποίους μπορεί να επιτευχθεί μία εννοιολογική αλλαγή, δηλαδή πιο μοντέλο θα πρέπει να ακολουθήσει εκπαιδευτικός έτσι ώστε ο μαθητής να τροποποιήσει την ήδη υπάρχουσα αντίληψη σε μία νέα επιστημονική γνώση.

Στη συνέχεια, περνάμε στο ερευνητικό μέρος της εργασίας όπου αναφέρεται το ερευνητικό ερώτημα, το δείγμα καθώς και το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνησή της. Τέλος, γίνεται αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις απαντήσεις των μαθητών μέσα από διαγράμματα και πίνακες και συζητούνται τα συμπεράσματα σχετικά με το κατά πόσο οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών υφίστανται αλλαγή ή παραμένουν σταθερές με την πάροδο του χρόνου στο δημοτικό σχολείο.

Λέξεις – Κλειδιά: θεωρητικό – ερευνητικό πλαίσιο, εναλλακτικές ιδέες, δημοτικό σχολείο, Φυσικές επιστήμες, μηχανική, εννοιολογική αλλαγή.

Abstract

This paper deals, at a theoretical and research level, with the alternative ideas of primary school students in the concepts of Mechanics. Initially, a theoretical approach is made on two distinct models of science teaching and their impact on the learning process. This means that the way of teaching has changed significantly over time so that it achieves the best possible learning outcomes focusing on the learner. Next, an introduction is made about the theoretical context of alternative ideas and how these can influence teaching and new knowledge. At the same time, there are sought ways in which a conceptual change can be achieved, meaning which model should be followed by a teacher so that the student can modify the existing concept into a new scientific knowledge.

Then we pass to the research part of the paper where the research question, the sample and the research tool used for its elaboration are clearly mentioned. Finally, the results of the pupils' answers are presented in graphs and tables and the conclusions are discussed about whether the alternative ideas of the primary school students undergo change or remain stable over time.

Key words: theoretical - research framework, alternative ideas, primary school, Physics, Mechanics, conceptual change.

Εισαγωγή

Η διδασκαλία των θετικών επιστημών είναι ένας σημαντικός τομέας που διαρκώς εξελίσσεται. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει συστηματικές προσπάθειες για τη βελτίωση της εκπαίδευσης γύρω από τη Φυσική. Με την πάροδο του χρόνου η άποψη της μάθησης μετατοπίστηκε από το κλασικό μιχεβιουριστικό πρότυπο προς μια πιο κονστрукτιβιστική προοπτική που δίνει έμφαση στον ενεργό ρόλο των μαθητών κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας (Stylos, Evangelakis, Kotsis, 2008). Αυτή η εναλλακτική προοπτική παρέχει στους μαθητές τη δυνατότητα λήψης αποφάσεων σε δύσκολες και πολύπλοκες καταστάσεις καθώς επίσης και της επίτευξη του στόχου τους έχοντας ως κύριο σημείο αναφοράς τις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας. Σε γενικές γραμμές, η επιστήμη της εκπαίδευσης έχει στόχο να παρέχει μία επαρκή εικόνα του κόσμου στον οποίο ζούμε.

Ωστόσο, σύμφωνα με τη McDermott (1993), αποτελέσματα ερευνών έχουν δείξει ότι σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ του τι διδάσκεται και του τι πραγματικά οι μαθητές καταλαβαίνουν. Πολλές φορές αυτό το φαινόμενο αυτό ισχύει σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από όσο φαντάζονται οι εκπαιδευτικοί.

Η παραδοσιακή διδασκαλία στα πλαίσια της Φυσικής του δημοτικού

Με τον όρο παραδοσιακή διδασκαλία αναφερόμαστε σε ένα μοντέλο όπου όλη η διαδικασία μάθησης επικεντρώνεται γύρω από τον εκπαιδευτικό. Αυτό σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας ο δάσκαλος θεωρείται ως η «αυθεντία» που κατέχει τη γνώση την οποία θα πρέπει να μεταφέρει στους μαθητές. Κατά την προσέγγιση αυτή ο εκπαιδευτικός έχει τις εξής προσδοκίες:

- ότι οι μαθητές θα αποκτήσουν την επιστημονική γνώση και τις αντίστοιχες ικανότητες και
- θα εκτιμήσουν την ομορφιά και την αξία γύρω από τον τομέα της Φυσικής.

Έτσι, προκειμένου να μπορέσει να μοιραστεί τη γνώση του με τους μαθητές, ο εκπαιδευτικός διδάσκει κάνοντας γενικεύσεις έτσι ώστε να καταλήξει σε κάτι ειδικό. Ωστόσο, σε όλη αυτή τη διαδικασία ο μαθητής παραμένει απλά ένας παθητικός δέκτης ο οποίος προσπαθεί να αφομοιώσει όλη τη νέα γνώση την οποία δέχεται χωρίς να χρησιμοποιεί επαρκώς τη λογική και την κριτική του ικανότητα. Οι εκπαιδευτικοί, ανακαλώντας την εμπειρία τους και τον τρόπο με τον οποίο οι ίδιοι είχαν ενεπνευστεί με τον τομέα της Φυσικής, έχουν την τάση να θεωρούν τους

μαθητές ως νεότερες εκδόσεις του εαυτού τους (McDermott, 1993). Στην πραγματικότητα, όμως, αυτή η ταύτιση ισχύει μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις.

Είναι γνωστό ότι σημαντικό μέρος της διδασκαλίας της Φυσικής αποτελεί και το πείραμα. Η παραδοσιακή διδασκαλία στην πράξη, κατά τη διάρκεια της στοιχειώδους εκπαίδευσης στις επιστήμες, σημαίνει ότι διεξάγονται πειράματα αποκλειστικά και μόνο για σκοπούς παρατήρησης και συλλογής πληροφοριών, ακολουθούμενα από θεωρητικές αναφορές στην επίσημη γνώση. Σε αυτή τη διαδικασία, ένας μαθητής που παρακολουθεί ένα πείραμα αποτελεί ένα παθητικό παρατηρητή και παραλήπτη γνώσης, ο οποίος μορφοποιεί τη γνώση αφού έχει παρακολουθήσει το πείραμα. Αυτού του είδους το πείραμα, όπου μόνος σκοπός του είναι να παρατηρήσει και να σημειώσει ένα συγκεκριμένο φαινόμενο, είναι σήμερα γνωστό ως παραδοσιακή επίδειξη (Svedružić, 2008).

Η διδασκαλία της Φυσικής με βάση τον εποικοδομητισμό

Ο εποικοδομητισμός αντιλαμβάνεται έναν μαθητή ως ενεργό συμμετέχοντα και αναλυτή της διδακτικής πράξης. Είναι μια συνεχής διαδικασία αλληλεπιδράσεων, κατά τις οποίες η ήδη προϋπάρχουσα γνώση επηρεάζει τη νέα γνώση που μεταδίδεται στο υποκείμενο, η οποία με τη σειρά της θα επηρεάσει τη μετέπειτα γνώση που πρόκειται να έρθει. Στο πλαίσιο αυτής της προσέγγισης, ο ρόλος της μάθησης αλλάζει μεθοδολογικά και φιλοσοφικά και έχει πολύ σημαντικές συνέπειες στη διδασκαλία, αφού ο μαθητής γίνεται πρωταγωνιστής της διαδικασίας και όχι παθητικός δέκτης μηνυμάτων όπως τον ήθελε το παραδοσιακό πρότυπο. Ωστόσο, ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο αποτελεί και ο εκπαιδευτικός διότι με τις παρεμβάσεις του προσπαθεί να τροποποιήσει τις εναλλακτικές αντιλήψεις που έχουν διαισθητικά οι μαθητές για τις διάφορες έννοιες της φυσικής και τα φυσικά φαινόμενα μετατρέποντάς τες σε ουσιαστική γνώση σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο (Κώτσης & Βέμης, 2002).

Στην κατασκευαστική επίδειξη ο μαθητής συμπεριλαμβάνεται σε όλα τα στάδια και τις διαδικασίες ενός επιστημονικού πειράματος. Η εποικοδομητική διδασκαλία περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες που χρησιμοποιούν οι μαθητές, οι οποίες προηγούνται των επιστημονικών διαδικασιών, όπως: παρατήρηση, ανίχνευση, υποβολή υποθέσεων, προετοιμασία πειραμάτων, συλλογή πληροφοριών, ανάλυση πληροφοριών, λύσεις επίλυσης και επαλήθευση λύσης (Svedružić, 2008).

Ωστόσο, παρόλο που αναφερόμαστε σε ένα μαθητοκεντρικό στυλ, ένα από τους σημαντικούς παράγοντες για την εφαρμογή του εποικοδομητικού μοντέλου διδασκαλίας των φυσικών επιστημών αποτελεί και ο ίδιος ο εκπαιδευτικός. Πληθώρα ερευνών μέχρι σήμερα έχουν αποδείξει ότι σε πολλές περιπτώσεις, ανάλογες εσφαλμένες αντιλήψεις με εκείνες των μαθητών έχει και ο δάσκαλος της

πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να βοηθήσει ουσιαστικά στην εννοιολογική αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών του (Κώτσης, 2011).

Τι είναι οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών

Υπάρχει μία ευρεία συναίνεση μεταξύ των ερευνητών στον τομέα της εκπαίδευσης ότι τα άτομα δεν θα πρέπει να θεωρούνται παθητικοί αποδέκτες των πληροφοριών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, αλλά θα πρέπει οι μαθητές να είναι ενεργοί κατασκευαστές των δικών τους γνώσεων. Πριν από την έναρξη του σχολείου, τα παιδιά έχουν έναν πλούτο εμπειριών που τους οδήγησε στο να αναπτύξουν μια «λογική» κατανόηση του κοινωνικού και του φυσικού τους περιβάλλοντος. Αυτό είναι, βεβαίως, ένα επιθυμητό γεγονός καθώς η κατασκευή της νέας γνώσης θα βασιστεί πάνω σε αυτή την ήδη προϋπάρχουσα γνώση. Το πρόβλημα, όμως, προκύπτει από το γεγονός ότι η γνώση που διδάσκεται στα σχολεία συχνά δεν συμβαδίζει με τη λογική που έχουν αναπτύξει οι μαθητές και έτσι μπορεί να εμποδίσει την κατανόηση. Αυτή η λογική που είναι ασυμβίβαστη με την επιστημονική θεωρία και γνώση, συνήθως αναφέρεται ως παρανόηση ή εναλλακτική αντίληψη.

Σύμφωνα με τους Dekkers et al. (1998) η ερμηνεία που δίνουν οι μαθητές σε μία έννοια δεν απαραίτητα η ίδια με την επιστημονική εξήγηση καθώς μελέτες τους έδειξαν ότι για πολλά υποκείμενα «δύναμη» π.χ. είναι κάτι το οποίο κατέχει ένα κινούμενο σώμα. Έτσι, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι αυτό υποδηλώνει ένα γενικότερο εννοιολογικό πρόβλημα.

Έπειτα από έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, οι ερευνητές Στύλος, Κώτσης, Εμβαλωτής, (2014) αναφέρουν ότι προκειμένου να υπάρξει αποτελεσματική μάθηση οι εκπαιδευτικοί είναι απαραίτητο να γνωρίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να γνωρίζουν ότι:

- Οι εναλλακτικές ιδέες είναι νοητικές κατασκευές που έχουν αναπτύξει οι μαθητές προσωπικά βάσει των οποίων ερμηνεύουν τη γνώση που μεταβιβάζει ο εκπαιδευτικός στην τάξη.
- Οι ιδέες αυτές δεν έχουν διαμορφωθεί μέσα στα πλαίσια της εκπαίδευσης, αλλά μέσα από τη βιωματική εμπειρία του κάθε μαθητή.
- Συνήθως αποκλίνουν σημαντικά από την επιστημονική εξήγηση και στηρίζονται πάνω σε αβάσιμες θεωρίες.
- Επιπλέον, οι εναλλακτικές ιδέες επηρεάζουν δραστικά τη διδασκαλία του μαθήματος έχοντας ως αποτέλεσμα την ελλιπή μάθηση και αρνητικές επιπτώσεις ως προς τη νέα ορθή γνώση που επιδιώκεται να οικοδομηθεί.

- Παράλληλα, σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να αποτελέσουν οδηγό για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας της στρατηγικής που ακολουθεί ο εκπαιδευτικός στη διδασκαλία του.

Οι εναλλακτικές αντιλήψεις και η διδασκαλία της Φυσικής

Οι αντιλήψεις των μαθητών για τα διάφορα φυσικά φαινόμενα έχουν καθολικότητα και είναι αυτές που τους βοηθούν να δημιουργήσουν μοντέλα ερμηνείας έχοντας ως αποτέλεσμα την αναφορά των διαφόρων φυσικών φαινομένων με εναλλακτικά ονόματα, τη χρήση παρορμητικών και λανθασμένων αντιλήψεων κλπ. (Stylos, Evangelakis, Kotsis, 2008). Συνήθως, αυτές οι αντιλήψεις είναι αντίστοιχες μεταξύ των διαφορετικών δειγμάτων μαθητών, αντιστέκονται έντονα στις αλλαγές και επηρεάζουν την περαιτέρω μάθηση με αποτέλεσμα πολλοί μαθητές να διατηρούν τις ίδιες παρανοήσεις ακόμα και μετά την ολοκλήρωση του μαθήματος (Driver, 1989). Στις περισσότερες περιπτώσεις η πρωτοβάθμια εκπαίδευση δεν καταφέρνει να εκριζώσει αυτές τις ιδέες που χρησιμοποιούν τα παιδιά γι' αυτό και είναι πιθανό να παραμείνουν ακόμη και μετά την ενηλικίωσή τους. Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο Κώτσης, (2011) «Οι πρωτογενείς - δισθητικές αντιλήψεις των μαθητών παρεμβαίνουν καθοριστικά στη μαθησιακή διαδικασία και θέτουν εμπόδια και δυσκολίες στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών».

Μία ιδιαίτερα σημαντική πηγή παρανοήσεων αποτελεί η υπερβολική εξάρτηση από την καθημερινή γλώσσα (Yalcin, 2008). Λέξεις όπως η δύναμη και το βάρος που χρησιμοποιούνται συχνά στο καθημερινό λεξιλόγιο έχουν λάβει πολύ διαφορετική σημασία συγκριτικά με την επιστημονική εξήγηση. Αυτό το γεγονός είναι πολύ ασυνήθιστο για το μαθητή και τον δυσκολεύει στο να μπορεί να ξεχωρίσει κατά πόσο η σημασία μιας λέξης μπορεί να έχει εντελώς διαφορετική ερμηνεία από αυτό που ήδη γνωρίζει.

Ιδιαίτερα χρήσιμο για την εκπαιδευτική διαδικασία είναι το γεγονός ότι ερευνητές όπως πχ. η Driver έχουν καταγράψει τις πιο σταθερές παρανοήσεις που παρουσιάζουν οι μαθητές, προωθώντας έτσι την καλύτερη ενημέρωση καθώς και τη δημιουργία ενός σημείου εκκίνησης για την αλλαγή των στρατηγικών διδασκαλίας.

Η εννοιολογική αλλαγή στις Φυσικές Επιστήμες

Όπως προαναφέραμε, έρευνες απέδειξαν ότι οι αρχικές γνώσεις που έχει προσωπικά ο κάθε μαθητής, δηλαδή οι ιδέες και οι απόψεις του γύρω από τους διάφορους τομείς της Φυσικής, επηρεάζουν τη μάθηση σε σημαντικό βαθμό. Η

αναδόμηση της ήδη υπάρχουσας γνώσης των παιδιών και η πραγματοποίηση της εννοιολογικής αλλαγής απαιτεί γνώση από τον εκπαιδευτικό σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες τους και τη χρήση τους στη διδασκαλία εννοιών της Φυσικής στο σχολείο.

Οι εκπαιδευτικοί των θετικών επιστημών έχουν χρησιμοποιήσει την εννοιολογική αλλαγή ως το θεωρητικό πλαίσιο για την εξήγηση μιας πληθώρας μελετών που δείχνουν πώς τα άτομα αδυνατούν να αναπτύξουν εννοιολογικές κατανοήσεις σχετικά με τα διάφορα επιστημονικά φαινόμενα (Dole & Sinatra, 1998).

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, διάφοροι ερευνητές αναγνώρισαν ότι πολλές από τις παρανοήσεις των μαθητών είναι ισχυρές και επιμένουν παρά τη διδασκαλία που προορίζεται για τη διόρθωσή τους. Αυτό το φαινόμενο οδήγησε στην ανάγκη για τη δημιουργία ενός μοντέλου όπου σύμφωνα με τους Posner et al., (1982) θα περιγράφει «τις ουσιαστικές διαστάσεις της διαδικασίας κατά την οποία οι κεντρικές έννοιες των ατόμων αλλάζουν από το ένα σύνολο εννοιών σε ένα άλλο σύνολο, ασύμβατο με το πρώτο». Ωστόσο, κατά το μοντέλο αυτό υπάρχουν ορισμένες συνθήκες που πρέπει να πληρούνται προκειμένου να επιτευχθεί η εννοιολογική αλλαγή. Το μοντέλο και οι συνθήκες περιγράφονται ως εξής:



Μοντέλο Εννοιολογικής Αλλαγής – Posner et al., (1982).

- Θα πρέπει να υπάρχει δυσaréσκεια με τις προϋπάρχουσες αντίληψεις. Προκειμένου να τροποποιηθεί μια υπάρχουσα δομή, ο μαθητής θα πρέπει να καταβάλει προσπάθεια και ενεργή συμμετοχή στη διδακτική διαδικασία. Ωστόσο, για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα κίνητρο το οποίο προκύπτει από τη δυσaréσκεια με την παρούσα έννοια, συνήθως λόγω της έλλειψης πίστης στην ικανότητα της υπάρχουσας έννοιας για την επίλυση των προβλημάτων που παρουσιάζονται ή την επίλυση των ανωμαλιών.
- Μια νέα έννοια πρέπει να είναι κατανοητή. Αυτό σημαίνει ότι ο μαθητής πρέπει να είναι σε θέση να κατανοήσει σε κάποιο βαθμό πώς η εμπειρία μπορεί να δομηθεί από μια νέα έννοια επαρκώς για να εξερευνήσει τις δυνατότητες γύρω από αυτήν.
- Μια νέα έννοια πρέπει να φαίνεται αρχικά λογική. Είναι σημαντικό η νέα ιδέα να υποστηρίζει το γεγονός ότι θα μπορέσει να επιλύσει τα προβλήματα που αρχικά οδήγησαν στη δυσaréσκεια με την προϋπάρχουσα αντίληψη. Παράλληλα, η νέα αντίληψη θα είναι εύλογη εάν καταφέρνει να φαίνεται συνεπής και με άλλες ήδη υπάρχουσες γνώσεις του μαθητή.
- Μια νέα αντίληψη θα πρέπει να υποστηρίζει τη δυνατότητα μιας γόνιμης ερευνητικής διαδικασίας. Δηλαδή, θα πρέπει πραγματικά να επιλύσει τα προβλήματα που η αρχική ιδέα δεν μπορούσε. Επιπλέον, θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να επεκταθεί, ανοίγοντας νέους τομείς έρευνας.

Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει άμεσες επιπτώσεις σχετικά με τον τρόπο κατασκευής της διδασκαλίας για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής. Αυτό σημαίνει ότι οι οδηγίες θα πρέπει να σχεδιάζονται κατάλληλα έτσι ώστε να παρουσιάζουν ανωμαλίες με σκοπό να δημιουργηθούν γνωστικές συγκρούσεις. Αυτό θα δημιουργήσει μια ανισορροπία στο νου του μαθητή η οποία θα οδηγήσει σε δυσaréσκεια με την υπάρχουσα αντίληψη και τελικά σε μια προθυμία να φιλοξενήσει μια νέα αντίληψη. Ωστόσο, αυτό απαιτεί από τον δάσκαλο να αντιμετωπίζει τους μαθητές με τέτοιο τρόπο που να εξαρτάται από την προσπάθειά τους να αφομοιώσουν τις νέες αντιλήψεις (Posner et al., 1982).

Εισαγωγή στο ερευνητικό ερώτημα

Η διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών και των παγιωμένων αντιλήψεων που προϋπάρχουν στη νόηση των μαθητών στον τομέα της Φυσικής είναι ένα θέμα που έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές μέχρι σήμερα και εξακολουθεί να αποτελεί βασικό θέμα μελέτης. Έχει αποδειχθεί ότι συχνά οι μαθητές, ανεξαρτήτως εθνικότητας, εκπαιδευτικού επιπέδου και ηλικίας παρουσιάζουν τις ίδιες δυσκολίες τόσο στην κατανόηση ορισμένων εννοιών όσο και στον τρόπο σκέψης γύρω από αυτές (McDermott, 1997).

Για το λόγο αυτό οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ορισμένα εκπαιδευτικά εργαλεία ώστε να προσδιορίσουν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Τα εργαλεία αυτά αποτελούνται από ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, συνεντεύξεις καθώς και ερωτηματολόγια πολλαπλής επιλογής (Redish and Steinberg, 1999).

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε για τη διερεύνηση δύο βασικών ερωτημάτων:

- Τι ποσοστό των μαθητών, ανά τάξη του Δημοτικού, παρουσιάζει εναλλακτικές ιδέες πάνω σε βασικές έννοιες της Φυσικής,
- κατά πόσο αυτές οι αντιλήψεις αλλάζουν από τάξη σε τάξη με βάση την επιστημονική γνώση και τη βιωματική εμπειρία.

Ο τομέας της Φυσικής και το ερευνητικό εργαλείο

Είναι γνωστό ότι η Φυσική ως επιστήμη περιλαμβάνει ένα τεράστιο πλήθος από τομείς που μπορούν να μελετηθούν. Ωστόσο, καθώς η συγκεκριμένη έρευνα απευθύνεται σε μαθητές Δημοτικού, συγκεκριμένα σε ηλικίες από 8 έως 11 ετών, θεωρήθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί ένας τέτοιος τομέας της Φυσικής που θα είναι γνώριμος προς τους μαθητές, τόσο μέσω της διδακτικής τους ύλης όσο και μέσω της βιωματικής τους εμπειρίας.

Σύμφωνα με τον Galili, (1995) η **μηχανική** θεωρείται ένας από τους πιο βασικούς τομείς διότι περιέχει γενικές γνώσεις και θεμελιώδεις έννοιες της Φυσικής. Άλλωστε δεν είναι τυχαίο που ο τομέας της μηχανικής είναι αυτός που πάντα «ανοίγει την πόρτα» σε κάθε πρόγραμμα σπουδών φυσικής. Από παιδαγωγικής άποψης, ο συγκεκριμένος τομέας προσφέρει στους μαθητές τη δυνατότητα να εισέλθουν στον κόσμο της αφηρημένης σκέψης χωρίς να χρειάζεται να έχουν προηγούμενη γνώση της φυσικής. Αυτό και μόνο αποδεικνύει πόσο σημαντική θέση κατέχει η μηχανική και είναι λογικό που αποτελεί το σημείο εισόδου στα βιβλία της φυσικής (Carson and Rowlands, 2005). Είναι ο τομέας που καθορίζει τους «κανόνες

του παιχνιδιού» (Galili, 1995) διότι επιβάλλει αυτό που ο Wittgenstein, (1974) αποκαλεί «μια ενιαία μορφή» για την περιγραφή του κόσμου.

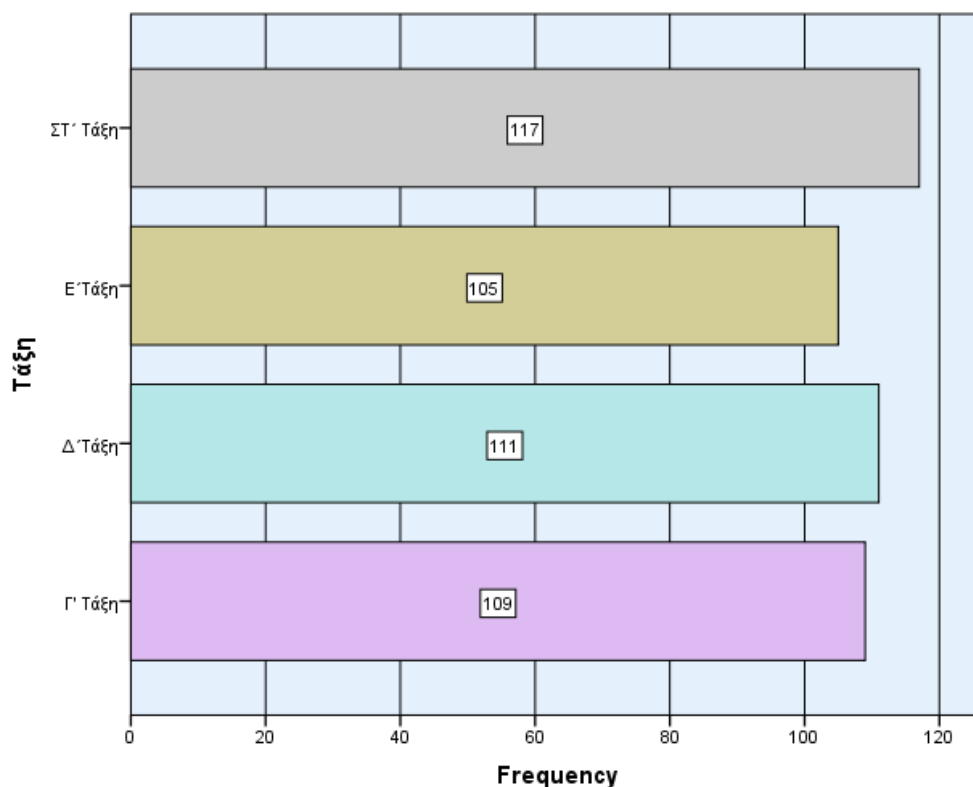
Επομένως, η έρευνα υλοποιήθηκε έχοντας ως θέμα τη μηχανική και για ερευνητικό εργαλείο επιλέχθηκε το **ερωτηματολόγιο**. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί διάφορα ερωτηματολόγια πολλαπλής επιλογής με σκοπό να ερευνήσουν τις εναλλακτικές ιδέες των υποκειμένων. Ωστόσο, τα ερωτηματολόγια αυτά απευθύνονται σε μαθητές από μεγαλύτερες βαθμίδες εκπαίδευσης (Λύκειο – φοιτητές) και δεν θα ήταν δυνατό να απαντηθούν από μαθητές του Δημοτικού. Για το λόγο αυτό θεωρήθηκε κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί ένα ερωτηματολόγιο το οποίο είχε αναπτυχθεί σε προηγούμενες έρευνες (Κώτσης & Βέμης, 2002, Κώτσης & Κολοβός, 2002, Κώτσης, 2004) και είχε δοκιμαστεί σε πληθυσμούς ηλικίας 11 – 50 ετών (Κώτσης, 2011).

Επειδή, όμως, η παρούσα μελέτη ειδικεύεται σε μαθητές 8 – 11 ετών, έχουν αφαιρεθεί ορισμένες ερωτήσεις που περιείχαν δυσνόητες έννοιες έτσι ώστε το ερωτηματολόγιο να είναι πιο προσιτό σε αυτές τις ηλικίες. Ως αποτέλεσμα, λοιπόν, προέκυψε ένα γραπτό ερωτηματολόγιο το οποίο αποτελείται από 20 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με στόχο να ανιχνεύσει το πώς οι μαθητές ερμηνεύουν απλά καθημερινά φαινόμενα που στηρίζονται στην έννοια της δύναμης (βλ. Παράρτημα).

Το Δείγμα

Η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα που προκύπτουν από εμπειρική έρευνα που έγινε σε μαθητές Δημοτικών Σχολείων στην πόλη του Αγρινίου του νομού Αιτωλοακαρνανίας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του έτους 2016 και απευθύνθηκε σε μαθητές της Γ΄ Τάξης, της Δ΄ Τάξης, της Ε΄ Τάξης και της ΣΤ΄ Τάξης του Δημοτικού. Ο λόγος για τον οποίο προτιμήθηκε η συγκεκριμένη χρονική περίοδος είναι έτσι ώστε οι μαθητές να έχουν ολοκληρώσει, ουσιαστικά, το σχολικό έτος και να έχουν αποκομίσει τη μέγιστη δυνατή εμπειρία, τόσο ηλικιακά όσο και σε επίπεδο επιστημονικής γνώσης. Οι μαθητές ανήκαν σε Δημοτικά Σχολεία που βρίσκονται σε αστικές και ημιαστικές περιοχές του Αγρινίου.

Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ίδιο ερωτηματολόγιο σε όλες τις τάξεις. Το σύνολο του πληθυσμού της έρευνα αποτέλεσαν 442 μαθητές και κατανέμονται ανά τάξη όπως φαίνεται παρακάτω στο σχήμα 1 και στον πίνακα 1. Τα παιδιά είχαν ενημερωθεί πρωτίστως για τους σκοπούς της έρευνας και συμμετείχαν οικειοθελώς (δεν υπήρξαν άτομα που αρνήθηκαν να λάβουν μέρος).



Σχήμα 1. Η κατανομή του πληθυσμού της έρευνας

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Γ' Τάξη	109	24.7	24.7	24.7
Δ' Τάξη	111	25.1	25.1	49.8
Ε' Τάξη	105	23.8	23.8	73.5
ΣΤ' Τάξη	117	26.5	26.5	100.0
Total	442	100.0	100.0	

Πίνακας 1. Αναλυτική κατανομή του συνόλου του δείγματος.

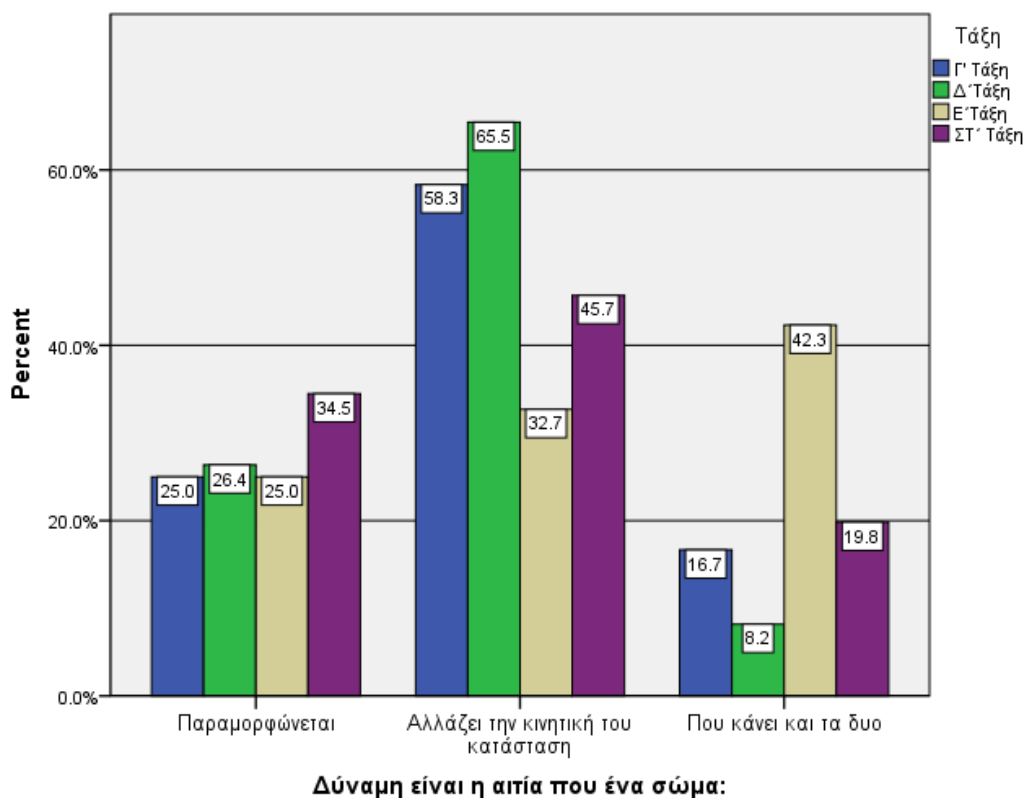
Ανάλυση των δεδομένων

Για την επεξεργασία των απαντήσεων του ερωτηματολογίου έγινε χρήση του στατιστικού προγράμματος **IBM SPSS Statistics, package 20.0** καθώς και του προγράμματος **MS Excel**. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα με τη μορφή ραβδογραμμάτων και αναλυτικών πινάκων για κάθε ερώτηση ξεχωριστά.

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα η έρευνα έχει δύο βασικούς στόχους: α) να μετρήσει τα ποσοστά των μαθητών που παρουσιάζουν εναλλακτικές ιδέες για κάθε τάξη ξεχωριστά και β) να αποδείξει αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις

απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές ανάλογα με την τάξη στην οποία ανήκαν. Ο πρώτος στόχος επιτυγχάνεται μέσα από τα ραβδογράμματα που απεικονίζονται παρακάτω και παρουσιάζουν αναλυτικά τα ποσοστά των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές από κάθε τάξη για κάθε μία από τις είκοσι ερωτήσεις. Για να επιτευχθεί ο δεύτερος στόχος έγινε εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου χ^2 test, μέσω του προγράμματος Spss, το οποίο μας δίνει τη δυνατότητα να διαπιστώσουμε αν οι απαντήσεις που δόθηκαν στα ερωτήματα της έρευνας, για κάθε τάξη του Δημοτικού, είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Η 1^η ερώτηση «**Δύναμη είναι η αιτία που ένα σώμα**» αφορά τον ορισμό της δύναμης ως επιστημονική έννοια. Σε παλιότερη έρευνα που έχει διεξαχθεί διαπιστώθηκε ότι μεγάλο μέρος των μαθητών συνδέει τη δύναμη μόνο με την κίνηση του σώματος και όχι και με την παραμόρφωση του (Κώτσης και Κολοβός, 2003). Το ίδιο μπορεί να παρατηρήσει κανείς στις απαντήσεις που δόθηκαν από τα υποκείμενα της παρούσας έρευνας, οι οποίες απεικονίζονται παρακάτω στο σχήμα 2.



Σχήμα 2. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 1

Όπως φαίνεται στο ραβδόγραμμα το ποσοστό των ερωτηθέντων που έδωσαν τη σωστή απάντηση (που κάνει και τα δύο) είναι ιδιαίτερα χαμηλό. Μόνο το 16,7% απάντησε σωστά από την Γ' τάξη και μόλις 8,2% από τη Δ' τάξη. Στην Ε' τάξη του δημοτικού παρατηρούμε μία σημαντική αύξηση του ποσοστού των σωστών απαντήσεων που φτάνει το 42,3%. Αυτό το φαινόμενο είναι πολύ πιθανό να οφείλεται στο γεγονός ότι η έννοια της δύναμης αναγράφεται στο τελευταίο κεφάλαιο του εγχειριδίου της Ε' τάξης, οπότε οι μαθητές είχαν ήδη διδαχτεί την επιστημονική γνώση. Στην ΣΤ' τάξη το ποσοστό μειώνεται ξανά στο 19,8%. Είναι εύκολο να παρατηρήσει κανείς ότι οι περισσότεροι μαθητές, ιδιαίτερα οι μικρότερες ηλικίες, απάντησαν πως «δύναμη είναι η αιτία που ένα σώμα αλλάζει την κινητική του κατάσταση» γεγονός που επιβεβαιώνει την εναλλακτική αντίληψη που προαναφέραμε.

Στη συνέχεια γίνεται εφαρμογή του κριτηρίου $\chi^2(6, N=438) = 47,131, p=0,000$ με αποτέλεσμα οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 1 να έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Στον πίνακα 2 μπορούμε να δούμε λεπτομερώς την εφαρμογή του χ^2 test μαζί με τον αντίστοιχο πίνακα συνάφειας.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Δύναμη είναι η αιτία που ένα σώμα: * Τάξη	438	99.1%	4	0.9%	442	100.0%

Δύναμη είναι η αιτία που ένα σώμα: * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Δύναμη είναι η αιτία που ένα σώμα:	Παραμορφώνεται	Count	27	29	26	40	122
		% within Τάξη	25.0%	26.4%	25.0%	34.5%	27.9%
	Αλλάζει την κινητική του κατάσταση	Count	63	72	34	53	222
		% within Τάξη	58.3%	65.5%	32.7%	45.7%	50.7%
	Που κάνει και τα δυο	Count	18	9	44	23	94
		% within Τάξη	16.7%	8.2%	42.3%	19.8%	21.5%
Total	Count	108	110	104	116	438	
	% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Chi-Square Tests

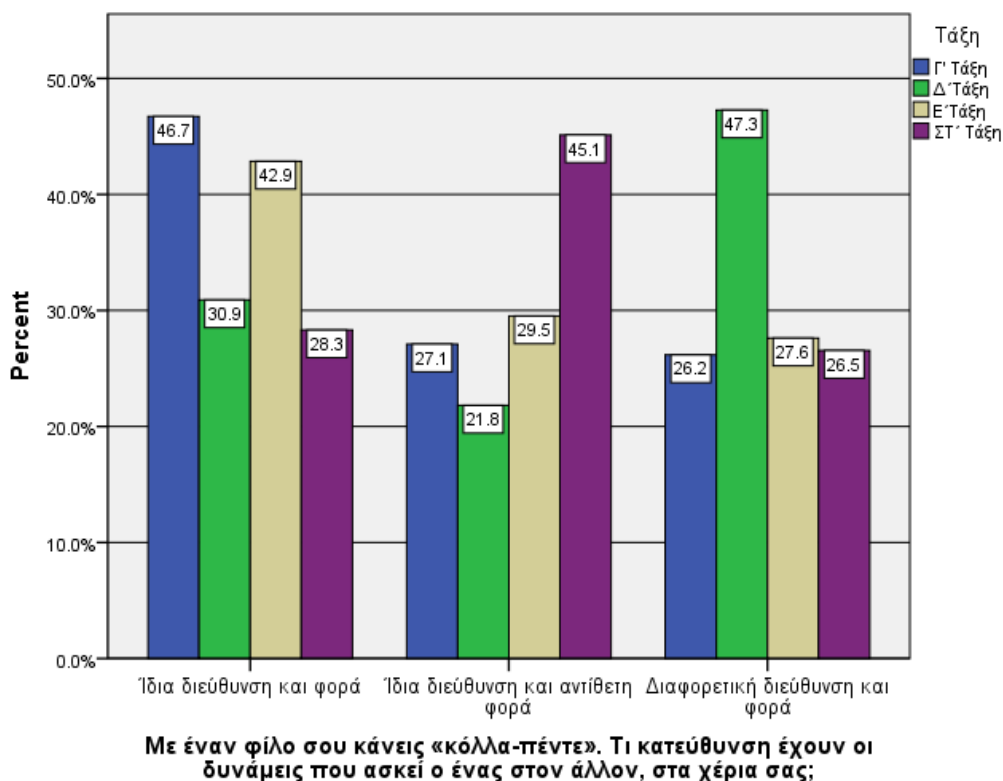
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	47.131 ^a	6	.000
Likelihood Ratio	45.775	6	.000
Linear-by-Linear Association	.210	1	.647
N of Valid Cases	438		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 22.32.

Πίνακας 2

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 1» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η ερώτηση 2 «**Με έναν φίλο σου κάνεις «κόλλα-πέντε». Τι κατεύθυνση έχουν οι δυνάμεις που ασκεί ο ένας στον άλλον, στα χέρια σας;**» έχει ως σκοπό να ανιχνεύσει κατά πόσο οι μαθητές αυτής της ηλικίας μπορούν να κατανοήσουν την κατεύθυνση μιας δύναμης (Κώτσης, 2011). Στο σχήμα 3 απεικονίζονται τα ποσοστά από τις απαντήσεις που έδωσε το δείγμα της έρευνας.



Σχήμα 3. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 2

Όπως βλέπουμε στο σχήμα 3 η σωστή απάντηση (ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά) δίνεται μόνο από το 27,1% της Γ΄ τάξης, ενώ πιο χαμηλά πέφτει η Δ΄ με 21,8% και λίγο καλύτερα αποτελέσματα έδωσε η Ε΄ τάξη με ποσοστό 29,5%. Σημαντική διαφορά φάνηκε στη ΣΤ΄ τάξη όπου 45,1% απάντησαν σωστά στην συγκεκριμένη ερώτηση. Να σημειωθεί εδώ ότι κατά τη διάρκεια επίλυσης του ερωτηματολογίου οι περισσότεροι μαθητές παρουσίασαν μία σύγχυση σχετικά με τις έννοιες διεύθυνση – κατεύθυνση – φορά. Είναι, λοιπόν, πολύ πιθανό οι μαθητές της έκτης τάξης να έδωσαν καλύτερα αποτελέσματα καθώς έχουν περισσότερη εμπειρία λόγω ηλικίας.

Έπειτα από την εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (6, N=435) = 28,821, $p=0,000$ προκύπτει το αποτέλεσμα ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 2 έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Οι λεπτομέρειες της εφαρμογής του χ^2 test μαζί με τον πίνακα συνάφειας φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 3.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Με έναν φίλο σου κάνεις «κόλλα-πέντε». Τι κατεύθυνση έχουν οι δυνάμεις που ασκεί ο ένας στον άλλον, στα χέρια σας; * Τάξη	435	98.4%	7	1.6%	442	100.0%

Με έναν φίλο σου κάνεις «κόλλα-πέντε». Τι κατεύθυνση έχουν οι δυνάμεις που ασκεί ο ένας στον άλλον, στα χέρια σας; * Τάξη
Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Με έναν φίλο σου κάνεις «κόλλα-πέντε». Τι κατεύθυνση έχουν οι δυνάμεις που ασκεί ο ένας στον άλλον, στα χέρια σας;	Ίδια διεύθυνση και φορά	Count	50	34	45	32	161
		% within Τάξη	46.7%	30.9%	42.9%	28.3%	37.0%
	Ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά	Count	29	24	31	51	135
		% within Τάξη	27.1%	21.8%	29.5%	45.1%	31.0%
	Διαφορετική διεύθυνση και φορά	Count	28	52	29	30	139
		% within Τάξη	26.2%	47.3%	27.6%	26.5%	32.0%
Total		Count	107	110	105	113	435
		% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

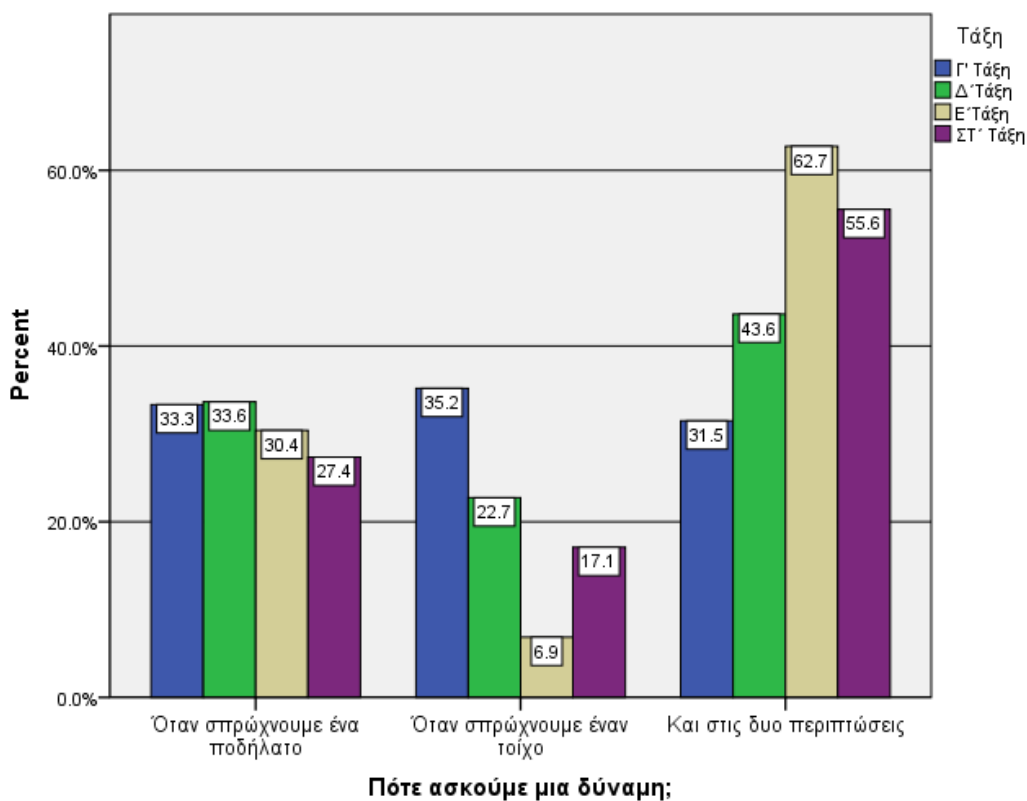
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	28.821 ^a	6	.000
Likelihood Ratio	27.431	6	.000
Linear-by-Linear Association	.470	1	.493
N of Valid Cases	435		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 32.59.

Πίνακας 3

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 2» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η ερώτηση 3 «**Πότε ασκούμε μία δύναμη;**» στηρίζεται στην εναλλακτική ιδέα ότι όπου δεν υπάρχει κίνηση, δεν ασκούνται δυνάμεις (Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 2000). Στο σχήμα 4 μπορούμε να δούμε τις απαντήσεις των ερωτηθέντων.



Σχήμα 4. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 3

Σε αυτή την ερώτηση τη σωστή απάντηση (και στις δύο περιπτώσεις) δίνει το 31,5% των μαθητών της Γ' τάξης και το 43,6% της Δ' τάξης. Υψηλό ποσοστό σημείωσαν οι μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού όπου έφτασαν το 62,7% και λίγο πιο χαμηλά έπεσε η ΣΤ' τάξη με ποσοστό 55,6%.

Όπως φάνηκε από την εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (6, N=437) = 34,893, $p=0,000$ οι απαντήσεις στην ερώτηση 3 έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Στον πίνακα 4 μπορούμε να δούμε αναλυτικά το χ^2 test και τον αντίστοιχο πίνακα συνάφειας.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Πότε ασκούμε μια δύναμη; * Τάξη	437	98.9%	5	1.1%	442	100.0%

Πότε ασκούμε μια δύναμη; ^ Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Πότε ασκούμε μια δύναμη;	Όταν σπρώχνουμε ένα ποδήλατο	Count	36	37	31	32	136
		% within Τάξη	33.3%	33.6%	30.4%	27.4%	31.1%
	Όταν σπρώχνουμε έναν τοίχο	Count	38	25	7	20	90
		% within Τάξη	35.2%	22.7%	6.9%	17.1%	20.6%
	Και στις δυο περιπτώσεις	Count	34	48	64	65	211
		% within Τάξη	31.5%	43.6%	62.7%	55.6%	48.3%
Total		Count	108	110	102	117	437
		% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

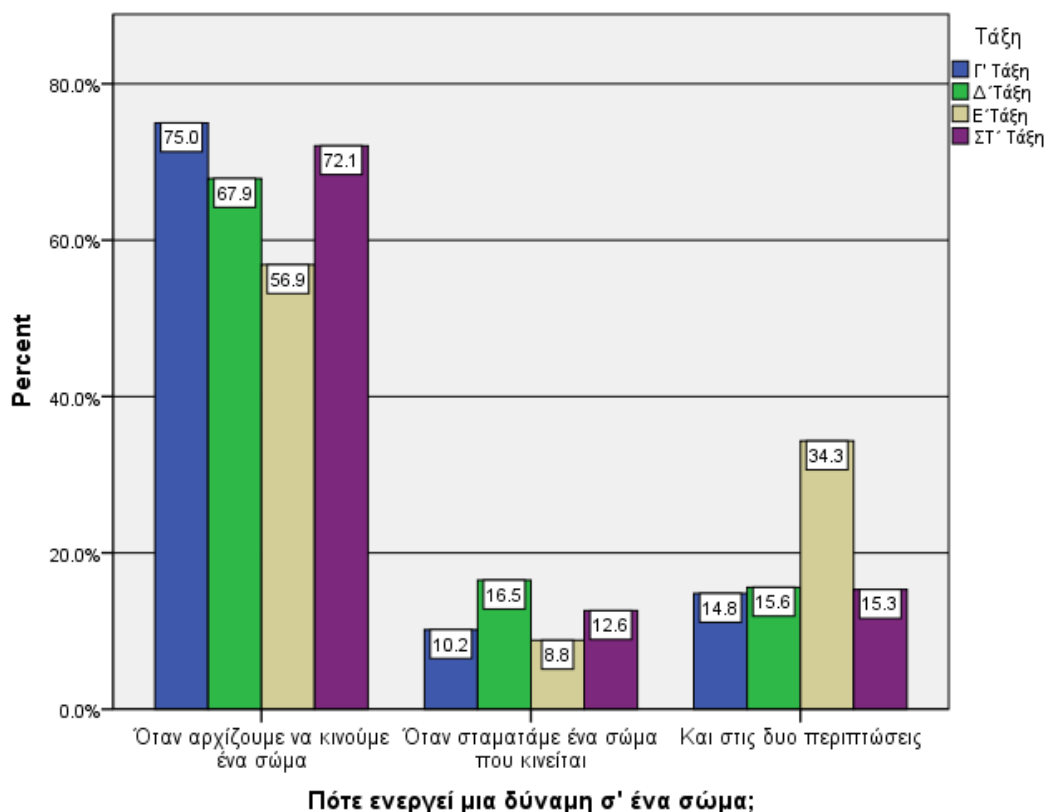
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	34.893 ^a	6	.000
Likelihood Ratio	36.724	6	.000
Linear-by-Linear Association	8.935	1	.003
N of Valid Cases	437		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 21.01.

Πίνακας 4

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 3» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η 4^η ερώτηση «Πότε ενεργεί μία δύναμη σε ένα σώμα;» έχει κοινά στοιχεία με την προηγούμενη με τη διαφορά ότι βασίζεται στην εναλλακτική ιδέα των μαθητών πως οι δυνάμεις προκαλούν το ξεκίνημα και όχι και το σταμάτημα των πραγμάτων (Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 2000). Έτσι, τα αποτελέσματα των απαντήσεων εμφανίζονται παρακάτω στο σχήμα 5.



Σχήμα 5. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 4

Είναι ξεκάθαρο ότι πολύ μικρό ποσοστό των μαθητών του Δημοτικού δίνει τη σωστή απάντηση (και στις δύο περιπτώσεις) σε αυτό το ερώτημα καθώς η εναλλακτική ιδέα που προαναφέρθηκε είναι βαθιά ριζωμένη στη σκέψη τους. Συγκεκριμένα, μόνο το 14,8% της Γ' τάξης και το 15,6% της Δ' τάξης απάντησε σωστά. Τη διαφορά σημείωσε πάλι η Ε' τάξη με ποσοστό 34,3% και αντίστοιχα χαμηλό ποσοστό επιτυχίας με τις προηγούμενες έχει η ΣΤ' τάξη με 15,3%.

Η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 ($6, N=430$) = 20,246, $p=0,003$ και ο πίνακας συνάφειας για την ερώτηση 4 αποτυπώνονται στον πίνακα 5. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 4 έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Πότε ενεργεί μια δύναμη σ' ένα σώμα; * Τάξη	430	97.3%	12	2.7%	442	100.0%

Πότε ενεργεί μια δύναμη σ' ένα σώμα; * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Πότε ενεργεί μια δύναμη σ' ένα σώμα;	Όταν αρχίζουμε να κινούμε ένα σώμα	Count % within Τάξη	81 75.0%	74 67.9%	58 56.9%	80 72.1%	293 68.1%
	Όταν σταματάμε ένα σώμα που κινείται	Count % within Τάξη	11 10.2%	18 16.5%	9 8.8%	14 12.6%	52 12.1%
	Και στις δυο περιπτώσεις	Count % within Τάξη	16 14.8%	17 15.6%	35 34.3%	17 15.3%	85 19.8%
Total		Count % within Τάξη	108 100.0%	109 100.0%	102 100.0%	111 100.0%	430 100.0%

Chi-Square Tests

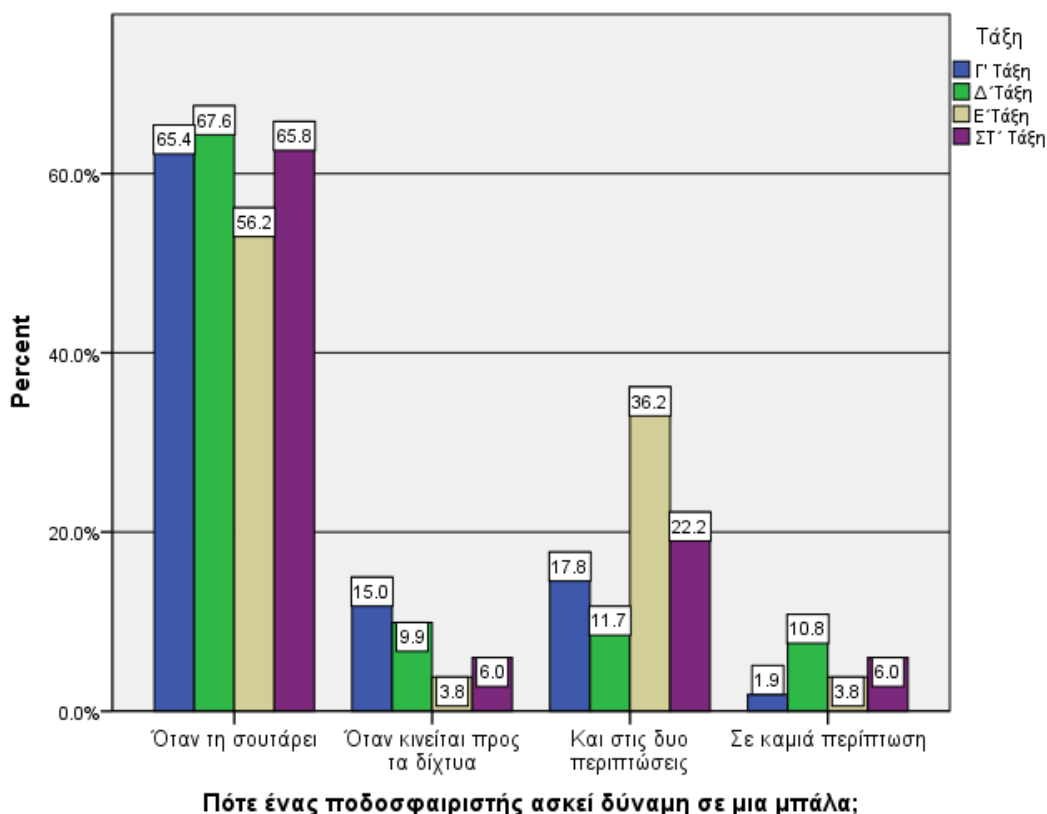
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	20.246 ^a	6	.003
Likelihood Ratio	18.574	6	.005
Linear-by-Linear Association	1.190	1	.275
N of Valid Cases	430		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 12.33.

Πίνακας 5

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 4» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η πέμπτη ερώτηση «Πότε ένας ποδοσφαιριστής ασκεί δύναμη σε μια μπάλα;» ανιχνεύει μία ακόμη εναλλακτική ιδέα των μαθητών σχετικά με τη δύναμη, ότι ένα κινούμενο αντικείμενο έχει μέσα του μια δύναμη, η οποία το διατηρεί σε κίνηση (Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 2000). Τα αποτελέσματα των απαντήσεων παρουσιάζονται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 5

Όπως παρατηρούμε από το σχήμα 6 οι μαθητές έχουν σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με την προηγούμενη ερώτηση. Πιο συγκεκριμένα, 65,4% των μαθητών της Γ' τάξης έδωσε τη σωστή απάντηση (όταν τη σουτάρει), 67,6% απάντησαν σωστά από τη Δ' τάξη, 56,2% από την Ε' τάξη και 65,8% από τη ΣΤ' τάξη έδωσαν τη σωστή απάντηση.

Όπως φάνηκε από την εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (9, N=440) = 34,753, $p=0,000$ οι απαντήσεις στην ερώτηση 5 έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Στον πίνακα 6 μπορούμε να δούμε αναλυτικά το χ^2 test και τον αντίστοιχο πίνακα συνάφειας.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Πότε ένας ποδοσφαιριστής ασκεί δύναμη σε μια μπάλα; * Τάξη	440	99.5%	2	0.5%	442	100.0%

Πότε ένας ποδοσφαιριστής ασκεί δύναμη σε μια μπάλα; * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΓ' Τάξη	
Πότε ένας ποδοσφαιριστής ασκεί δύναμη σε μια μπάλα;	Όταν τη σουτάρει	Count	70	75	59	77	281
		% within Τάξη	65.4%	67.6%	56.2%	65.8%	63.9%
	Όταν κινείται προς τα δίχτυα	Count	16	11	4	7	38
		% within Τάξη	15.0%	9.9%	3.8%	6.0%	8.6%
Και στις δυο περιπτώσεις	Count	19	13	38	26	96	
	% within Τάξη	17.8%	11.7%	36.2%	22.2%	21.8%	
Σε καμιά περίπτωση	Count	2	12	4	7	25	
	% within Τάξη	1.9%	10.8%	3.8%	6.0%	5.7%	
Total	Count	107	111	105	117	440	
	% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Chi-Square Tests

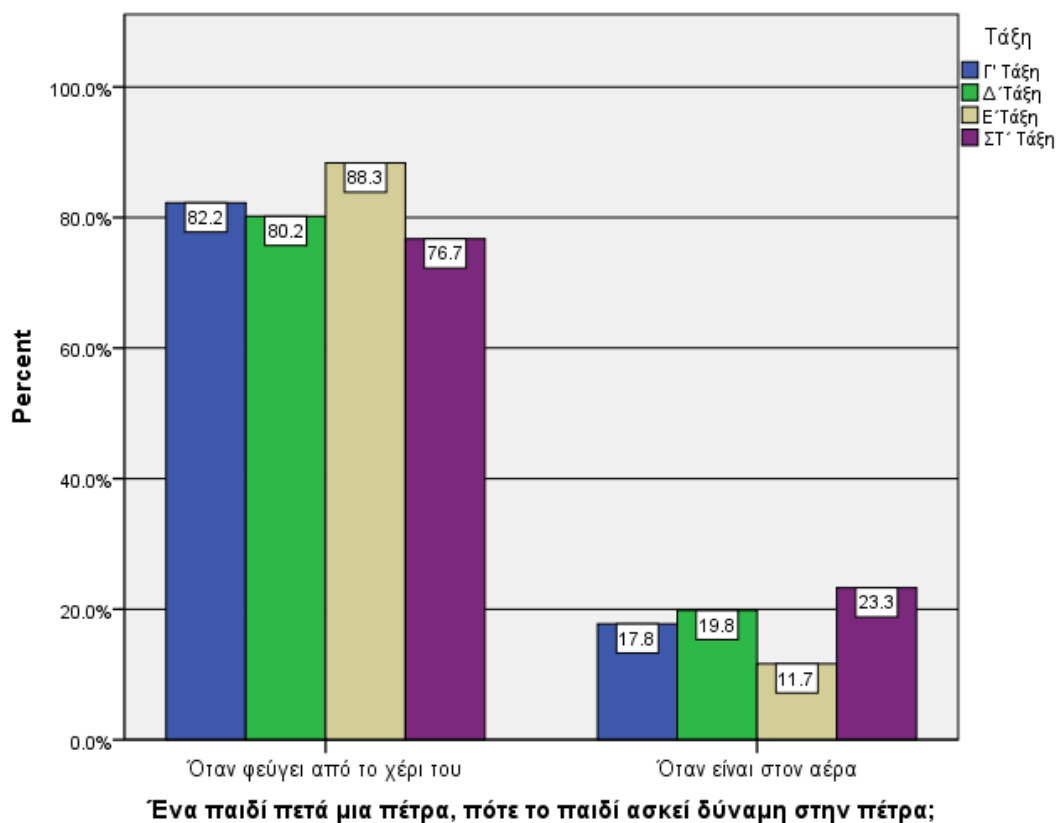
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	34.753 ^a	9	.000
Likelihood Ratio	34.186	9	.000
Linear-by-Linear Association	1.757	1	.185
N of Valid Cases	440		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5.97.

Πίνακας 6

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 5» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η ερώτηση 6, η οποία είναι «**Ένα παιδί πετά μια πέτρα, πότε το παιδί ασκεί δύναμη στην πέτρα;**» έχει αντίστοιχο χαρακτήρα με την προηγούμενη, με την ουσιαστική διαφορά ότι αυτή η ερώτηση έχει μόνο δύο απαντήσεις και οι μαθητές καλούνται να δώσουν μία πιο ξεκάθαρη απάντηση. Παρακάτω στο σχήμα 7 μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα από τις απαντήσεις που δόθηκαν.



Σχήμα 7. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 6

Τη σωστή απάντηση (όταν φεύγει από το χέρι του) έδωσε το 82,2% της Γ' τάξης, το 80,2% της Δ' τάξης, το 88,3% της Ε' τάξης και τέλος το 76,7% της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού. Παρατηρούμε ότι οι απαντήσεις των μαθητών έχουν αυξησει σημαντικά τα ποσοστά επιτυχίας σε σύγκριση με την ερώτηση 5. Αυτό συμβαίνει διότι δεν υπάρχουν οι απαντήσεις «και στις δύο περιπτώσεις» και «σε καμία περίπτωση» οπότε το ποσοστό μοιράζεται μόνο σε δύο απαντήσεις αντί για τέσσερις.

Έπειτα από την εφαρμογή του κριτηρίου $\chi^2 (3, N=437) = 5,158, p=0,161$ προκύπτει το αποτέλεσμα ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 6 δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Οι λεπτομέρειες της εφαρμογής του χ^2 test μαζί με τον πίνακα συνάφειας φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 7.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Ένα παιδί πετά μια πέτρα, πότε το παιδί ασκεί δύναμη στην πέτρα; * Τάξη	437	98.9%	5	1.1%	442	100.0%

Ένα παιδί πετά μια πέτρα, πότε το παιδί ασκεί δύναμη στην πέτρα; * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Ένα παιδί πετά μια πέτρα, πότε το παιδί ασκεί δύναμη στην πέτρα;	Όταν φεύγει από το χέρι του	Count	88	89	91	89	357
		% within Τάξη	82.2%	80.2%	88.3%	76.7%	81.7%
	Όταν είναι στον αέρα	Count	19	22	12	27	80
		% within Τάξη	17.8%	19.8%	11.7%	23.3%	18.3%
Total		Count	107	111	103	116	437
		% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

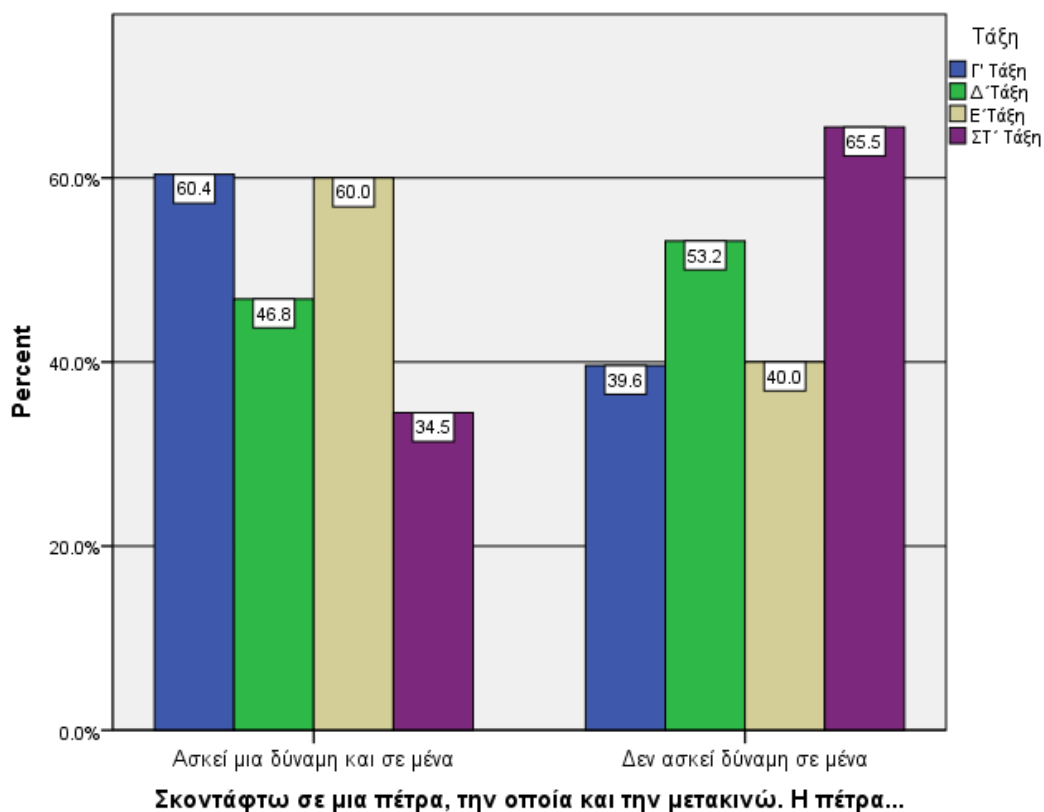
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5.158 ^a	3	.161
Likelihood Ratio	5.396	3	.145
Linear-by-Linear Association	.333	1	.564
N of Valid Cases	437		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 18.86.

Πίνακας 7

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 6» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η ερώτηση 7 «**Σκοντάφτω σε μια πέτρα, την οποία και την μετακινώ. Η πέτρα...**» αφορά τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, σχετικά με τη δράση-αντίδραση, και βασίζεται στην εναλλακτική ιδέα ότι ένα κινούμενο σώμα δεν εξασκεί δύναμη στο σώμα που προκαλεί την κίνηση (Κώτσης, Κολοβός, 2002). Στο σχήμα 8 παρατηρούμε τις σχετικές απαντήσεις των ερωτώμενων.



Σχήμα 8. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 7

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν παρατηρείται ότι τη σωστή απάντηση (Askei mia dynami kai se mena) έδωσε το 60,4% της Γ' τάξης, 46,8% απάντησαν σωστά από τη Δ' τάξη, 60,0% από την Ε' τάξη και μόνο 34,5% απάντησε σωστά από τη ΣΤ' τάξη.

Η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (3, N=433) = 20,178, $p=0,000$ και ο πίνακας συνάφειας για την ερώτηση 7 αποτυπώνονται στον πίνακα 8. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Σκοντάφτω σε μια πέτρα, την οποία και την μετακινώ. Η πέτρα... * Τάξη	433	98.0%	9	2.0%	442	100.0%

Σκοντάφτω σε μια πέτρα, την οποία και την μετακινώ. Η πέτρα... * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Σκοντάφτω σε μια πέτρα, την οποία και την μετακινώ. Η πέτρα...	Ασκεί μια δύναμη και σε μένα	Count	64	52	60	40	216
		% within Τάξη	60.4%	46.8%	60.0%	34.5%	49.9%
	Δεν ασκεί δύναμη σε μένα	Count	42	59	40	76	217
		% within Τάξη	39.6%	53.2%	40.0%	65.5%	50.1%
Total		Count	106	111	100	116	433
		% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

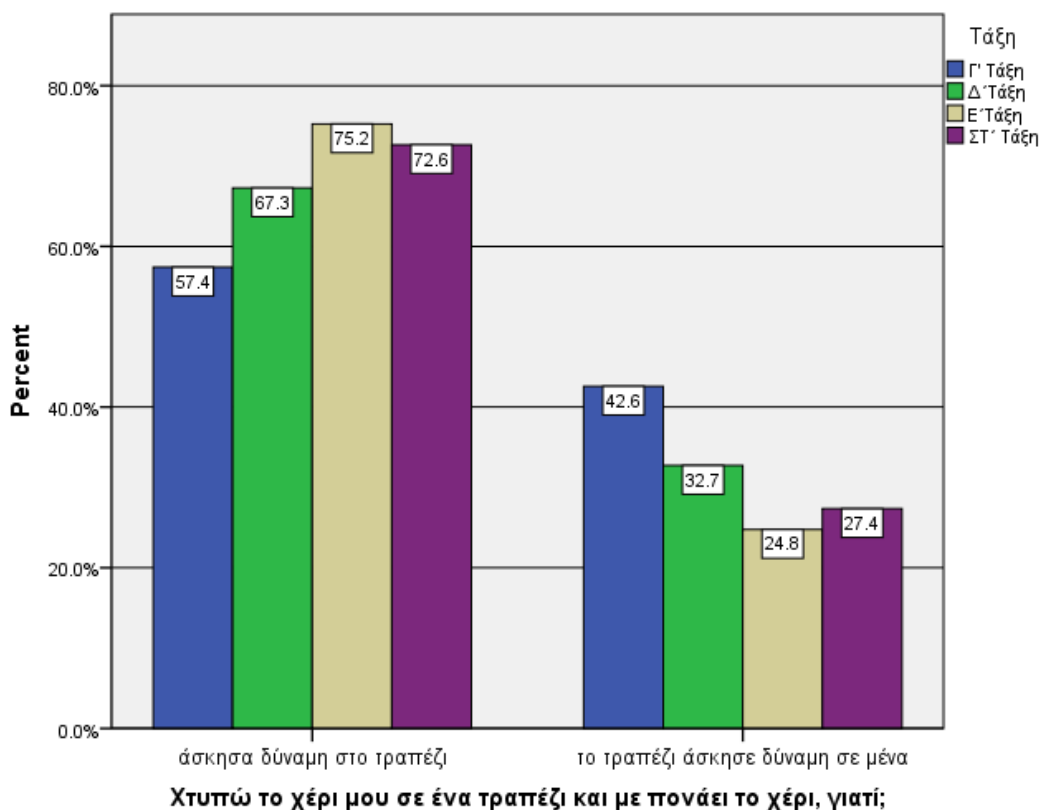
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	20.178 ^a	3	.000
Likelihood Ratio	20.425	3	.000
Linear-by-Linear Association	9.758	1	.002
N of Valid Cases	433		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 49.88.

Πίνακας 8

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 7» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η επόμενη ερώτηση «Χτυπώ το χέρι μου σε ένα τραπέζι και με πονάει το χέρι, γιατί;» έχει να κάνει, επίσης, με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα και την λανθασμένη αντίληψη ότι η δράση και η αντίδραση είναι δυνάμεις που δρουν στο ίδιο σώμα (Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 2000). Στο σχήμα 9 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των ερωτηθέντων για την ερώτηση 8.



Σχήμα 9. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 8

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν διαπιστώνουμε ότι τη σωστή απάντηση (το τραπέζι άσκησε δύναμη σε μένα) έδωσε η μειοψηφία των ερωτηθέντων. Ειδικότερα, 42,6% της Γ' τάξης απάντησε σωστά και 32,7% από τη Δ' τάξη. Μόλις το 24,8% της Ε' τάξης έδωσε τη σωστή απάντηση και τέλος η ΣΤ' τάξη είχε ποσοστό επιτυχίας 27,4%.

Η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (3, N=440) = 9,307, $p=0,025$ και ο πίνακας συνάφειας για την ερώτηση 8 αποτυπώνονται στον πίνακα 9. Ως αποτέλεσμα προκύπτει ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 8 έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Χτυπώ το χέρι μου σε ένα τραπέζι και με πονάει το χέρι, γιατί; * Τάξη	440	99.5%	2	0.5%	442	100.0%

Χτυπώ το χέρι μου σε ένα τραπέζι και με πονάει το χέρι, γιατί; * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Χτυπώ το χέρι μου σε ένα τραπέζι και με πονάει το χέρι, γιατί;	άσκησα δύναμη στο τραπέζι	Count	62	74	79	85	300
		% within Τάξη	57.4%	67.3%	75.2%	72.6%	68.2%
	το τραπέζι άσκησε δύναμη σε μένα	Count	46	36	26	32	140
		% within Τάξη	42.6%	32.7%	24.8%	27.4%	31.8%
Total		Count	108	110	105	117	440
		% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

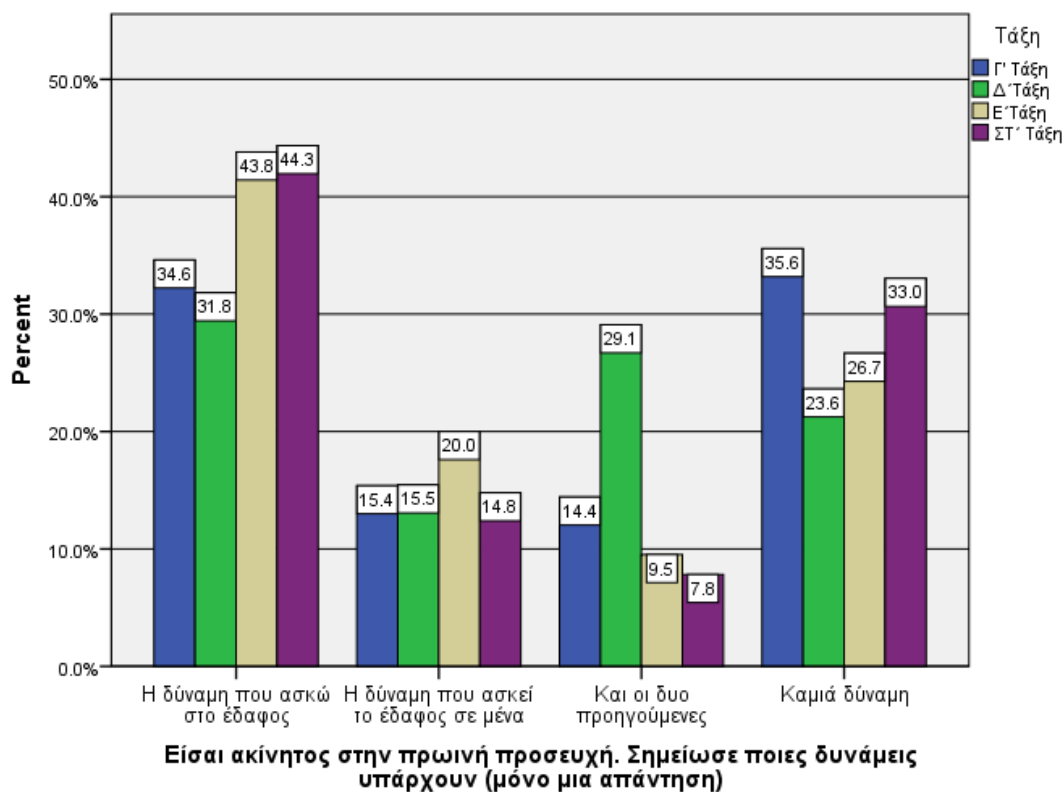
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9.307 ^a	3	.025
Likelihood Ratio	9.172	3	.027
Linear-by-Linear Association	7.151	1	.007
N of Valid Cases	440		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 33.41.

Πίνακας 9

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 8» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η ερώτηση 9 έχει να κάνει πάλι με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα και έχει ως εξής: «**Είσαι ακίνητος στην πρωινή προσευχή. Σημείωσε ποιες δυνάμεις υπάρχουν**». Η ερώτηση αυτή είναι βασισμένη πάνω στην εναλλακτική ιδέα ότι η ηρεμία είναι μια «φυσική» κατάσταση, όπου δεν επιδρά καμία δύναμη πάνω στο αντικείμενο (Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 2000). Στη συνέχεια παρουσιάζονται στο σχήμα 10 τα ποσοστά από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στη συγκεκριμένη ερώτηση.



Σχήμα 10. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 9

Όπως παρατηρούμε, οι μαθητές σημείωσαν ιδιαίτερα χαμηλά ποσοστά στη σωστή απάντηση (και οι δύο προηγούμενες), κάτι που είναι λογικό αφού δεν έχουν διδαχθεί τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα. Συγκεκριμένα, 14,4% επιτυχία είχε η Γ' τάξη, 29,1% η Δ' τάξη, μόνο 9,5% απάντησαν σωστά από την Ε' τάξη και μόλις 7,8% από την ΣΤ' τάξη.

Έπειτα από την εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (9, N=434) = 28,252, $p=0,001$ προκύπτει το αποτέλεσμα ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 9 έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Οι λεπτομέρειες της εφαρμογής του χ^2 test μαζί με τον πίνακα συνάφειας φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 10.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Είσαι ακίνητος στην πρωινή προσευχή. Σημείωσε ποιες δυνάμεις υπάρχουν (μόνο μια απάντηση) * Τάξη	434	98.2%	8	1.8%	442	100.0%

Είσαι ακίνητος στην πρωινή προσευχή. Σημείωσε ποιες δυνάμεις υπάρχουν (μόνο μια απάντηση) * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Είσαι ακίνητος στην πρωινή προσευχή. Σημείωσε ποιες δυνάμεις υπάρχουν (μόνο μια απάντηση)	Η δύναμη που ασκώ στο έδαφος	Count % within Τάξη	36 34.6%	35 31.8%	46 43.8%	51 44.3%	168 38.7%
	Η δύναμη που ασκεί το έδαφος σε μένα	Count % within Τάξη	16 15.4%	17 15.5%	21 20.0%	17 14.8%	71 16.4%
	Και οι δυο προηγούμενες	Count % within Τάξη	15 14.4%	32 29.1%	10 9.5%	9 7.8%	66 15.2%
	Καμιά δύναμη	Count % within Τάξη	37 35.6%	26 23.6%	28 26.7%	38 33.0%	129 29.7%
Total	Count % within Τάξη	104 100.0%	110 100.0%	105 100.0%	115 100.0%	434 100.0%	

Chi-Square Tests

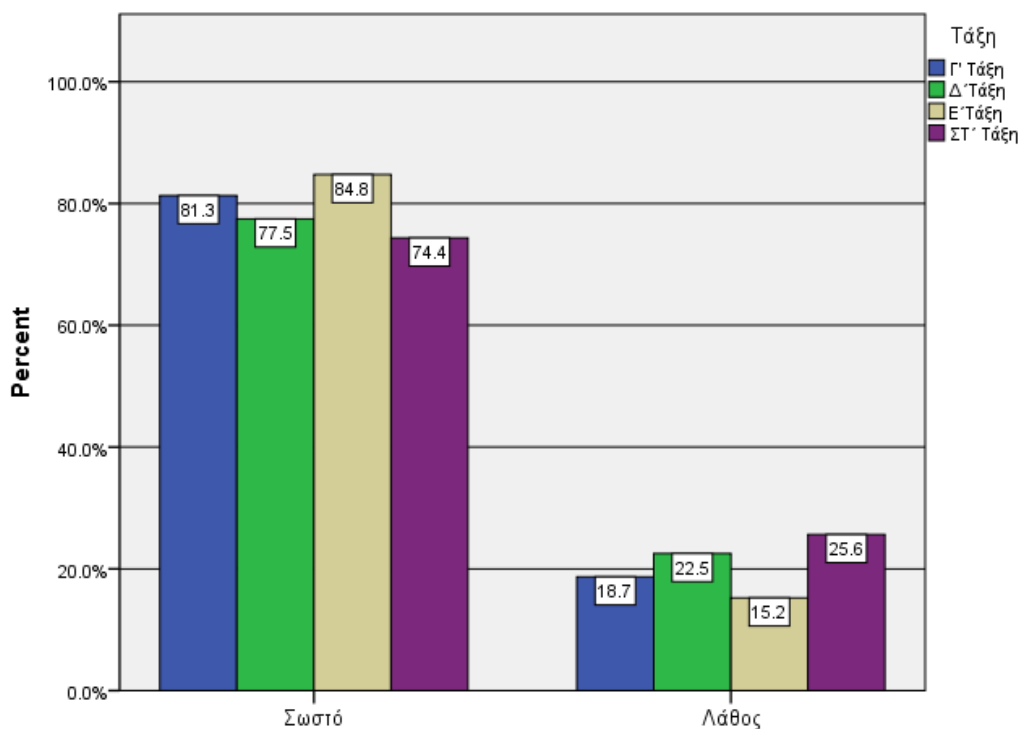
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	28.252 ^a	9	.001
Likelihood Ratio	26.539	9	.002
Linear-by-Linear Association	2.636	1	.104
N of Valid Cases	434		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 15.82.

Πίνακας 10

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 9» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Στη συνέχεια τίθεται η ερώτηση 10 «Όταν κολυμπάμε, σπρώχνουμε το νερό με μια δύναμη προς πίσω και αυτό μας σπρώχνει με μια δύναμη και πάμε προς τα μπροστά» σχετικά με την εναλλακτική ιδέα ότι το κινούμενο σώμα δεν εξασκεί δύναμη στο σώμα που προκαλεί την κίνηση (Κώτσης, Κολοβός, 2002). Η συγκεκριμένη ερώτηση δέχεται μόνο δύο απαντήσεις του τύπου σωστό – λάθος με σκοπό να περιορίσει τις επιλογές και οι ερωτώμενοι να δώσουν μία ξεκάθαρη απάντηση. Τα αποτελέσματα των απαντήσεων φαίνονται στο σχήμα 11.



Όταν κολυμπάμε, σπρώχνουμε το νερό με μια δύναμη προς πίσω και αυτό μας σπρώχνει με μια δύναμη και πάμε προς τα μπροστά:

Σχήμα 11. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 10

Όπως είναι φανερό από το σχήμα η πλειοψηφία των μαθητών έδωσε τη σωστή απάντηση (Σωστό) στο ερώτημα αυτό, παρόλο που δεν έχουν διδαχθεί τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα. Η Γ' τάξη είχε ποσοστό επιτυχίας 81,3% ενώ η Δ' τάξη έφτασε το 77,5%. 84,8% έδωσαν τη σωστή απάντηση από την Ε' τάξη και τέλος 74,4% των μαθητών απάντησαν σωστά στην ΣΤ' τάξη.

Το κριτήριο $\chi^2(3, N=440) = 4,138, p=0,247$ για την ερώτηση 10 αποδεικνύει ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Τα αποτελέσματα και ο αντίστοιχος πίνακας συνάφειας αποτυπώνονται στον πίνακα 11.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Όταν κολυμπάμε, σπρώχνουμε το νερό με μια δύναμη προς πίσω και αυτό μας σπρώχνει με μια δύναμη και πάμε προς τα μπροστά: * Τάξη	440	99.5%	2	0.5%	442	100.0%

Όταν κολυμπάμε, σπρώχνουμε το νερό με μια δύναμη προς πίσω και αυτό μας σπρώχνει με μια δύναμη και πάμε προς τα μπροστά: * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Όταν κολυμπάμε, σπρώχνουμε το νερό με μια δύναμη προς πίσω και αυτό μας σπρώχνει με μια δύναμη και πάμε προς τα μπροστά:	Σωστό	Count	87	86	89	87	349
		% within Τάξη	81.3%	77.5%	84.8%	74.4%	79.3%
	Λάθος	Count	20	25	16	30	91
		% within Τάξη	18.7%	22.5%	15.2%	25.6%	20.7%
Total		Count	107	111	105	117	440
		% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

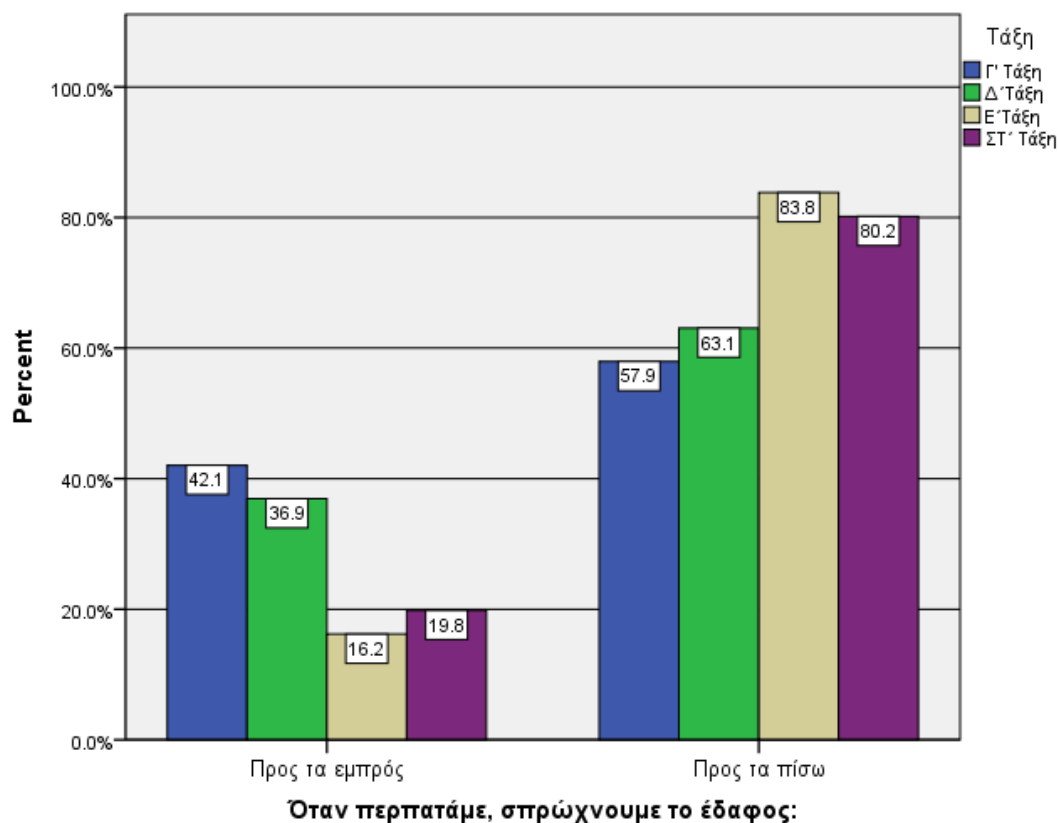
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4.138 ^a	3	.247
Likelihood Ratio	4.192	3	.241
Linear-by-Linear Association	.701	1	.402
N of Valid Cases	440		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 21.72.

Πίνακας 11

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 10» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Ένα παρόμοιο φαινόμενο εξετάζει και η ερώτηση 11 «Όταν περπατάμε, σπρώχνουμε το έδαφος:» για την ίδια εναλλακτική ιδέα που προαναφέρθηκε με σκοπό να καταγράψει κατά πόσο τα υποκείμενα κατανοούν εμπειρικά τη φυσική πίσω από ένα απλό καθημερινό φαινόμενο, το περπάτημα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 12 όπως φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 12. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 11

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η πλειοψηφία των μαθητών γνωρίζει τη σωστή απάντηση (προς τα πίσω) σε αυτό το ερώτημα καθώς 57,9% των μαθητών της Γ΄ τάξης απάντησε σωστά όπως, επίσης, 63,1% επιτυχία σημείωσαν οι μαθητές της Δ΄ τάξης. Τη σωστή απάντηση στην Ε΄ τάξη έδωσε το 83,8%, ενώ παρόμοιο ποσοστό επιτυχίας 80,2% είχε η ΣΤ΄ τάξη.

Έπειτα από την εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (3, N=439) = 25,499, $p=0,000$ προκύπτει το αποτέλεσμα ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 11 έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Οι λεπτομέρειες της εφαρμογής του χ^2 test μαζί με τον πίνακα συνάφειας φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 12.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Όταν περπατάμε, σπρώχνουμε το έδαφος: * Τάξη	439	99.3%	3	0.7%	442	100.0%

Όταν περπατάμε, σπρώχνουμε το έδαφος: * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Όταν περπατάμε, σπρώχνουμε το έδαφος:	Προς τα εμπρός	Count	45	41	17	23	126
		% within Τάξη	42.1%	36.9%	16.2%	19.8%	28.7%
	Προς τα πίσω	Count	62	70	88	93	313
		% within Τάξη	57.9%	63.1%	83.8%	80.2%	71.3%
Total		Count	107	111	105	116	439
		% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

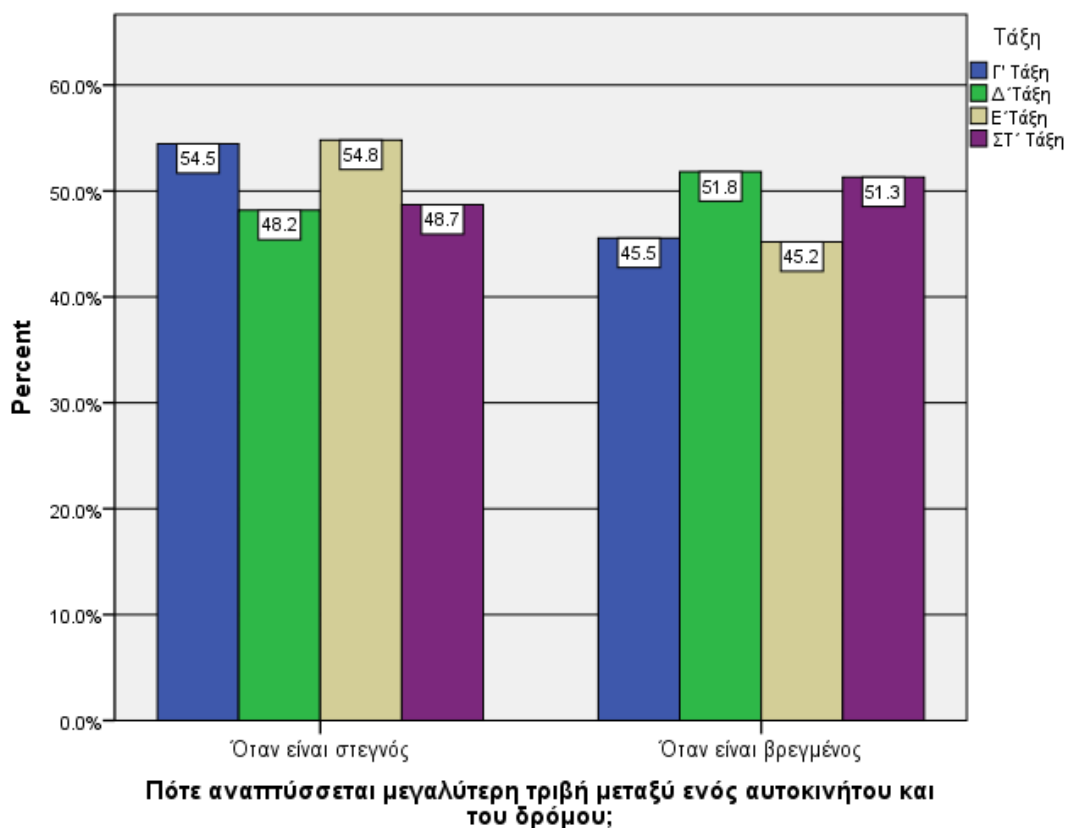
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	25.499 ^a	3	.000
Likelihood Ratio	25.962	3	.000
Linear-by-Linear Association	20.233	1	.000
N of Valid Cases	439		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 30.14.

Πίνακας 12

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 11» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Συνεχίζοντας στην ερώτηση 12 «**Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη τριβή μεταξύ ενός αυτοκινήτου και του δρόμου;**» οι ερωτώμενοι εισάγονται σε μία νέα έννοια, αυτή της τριβής, για να διερευνηθεί κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να απαντήσουν σωστά με βάση τη διαισθητική τους εμπειρία. Η συγκεκριμένη ερώτηση βασίζεται στην εναλλακτική ιδέα ότι η τριβή εξαρτάται από την κίνηση ενός αντικειμένου (Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 2000). Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των απαντήσεων όπως φαίνεται στο σχήμα 13.



Σχήμα 13. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 12

Όπως παρατηρούμε στο σχήμα οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές είναι σε γενικές γραμμές μοιρασμένες. Αυτό πιθανόν σημαίνει ότι η έννοια της τριβής είναι άγνωστη προς αυτούς και οι απαντήσεις δόθηκαν τυχαία με βάση τη βιωματική εμπειρία που μπορεί να είχαν. Έτσι, τη σωστή απάντηση (όταν είναι στεγνός) έδωσε το 54,5% της Γ' τάξης, το 48,2% της Δ' τάξης, το 54,8% της Ε' τάξης και το 48,7% της ΣΤ' τάξης.

Το κριτήριο χ^2 (3, N=430) = 1,654, $p=0,647$ για την ερώτηση 12 όπως ήταν αναμενόμενο αποδεικνύει ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση δεν έχουν κάποια στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Τα αποτελέσματα και ο αντίστοιχος πίνακας συνάφειας αποτυπώνονται στον πίνακα 13.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη τριβή μεταξύ ενός αυτοκινήτου και του δρόμου; * Τάξη	430	97.3%	12	2.7%	442	100.0%

Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη τριβή μεταξύ ενός αυτοκινήτου και του δρόμου; ^ Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη τριβή μεταξύ ενός αυτοκινήτου και του δρόμου;	Όταν είναι στεγνός	Count	55	53	57	56	221
		% within Τάξη	54.5%	48.2%	54.8%	48.7%	51.4%
	Όταν είναι βρεγμένος	Count	46	57	47	59	209
		% within Τάξη	45.5%	51.8%	45.2%	51.3%	48.6%
Total		Count	101	110	104	115	430
		% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

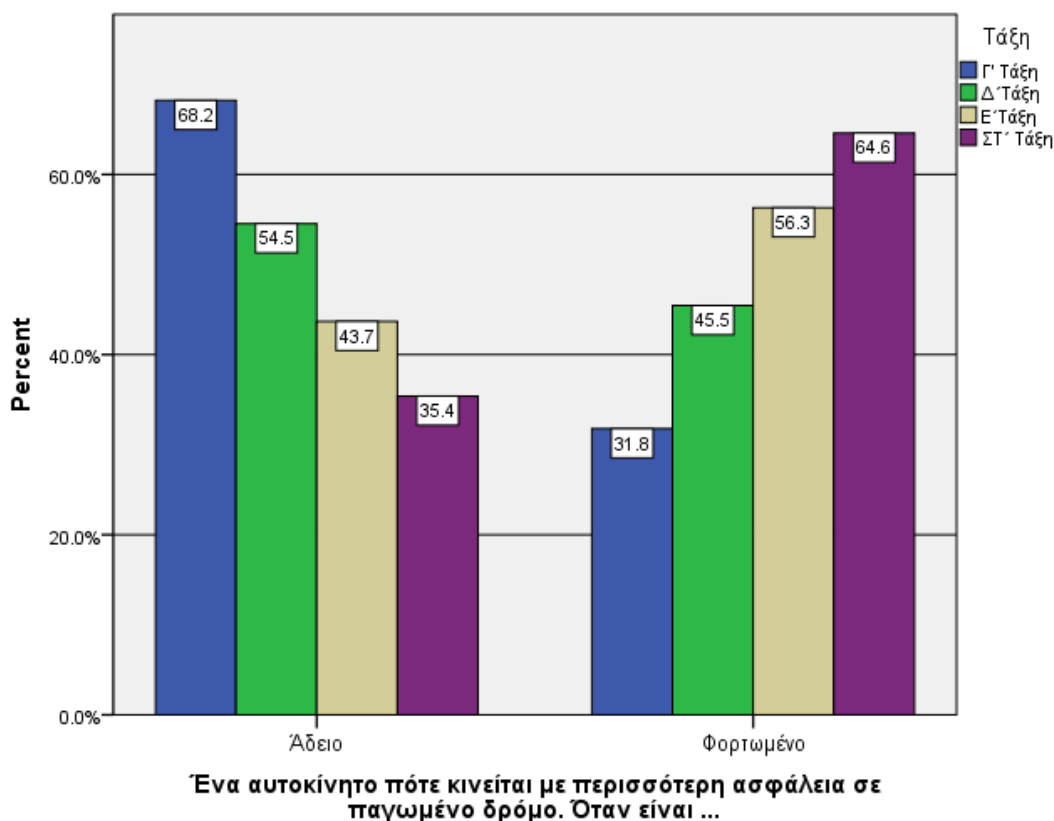
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1.654 ^a	3	.647
Likelihood Ratio	1.655	3	.647
Linear-by-Linear Association	.245	1	.620
N of Valid Cases	430		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 49.09.

Πίνακας 13

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 12» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η ερώτηση 13 «Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο. Όταν είναι ...» σχετίζεται πάλι εμμέσως με την έννοια της τριβής και γι' αυτό αναζητά απάντηση μέσω της βιωματικής εμπειρίας. Στο σχήμα 14 μπορούμε να παρατηρήσουμε τα ποσοστά όπως προκύπτουν από τις απαντήσεις των υποκειμένων.



Σχήμα 14. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 13

Όπως παρατηρούμε στο σχήμα οι απαντήσεις που δόθηκαν φαίνεται να ακολουθούν μία συνεχή πορεία ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Αυτό σημαίνει ότι τα ποσοστά που δόθηκαν στη σωστή απάντηση (Φορτωμένο) παρουσιάζουν μία συνεχή αύξηση σε κάθε τάξη του δημοτικού πράγμα που υποδηλώνει ότι οι μαθητές κατανοούν καλύτερα την απάντηση σε αυτό το ερώτημα ανάλογα με την ηλικία τους και συνεπώς την βιωματική τους εμπειρία. Συγκεκριμένα, το 31,8% της Γ' τάξης απάντησε σωστά, το 45,5% έδωσε τη σωστή απάντηση από τη Δ' τάξη, το 56,3% από την Ε' τάξη και τέλος το 64,6% από τη ΣΤ' τάξη.

Η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (3, N=433) = 26,382, p=0,000 και ο πίνακας συνάφειας για την ερώτηση 13 αποτυπώνονται στον πίνακα 14. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο. Όταν είναι ... * Τάξη	433	98.0%	9	2.0%	442	100.0%

Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο. Όταν είναι ... * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο. Όταν είναι ...	Άδειο	Count	73	60	45	40	218
		% within Τάξη	68.2%	54.5%	43.7%	35.4%	50.3%
	Φορτωμένο	Count	34	50	58	73	215
		% within Τάξη	31.8%	45.5%	56.3%	64.6%	49.7%
Total		Count	107	110	103	113	433
		% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

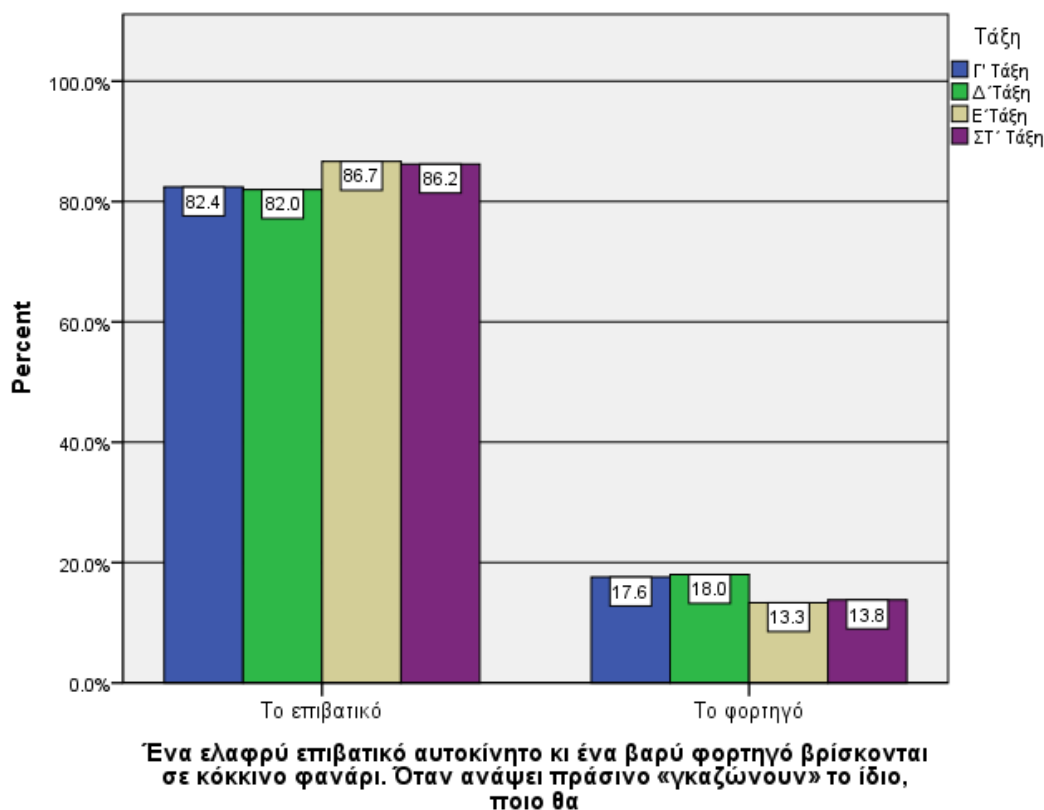
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	26.382 ^a	3	.000
Likelihood Ratio	26.861	3	.000
Linear-by-Linear Association	26.008	1	.000
N of Valid Cases	433		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 51.14.

Πίνακας 14

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 13» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η επόμενη ερώτηση σχετίζεται με το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα και έχει ως εξής: «Ένα ελαφρύ επιβατικό αυτοκίνητο κι ένα βαρύ φορτηγό βρίσκονται σε κόκκινο φανάρι. Όταν ανάψει πράσινο «γκαζώνουν» το ίδιο, ποιο θα ξεκινήσει πιο γρήγορα;» Για τη συγκεκριμένη ερώτηση έχει επιλεγθεί ένα απλό καθημερινό παράδειγμα έτσι ώστε οι μαθητές να έχουν σίγουρα κάποια διαισθητική εμπειρία για να απαντήσουν. Στο σχήμα 15 μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα από τις απαντήσεις που δόθηκαν.



Σχήμα 15. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 14

Στην παρούσα ερώτηση είναι φανερό ότι οι μαθητές σημείωσαν πολύ υψηλά ποσοστά στη σωστή απάντηση (Το επιβατικό). Αντίστοιχα ποσοστά έδωσαν όλες οι τάξεις του δημοτικού και συγκεκριμένα 82,4% η Γ΄ τάξη, 82,0% η Δ΄ τάξη, 86,7% η Ε΄ τάξη και 86,2% επιτυχία είχε η ΣΤ τάξη. Αυτό το αποτέλεσμα δηλώνει ότι οι μαθητές από μικρή ηλικία μπορούν διαισθητικά να κατανοήσουν τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα σε απλά παραδείγματα χωρίς να γνωρίζουν την επιστημονική εξήγηση.

Όπως ήταν αναμενόμενο το κριτήριο χ^2 (3, N=440) = 1,507, p=0,681 για την ερώτηση 14 αποδεικνύει ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Τα αποτελέσματα και ο αντίστοιχος πίνακας συνάφειας αποτυπώνονται παρακάτω στον πίνακα 15.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Ένα ελαφρύ επιβατικό αυτοκίνητο κι ένα βαρύ φορτηγό βρίσκονται σε κόκκινο φανάρι. Όταν ανάψει πράσινο «γκαζώνουν» το ίδιο, ποιο θα * Τάξη	440	99.5%	2	0.5%	442	100.0%

Ένα ελαφρύ επιβατικό αυτοκίνητο κι ένα βαρύ φορτηγό βρίσκονται σε κόκκινο φανάρι. Όταν ανάψει πράσινο «γκαζώνουν» το ίδιο, ποιο θα * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Ένα ελαφρύ επιβατικό αυτοκίνητο κι ένα βαρύ φορτηγό βρίσκονται σε κόκκινο φανάρι. Όταν ανάψει πράσινο «γκαζώνουν» το ίδιο, ποιο θα	Το επιβατικό	Count	89	91	91	100	371
		% within Τάξη	82.4%	82.0%	86.7%	86.2%	84.3%
	Το φορτηγό	Count	19	20	14	16	69
		% within Τάξη	17.6%	18.0%	13.3%	13.8%	15.7%
Total		Count	108	111	105	116	440
		% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

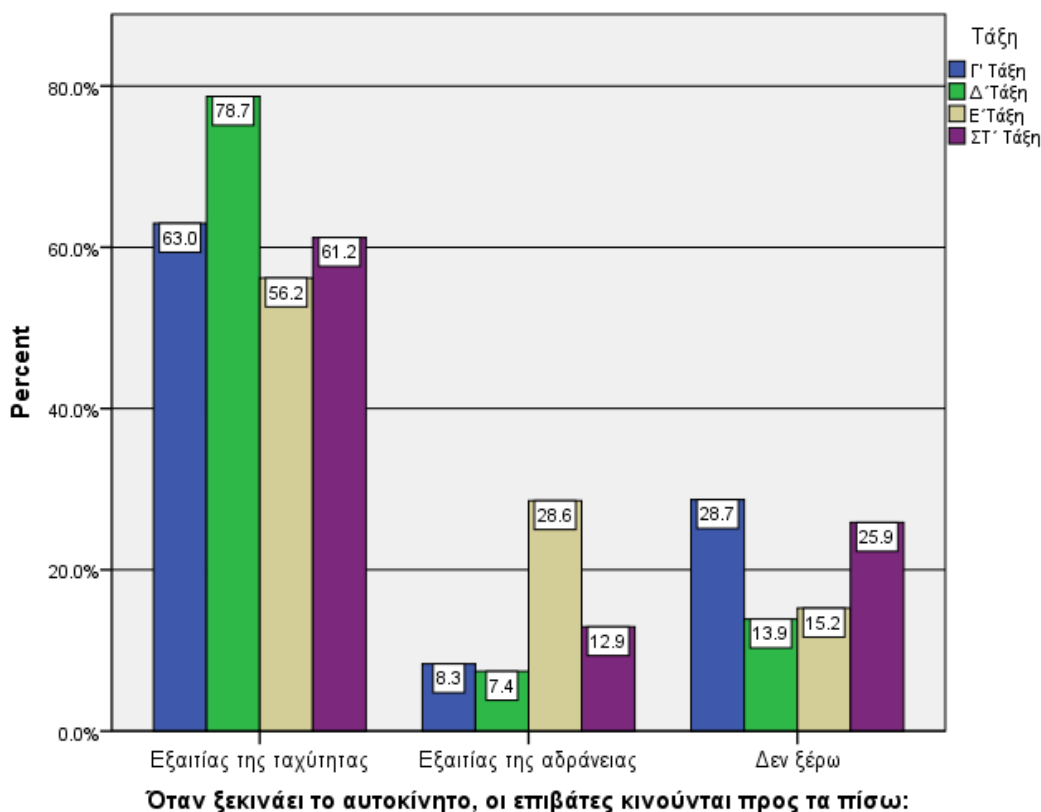
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1.507 ^a	3	.681
Likelihood Ratio	1.511	3	.680
Linear-by-Linear Association	1.074	1	.300
N of Valid Cases	440		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 16.47.

Πίνακας 15

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 14» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Στη συνέχεια, η ερώτηση 15 εισάγει μία ιδιαίτερα δύσκολη έννοια, την αδράνεια. Η συγκεκριμένη ερώτηση έχει ως εξής: «Όταν ξεκινάει το αυτοκίνητο, οι επιβάτες κινούνται προς τα πίσω» και ερευνά κατά πόσο τα υποκείμενα αυτών των ηλικιών μπορούν να διαχωρίσουν την ταχύτητα από την επιτάχυνση (και συνεπώς την αδράνεια) μέσα από ένα απλό παράδειγμα που έχουν βιώσει. Οι απαντήσεις τους παρουσιάζονται παρακάτω όπως φαίνεται στο σχήμα 16.



Σχήμα 16. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 15

Τα ποσοστά που σημείωσαν οι μαθητές στην σωστή απάντηση αυτής της ερώτησης (Εξαιτίας της αδράνειας) είναι ιδιαίτερα χαμηλά καθώς δεν γνωρίζουν την έννοια της αδράνειας. Έτσι, μόνο το 8,3% των ερωτηθέντων από την Γ' τάξη απάντησαν σωστά και μόλις 7,4% της Δ' τάξης γνώριζε την απάντηση. Η Ε' τάξη σημείωσε καλύτερα αποτελέσματα με ποσοστό 28,6% και τέλος περίπου το μισό σκορ 12,9% σημείωσαν οι μαθητές της ΣΤ' τάξης.

Έπειτα από την εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (6, N=437) = 34,859, $p=0,000$ προκύπτει το αποτέλεσμα ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 15 έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Οι λεπτομέρειες της εφαρμογής του χ^2 test μαζί με τον πίνακα συνάφειας φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 16.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Όταν ξεκινάει το αυτοκίνητο, οι επιβάτες κινούνται προς τα πίσω: * Τάξη	437	98.9%	5	1.1%	442	100.0%

Όταν ξεκινάει το αυτοκίνητο, οι επιβάτες κινούνται προς τα πίσω: * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Όταν ξεκινάει το αυτοκίνητο, οι επιβάτες κινούνται προς τα πίσω:	Εξαιτίας της ταχύτητας	Count	68	85	59	71	283
		% within Τάξη	63.0%	78.7%	56.2%	61.2%	64.8%
	Εξαιτίας της αδράνειας	Count	9	8	30	15	62
		% within Τάξη	8.3%	7.4%	28.6%	12.9%	14.2%
	Δεν ξέρω	Count	31	15	16	30	92
		% within Τάξη	28.7%	13.9%	15.2%	25.9%	21.1%
Total	Count	108	108	105	116	437	
	% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Chi-Square Tests

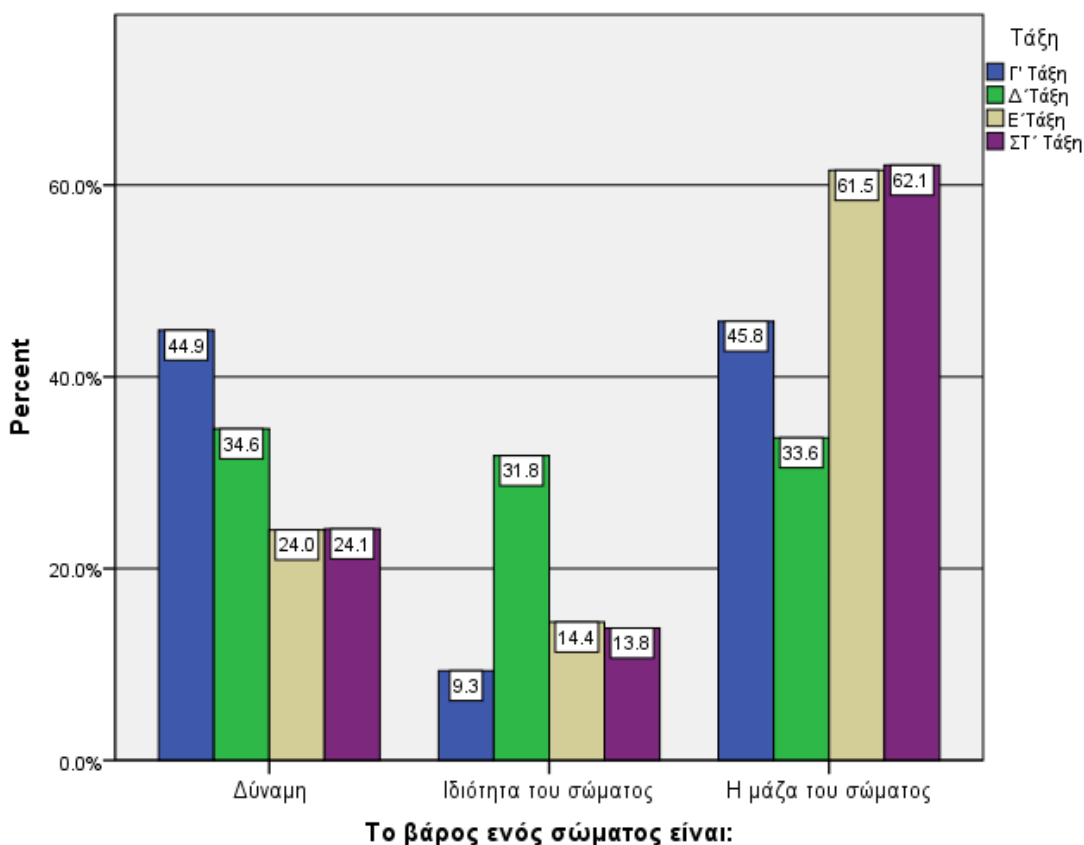
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	34.859 ^a	6	.000
Likelihood Ratio	32.551	6	.000
Linear-by-Linear Association	.392	1	.531
N of Valid Cases	437		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14.90.

Πίνακας 16

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 15» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η ερώτηση 16 «**Το βάρος ενός σώματος είναι:**» εισάγει στο ερωτηματολόγιο τις έννοιες του βάρους, της δύναμης και της μάζας. Καθώς οι δύο αυτές έννοιες είναι θεμελιώδεις στον τομέα της φυσικής, θεωρήθηκε σημαντικό να αναζητηθεί κατά πόσο τα υποκείμενα τις γνωρίζουν έχοντας ως βάση την εναλλακτική ιδέα ότι το βάρος ενός αντικειμένου δεν είναι η δύναμη της βαρύτητας (Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 2000). Στο σχήμα 17 μπορούμε να παρατηρήσουμε τις απαντήσεις που δόθηκαν σε αυτό το ερώτημα.



Σχήμα 17. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 16

Από τις απαντήσεις παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών συγχέει το βάρος με τη μάζα ενός σώματος. Αυτό ισχύει ακόμη περισσότερο στις μεγαλύτερες τάξεις καθώς οι μαθητές παγιώνουν αυτή την ιδέα στο μυαλό τους με την πάροδο του χρόνου. Έτσι, το 44,9% της Γ' τάξης δίνει τη σωστή απάντηση (Δύναμη) και περίπου ένας στους τρεις μαθητές της Δ' τάξης, δηλαδή το 34,6% απάντησε σωστά. Μόλις 24,0% επιτυχία σημείωσε η Ε' τάξη του δημοτικού και 24,1% της ΣΤ' τάξης γνώριζαν τη σωστή απάντηση.

Έπειτα από την εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 ($6, N=434$) = 40,284, $p=0,000$ προκύπτει το αποτέλεσμα ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση 16 έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Οι λεπτομέρειες της εφαρμογής του χ^2 test μαζί με τον πίνακα συνάφειας φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 17.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Το βάρος ενός σώματος είναι: * Τάξη	434	98.2%	8	1.8%	442	100.0%

Το βάρος ενός σώματος είναι: * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Το βάρος ενός σώματος είναι:	Δύναμη	Count	48	37	25	28	138
		% within Τάξη	44.9%	34.6%	24.0%	24.1%	31.8%
	Ιδιότητα του σώματος	Count	10	34	15	16	75
		% within Τάξη	9.3%	31.8%	14.4%	13.8%	17.3%
	Η μάζα του σώματος	Count	49	36	64	72	221
		% within Τάξη	45.8%	33.6%	61.5%	62.1%	50.9%
Total	Count	107	107	104	116	434	
	% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Chi-Square Tests

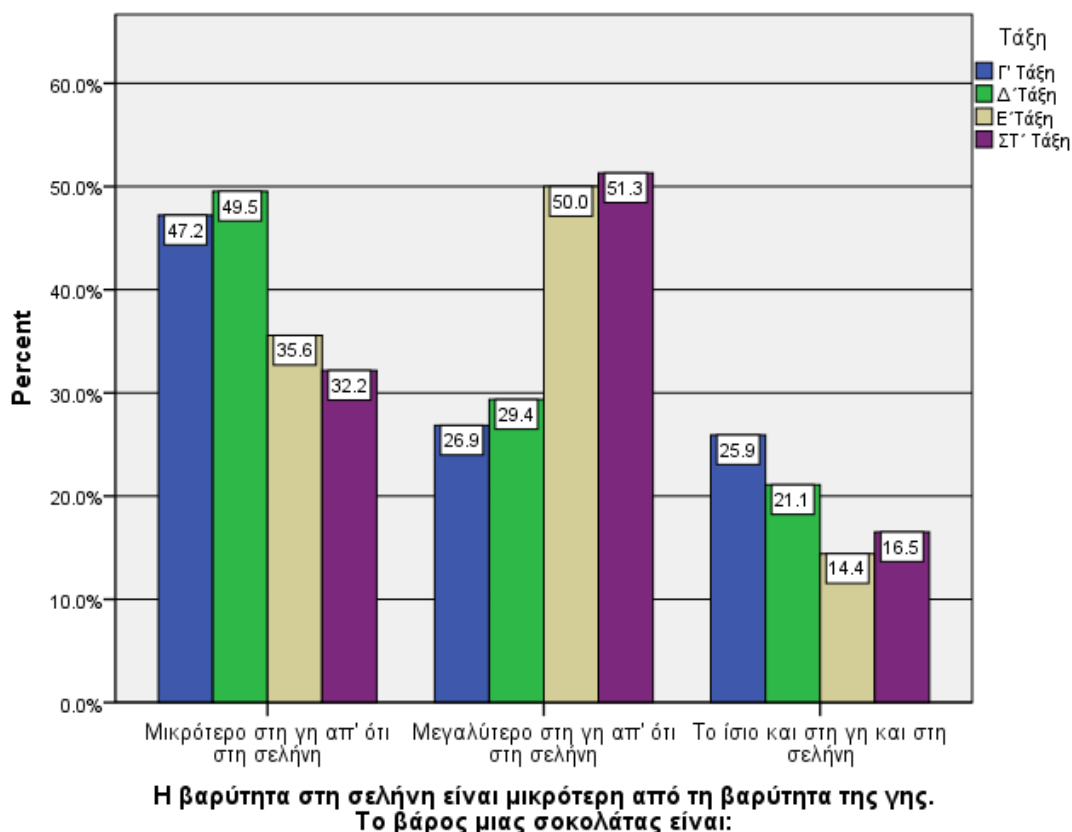
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	40.284 ^a	6	.000
Likelihood Ratio	38.820	6	.000
Linear-by-Linear Association	15.388	1	.000
N of Valid Cases	434		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 17.97.

Πίνακας 17

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 16» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Φτάνοντας στην ερώτηση 17 «**Η βαρύτητα στη σελήνη είναι μικρότερη από τη βαρύτητα της γης. Το βάρος μιας σοκολάτας είναι:**» αναζητείται το κατά πόσο οι μαθητές του δημοτικού μπορούν να συνδέσουν την βαρύτητα με το βάρος ενός σώματος. Σύμφωνα με τους Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson επικρατεί σε σημαντικό βαθμό η λανθασμένη αντίληψη ότι η βαρύτητα συνδέεται μόνο με τη γη. Στο σχήμα 18 παρουσιάζονται τα ποσοστά των απαντήσεων που δόθηκαν.



Σχήμα 18. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 17

Όπως παρατηρούμε στο σχήμα τα μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας σημείωσαν οι δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού. Πιο συγκεκριμένα, την σωστή απάντηση (Μεγαλύτερο στη γη απ' ότι στη σελήνη) έδωσε το 26,9% των μαθητών της Γ' τάξης και λίγο καλύτερα αποτελέσματα είχε η Δ' τάξη με 29,4%. Σημαντική διαφορά έκαναν οι μαθητές της Ε' τάξης όπου ένας στους δύο απάντησε σωστά με ποσοστό 50,0% και μόλις 51,3% ποσοστό επιτυχίας σημείωσε η ΣΤ' τάξη του δημοτικού.

Η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (6, N=436) = 24,401, $p=0,000$ και ο πίνακας συνάφειας για την ερώτηση 17 αποτυπώνονται στον πίνακα 18. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Η βαρύτητα στη σελήνη είναι μικρότερη από τη βαρύτητα της γης. Το βάρος μιας σοκολάτας είναι: * Τάξη	436	98.6%	6	1.4%	442	100.0%

Η βαρύτητα στη σελήνη είναι μικρότερη από τη βαρύτητα της γης. Το βάρος μιας σοκολάτας είναι: * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Η βαρύτητα στη σελήνη είναι μικρότερη από τη βαρύτητα της γης. Το βάρος μιας σοκολάτας είναι:	Μικρότερο στη γη απ' ό τι στη σελήνη	Count	51	54	37	37	179
		% within Τάξη	47.2%	49.5%	35.6%	32.2%	41.1%
	Μεγαλύτερο στη γη απ' ό τι στη σελήνη	Count	29	32	52	59	172
	% within Τάξη	26.9%	29.4%	50.0%	51.3%	39.4%	
	Το ίδιο και στη γη και στη σελήνη	Count	28	23	15	19	85
	% within Τάξη	25.9%	21.1%	14.4%	16.5%	19.5%	
Total	Count	108	109	104	115	436	
	% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Chi-Square Tests

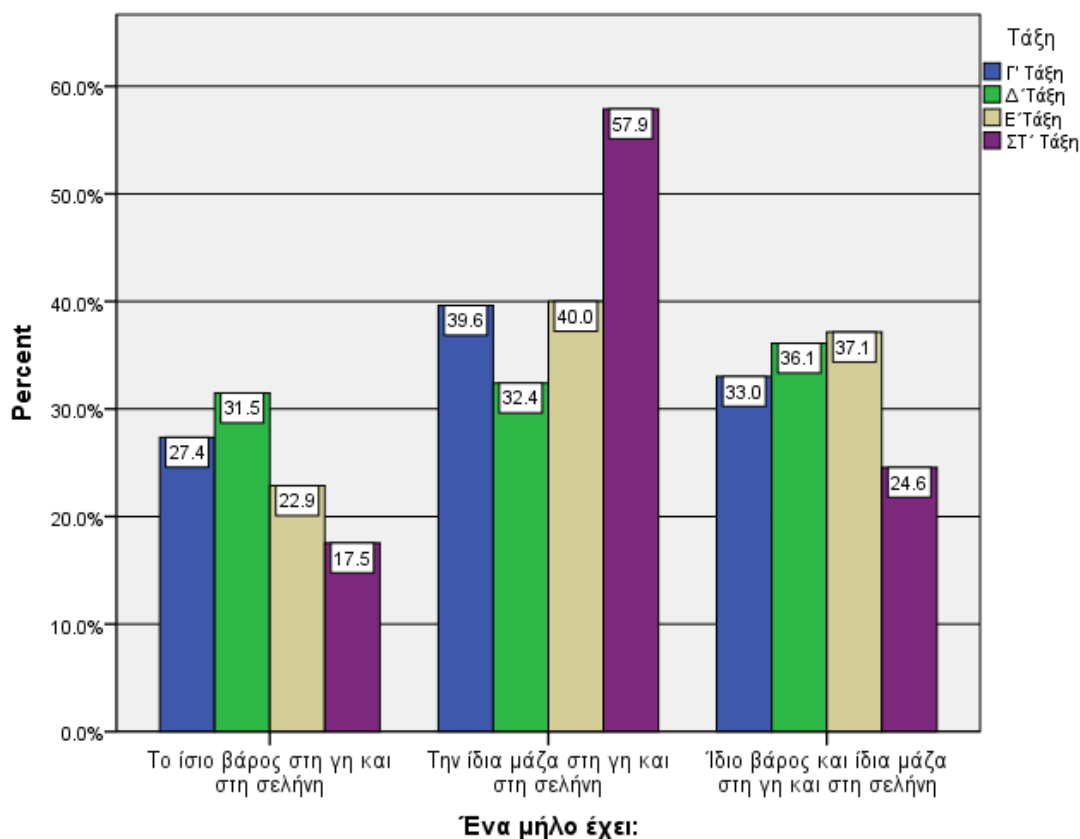
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	24.401 ^a	6	.000
Likelihood Ratio	24.637	6	.000
Linear-by-Linear Association	.606	1	.436
N of Valid Cases	436		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 20.28.

Πίνακας 18

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 17» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Φτάνοντας στην ερώτηση 18 «Ένα μήλο έχει:» διατηρείται ο αντίστοιχος χαρακτήρας με την προηγούμενη ερώτηση προσπαθώντας αυτή τη φορά να γίνει διακριτή η διαφορά βάρους και μάζας. Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές παρουσιάζονται παρακάτω όπως φαίνεται στο σχήμα 19.



Σχήμα 19. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 18

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι τα υποκείμενα παρουσίασαν δυσκολία στην απάντηση αυτού του ερωτήματος καθώς δεν έχουν ακόμη διδαχθεί τις δύο έννοιες. Από τους μαθητές της Γ' τάξης τη σωστή απάντηση (Την ίδια μάζα στη γη και στη σελήνη) έδωσε το 39,6%, ενώ από την Δ' τάξη μόλις το 32,4% των μαθητών. Η Ε' τάξη σημείωσε ποσοστό 40,0% και τέλος η ΣΤ' τάξη με ποσοστό 57,9% είχε τα καλύτερα αποτελέσματα.

Το κριτήριο $\chi^2 (6, N=433) = 17,414, p=0,008$ για την ερώτηση 18 αποδεικνύει ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Τα αποτελέσματα και ο αντίστοιχος πίνακας συνάφειας αποτυπώνονται στον πίνακα 19.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Ένα μήλο έχει: * Τάξη	433	98.0%	9	2.0%	442	100.0%

Ένα μήλο έχει: * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Ένα μήλο έχει:	Το ίδιο βάρος στη γη και στη σελήνη	Count % within Τάξη	29 27.4%	34 31.5%	24 22.9%	20 17.5%	107 24.7%
	Την ίδια μάζα στη γη και στη σελήνη	Count % within Τάξη	42 39.6%	35 32.4%	42 40.0%	66 57.9%	185 42.7%
	Ίδιο βάρος και ίδια μάζα στη γη και στη σελήνη	Count % within Τάξη	35 33.0%	39 36.1%	39 37.1%	28 24.6%	141 32.6%
Total		Count % within Τάξη	106 100.0%	108 100.0%	105 100.0%	114 100.0%	433 100.0%

Chi-Square Tests

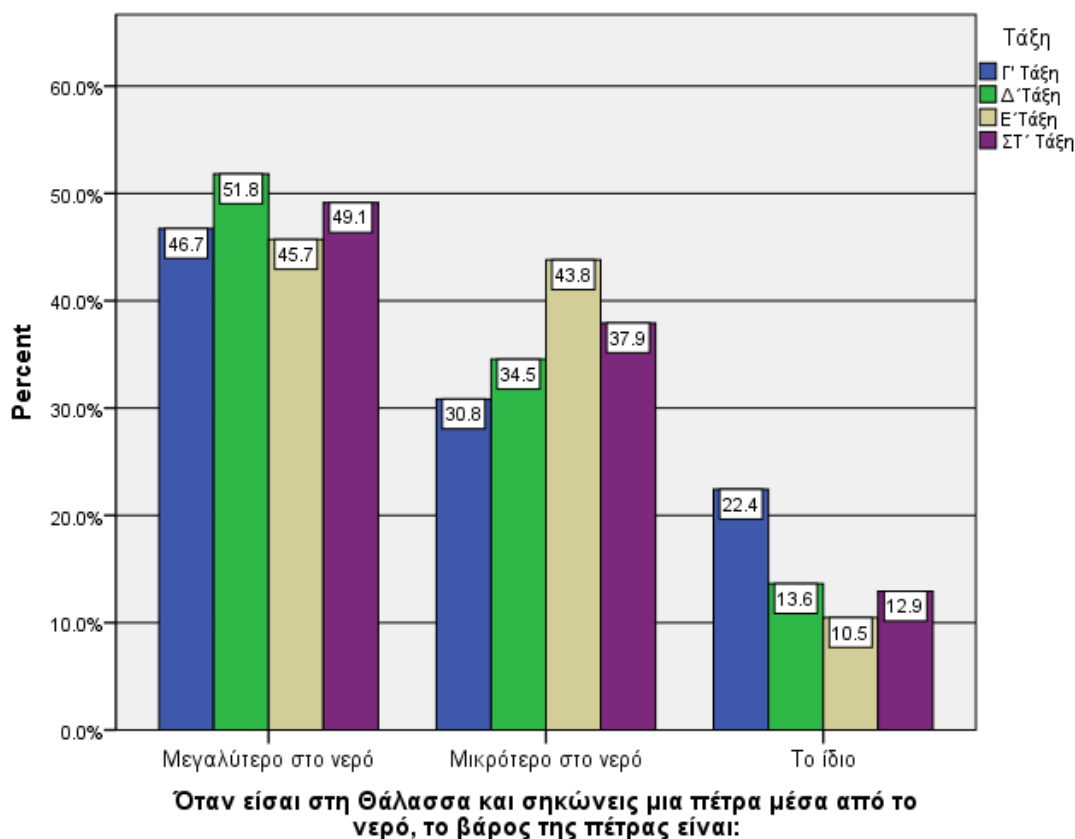
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	17.414 ^a	6	.008
Likelihood Ratio	17.319	6	.008
Linear-by-Linear Association	.165	1	.684
N of Valid Cases	433		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 25.95.

Πίνακας 19

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 18» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Η επόμενη ερώτηση αφορά μία βιωματική εμπειρία σχετικά με την άνωση που όλοι αποκτάμε από μικρή ηλικία και έχει ως εξής: «Όταν είσαι στη Θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα από το νερό, το βάρος της πέτρας είναι:». Για τη συγκεκριμένη ερώτηση έχουν παρατηρηθεί διάφορες εναλλακτικές ιδέες από άτομα όλων των ηλικιών. Για παράδειγμα υπάρχει η αντίληψη ότι στο νερό υπάρχει λιγότερη βαρύτητα ή ακόμη και καθόλου (Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 2000). Τα αποτελέσματα των απαντήσεων παρουσιάζονται στο σχήμα 20.



Σχήμα 20. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 19

Είναι φανερό ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δεν κατάφερε να δώσει την σωστή απάντηση (Το ίδιο) στο ερώτημα. Συγκεκριμένα, μόνο το 22,4% της Γ' τάξης απάντησε σωστά, ενώ 13,6% επιτυχία είχε η Δ' τάξη. Μόνο ένας στους δέκα με ποσοστό 10,5% γνώριζε την απάντηση από τους μαθητές της Ε' τάξης και μόλις 12,9% από τους μαθητές της ΣΤ' τάξης.

Το κριτήριο $\chi^2 (6, N=438) = 9,019, p=0,172$ για την ερώτηση 19 αποδεικνύει ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση δεν έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών. Τα αποτελέσματα και ο αντίστοιχος πίνακας συνάφειας αποτυπώνονται στον πίνακα 20.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Όταν είσαι στη Θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα από το νερό, το βάρος της πέτρας είναι: * Τάξη	438	99.1%	4	0.9%	442	100.0%

Όταν είσαι στη Θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα από το νερό, το βάρος της πέτρας είναι: * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Όταν είσαι στη Θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα από το νερό, το βάρος της πέτρας είναι:	Μεγαλύτερο στο νερό	Count	50	57	48	57	212
		% within Τάξη	46.7%	51.8%	45.7%	49.1%	48.4%
	Μικρότερο στο νερό	Count	33	38	46	44	161
		% within Τάξη	30.8%	34.5%	43.8%	37.9%	36.8%
	Το ίδιο	Count	24	15	11	15	65
		% within Τάξη	22.4%	13.6%	10.5%	12.9%	14.8%
Total	Count	107	110	105	116	438	
	% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Chi-Square Tests

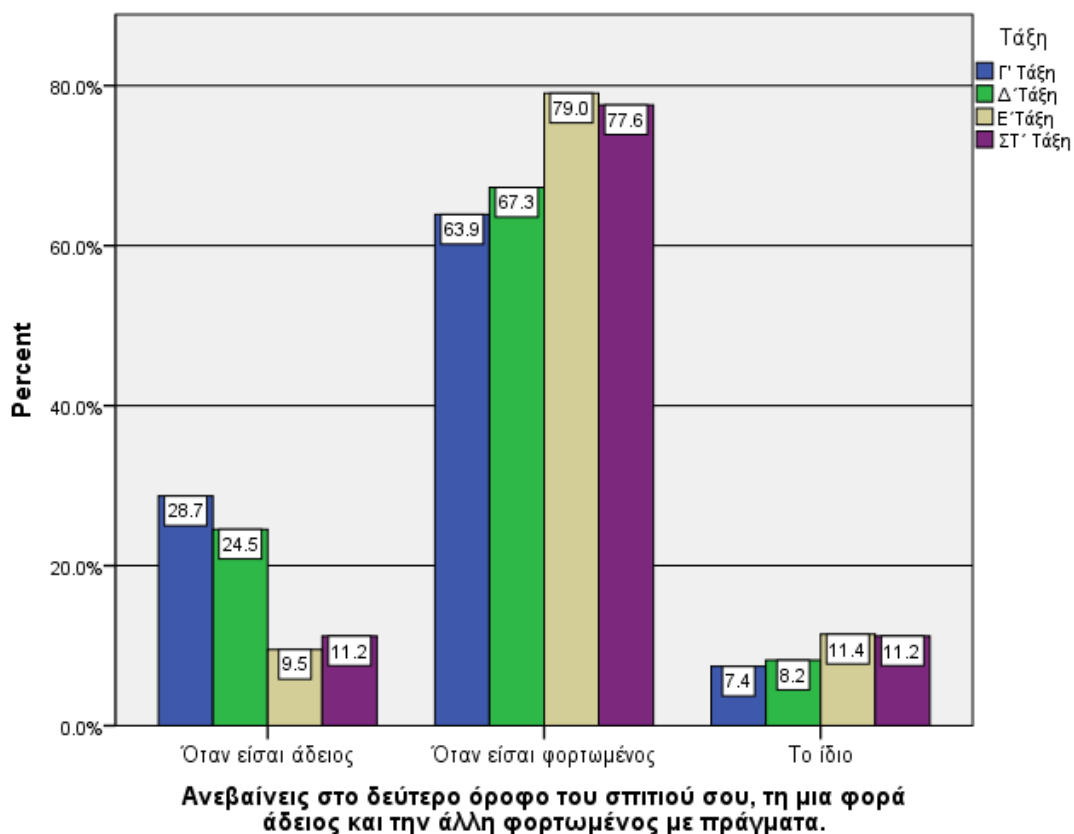
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9.019 ^a	6	.172
Likelihood Ratio	8.599	6	.197
Linear-by-Linear Association	1.096	1	.295
N of Valid Cases	438		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 15.58.

Πίνακας 20

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 19» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Φτάνοντας στην τελευταία ερώτηση, γίνεται εισαγωγή μίας ιδιαίτερα δύσκολης έννοιας, της ενέργειας. Ωστόσο, η ερώτηση περιλαμβάνει ένα απλό παράδειγμα που είναι εύκολο στην κατανόηση και τα υποκείμενα έχουν ήδη κάποια σχετική βιωματική εμπειρία. Η ερώτηση 20 έχει ως εξής: «**Ανεβαίνεις στο δεύτερο όροφο του σπιτιού σου, τη μια φορά άδειος και την άλλη φορτωμένος με πράγματα. Πότε καταναλώνεις περισσότερη ενέργεια;**». Η κύρια εναλλακτική ιδέα που επικρατεί σχετικά με αυτό τον τομέα είναι ότι η ενέργεια είναι κάποιου είδους καύσιμο και κάτι που συνδέεται με τη δύναμη και την κίνηση (Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 2000). Στο σχήμα 21 βλέπουμε τα αποτελέσματα των απαντήσεων.



Σχήμα 21. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 20

Είναι εμφανές ότι σε αυτή την ερώτηση οι μαθητές έχουν σημειώσει τα μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας χωρίς να γνωρίζουν επιστημονικά την έννοια της ενέργειας. Από τους μαθητές της Γ' τάξης το 63,9% έδωσε τη σωστή απάντηση (Όταν είσαι φορτωμένος) και αντίστοιχα από τη Δ' τάξη το 67,3%. Το υψηλότερο ποσοστό με 79% επιτυχία σημείωσαν οι μαθητές της Ε' τάξης και τέλος 77,6% απάντησαν σωστά στη ΣΤ' τάξη.

Η εφαρμογή του κριτηρίου χ^2 (6, N=439) = 20,211, $p=0,003$ και ο πίνακας συνάφειας για την ερώτηση 20 αποτυπώνονται στον πίνακα 21. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ότι οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ερώτηση έχουν στατιστική διαφορά, ανάλογα με την τάξη των μαθητών.

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Ανεβαίνεις στο δεύτερο όροφο του σπιτιού σου, τη μια φορά άδειος και την άλλη φορτωμένος με πράγματα. * Τάξη	439	99.3%	3	0.7%	442	100.0%

Ανεβαίνεις στο δεύτερο όροφο του σπιτιού σου, τη μια φορά άδειος και την άλλη φορτωμένος με πράγματα. * Τάξη Crosstabulation

			Τάξη				Total
			Γ' Τάξη	Δ' Τάξη	Ε' Τάξη	ΣΤ' Τάξη	
Ανεβαίνεις στο δεύτερο όροφο του σπιτιού σου, τη μια φορά άδειος και την άλλη φορτωμένος με πράγματα.	Όταν είσαι άδειος	Count	31	27	10	13	81
		% within Τάξη	28.7%	24.5%	9.5%	11.2%	18.5%
	Όταν είσαι φορτωμένος	Count	69	74	83	90	316
		% within Τάξη	63.9%	67.3%	79.0%	77.6%	72.0%
	Το ίδιο	Count	8	9	12	13	42
		% within Τάξη	7.4%	8.2%	11.4%	11.2%	9.6%
Total	Count	108	110	105	116	439	
	% within Τάξη	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	20.211 ^a	6	.003
Likelihood Ratio	20.658	6	.002
Linear-by-Linear Association	13.513	1	.000
N of Valid Cases	439		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 10.05.

Πίνακας 21

Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις ερώτησης 20» και «Τάξη στην οποία ανήκουν τα υποκείμενα» καθώς και το αντίστοιχο χ^2 test.

Συμπεράσματα

Όπως διαπιστώσαμε από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων στην προηγούμενη παράγραφο, για τις περισσότερες ερωτήσεις υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά των απαντήσεων ως προς την τάξη-ηλικία των ερωτηθέντων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα 22 τα αποτελέσματα του ελέγχου χ^2 που προαναφέρθηκαν για κάθε ερώτηση ξεχωριστά.

Πίνακας 22
Αποτελέσματα του χ^2 test για τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου.

Ερώτηση	χ^2	df	p	Διαφορά
1	47,131	6	,000	Στατιστική Διαφορά
2	28,821	6	,000	Στατιστική Διαφορά
3	34,893	6	,000	Στατιστική Διαφορά
4	20,246	6	,003	Στατιστική Διαφορά
5	34,753	9	,000	Στατιστική Διαφορά
6	5,158	3	,161	Τυχαία Διακύμανση
7	20,178	3	,000	Στατιστική Διαφορά
8	9,307	3	,025	Στατιστική Διαφορά
9	28,252	9	,001	Στατιστική Διαφορά
10	4,138	3	,247	Τυχαία Διακύμανση
11	25,499	3	,000	Στατιστική Διαφορά
12	1,654	3	,647	Τυχαία Διακύμανση
13	26,382	3	,000	Στατιστική Διαφορά
14	1,507	3	,681	Τυχαία Διακύμανση
15	34,859	6	,000	Στατιστική Διαφορά
16	40,284	6	,000	Στατιστική Διαφορά
17	24,401	6	,000	Στατιστική Διαφορά
18	17,414	6	,008	Στατιστική Διαφορά
19	9,019	6	,172	Τυχαία Διακύμανση
20	20,211	6	,003	Στατιστική Διαφορά

Από τον πίνακα 22 παρατηρούμε ότι μόνο πέντε ερωτήσεις έχουν τυχαία διακύμανση, πράγμα που σημαίνει ότι επί το πλείστον οι απαντήσεις των μαθητών εξαρτώνται από την τάξη στην οποία ανήκουν. Πολλές είναι οι μεταβλητές που μπορεί να επηρεάζουν αυτό το φαινόμενο, όπως π.χ. η νοητική ανάπτυξη, η μέθοδος διδασκαλίας, η βιωματική εμπειρία και άλλοι παράγοντες που δεν είναι εφικτό να απομονωθούν στην παρούσα έρευνα. Ωστόσο, είναι ενδιαφέρον να ερευνήσουμε αναλυτικά ανά ζεύγη τάξεων κατά πόσο υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των υποκειμένων για κάθε ερώτηση ξεχωριστά. Αντίστοιχα και σε αυτή την περίπτωση θα γίνει έλεγχος με τη χρήση του στατιστικού κριτηρίου χ^2 όπου χρειάζεται το πολύ το 25% των κελιών του πίνακα να έχουν τιμές μικρότερες του 5. Για να αποφύγουμε την παράθεση πολλών σελίδων με σχήματα και πίνακες συνάφειας, δίνονται μόνο οι πίνακες που περιέχουν συνοπτικά τις τιμές του χ^2 , τους βαθμούς ελευθερίας (df) και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας (p) για κάθε ζεύγος τάξεων.

Πίνακας 23
Αποτελέσματα του χ^2 test για τις τάξεις Γ' - Δ'.

Ερώτηση	χ^2	df	p	Διαφορά
1	3,653	2	,161	Τυχαία Διακύμανση
2	10,680	2	,005	Στατιστική Διαφορά
3	5,069	2	,079	Τυχαία Διακύμανση
4	2,032	2	,362	Τυχαία Διακύμανση
5	9,296	3	,026	Στατιστική Διαφορά
6	0,152	1	,697	Τυχαία Διακύμανση
7	3,990	1	,046	Στατιστική Διαφορά
8	2,260	1	,133	Τυχαία Διακύμανση
9	7,952	3	,047	Στατιστική Διαφορά
10	0,488	1	,485	Τυχαία Διακύμανση
11	0,598	1	,439	Τυχαία Διακύμανση
12	0,829	1	,362	Τυχαία Διακύμανση
13	4,278	1	,039	Στατιστική Διαφορά
14	0,007	1	,934	Τυχαία Διακύμανση
15	7,513	2	,023	Στατιστική Διαφορά
16	16,503	2	,000	Στατιστική Διαφορά
17	0,716	2	,698	Τυχαία Διακύμανση
18	1,231	2	,540	Τυχαία Διακύμανση
19	2,846	2	,241	Τυχαία Διακύμανση
20	0,491	2	,782	Τυχαία Διακύμανση

Σύμφωνα με τον πίνακα 23, από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές της Γ' και της Δ' τάξης του δημοτικού φαίνεται ότι 7 έχουν στατιστική διαφορά, δηλαδή οι απαντήσεις εξαρτώνται από την τάξη στην οποία ανήκουν οι μαθητές και 13 έχουν τυχαία διακύμανση, δηλαδή οι απαντήσεις δεν εξαρτώνται από το συγκεκριμένο ζεύγος τάξεων.

Πίνακας 24
Αποτελέσματα του χ^2 test για τις τάξεις Δ' - Ε'.

Ερώτηση	χ^2	df	p	Διαφορά
1	36,760	2	,000	Στατιστική Διαφορά
2	8,842	2	,012	Στατιστική Διαφορά
3	12,656	2	,002	Στατιστική Διαφορά
4	10,950	2	,004	Στατιστική Διαφορά
5	21,282	3	,000	Στατιστική Διαφορά
6	2,668	1	,102	Τυχαία Διακύμανση
7	3,654	1	,056	Τυχαία Διακύμανση
8	1,661	1	,197	Τυχαία Διακύμανση
9	13,404	3	,004	Στατιστική Διαφορά
10	1,862	1	,172	Τυχαία Διακύμανση
11	11,824	1	,001	Στατιστική Διαφορά
12	0,940	1	,332	Τυχαία Διακύμανση
13	2508	1	,113	Τυχαία Διακύμανση
14	0,893	1	,345	Τυχαία Διακύμανση
15	17,425	2	,000	Στατιστική Διαφορά
16	17,491	2	,000	Στατιστική Διαφορά
17	9,510	2	,009	Στατιστική Διαφορά
18	2,319	2	,314	Τυχαία Διακύμανση
19	2,034	2	,362	Τυχαία Διακύμανση
20	8,644	2	,013	Στατιστική Διαφορά

Στον πίνακα 24 παρατηρούμε ότι από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές της Δ' και Ε' δημοτικού 11 έχουν στατιστική διαφορά ανάλογα με την τάξη και 9 απαντήσεις έχουν τυχαία διακύμανση και δεν εξαρτώνται από την τάξη των μαθητών.

Πίνακας 25
Αποτελέσματα του χ^2 test για τις τάξεις Ε' - ΣΤ'.

Ερώτηση	χ^2	df	p	Διαφορά
1	13,086	2	,001	Στατιστική Διαφορά
2	6,805	2	,033	Στατιστική Διαφορά
3	5,280	2	,071	Τυχαία Διακύμανση
4	10,463	2	,005	Στατιστική Διαφορά
5	5,637	3	,131	Τυχαία Διακύμανση
6	5,038	1	,025	Στατιστική Διαφορά
7	14,064	1	,000	Στατιστική Διαφορά
8	0,192	1	,661	Τυχαία Διακύμανση
9	1,796	3	,616	Τυχαία Διακύμανση
10	3,646	1	,056	Τυχαία Διακύμανση
11	0,492	1	,483	Τυχαία Διακύμανση
12	0,817	1	,366	Τυχαία Διακύμανση
13	1,552	1	,213	Τυχαία Διακύμανση
14	0,010	1	,921	Τυχαία Διακύμανση
15	9,845	2	,007	Στατιστική Διαφορά
16	0,018	2	,991	Τυχαία Διακύμανση
17	0,360	2	,835	Τυχαία Διακύμανση
18	7,145	2	,028	Στατιστική Διαφορά
19	0,0886	2	,642	Τυχαία Διακύμανση
20	0,167	2	,920	Τυχαία Διακύμανση

Σύμφωνα με τον πίνακα 25 στατιστική διαφορά παρουσιάζουν οι 7 απαντήσεις από το σύνολο των ερωτήσεων για τις τάξεις Ε' και ΣΤ' δημοτικού, ενώ αντίστοιχα 13 απαντήσεις έχουν τυχαία διακύμανση, δηλαδή δεν εξαρτώνται από την τάξη των μαθητών.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας 26 όπου συμπεριλαμβάνει όλα τα δεδομένα από τους τρεις προηγούμενους πίνακες για τη στατιστική ή την τυχαία διακύμανση της διαφοράς σε κάθε τάξη έτσι ώστε να υπάρχει μία γενική εικόνα για όλες τις ερωτήσεις της έρευνας.

Πίνακας 26
Διαφορές των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο

Ερώτηση	Γ' - Δ'	Δ' - Ε'	Ε' - ΣΤ'
1	Τ.Δ.	Σ.Δ.	Σ.Δ.
2	Σ.Δ.	Σ.Δ.	Σ.Δ.
3	Τ.Δ.	Σ.Δ.	Τ.Δ.
4	Τ.Δ.	Σ.Δ.	Σ.Δ.
5	Σ.Δ.	Σ.Δ.	Τ.Δ.
6	Τ.Δ.	Τ.Δ.	Σ.Δ.
7	Σ.Δ.	Τ.Δ.	Σ.Δ.
8	Τ.Δ.	Τ.Δ.	Τ.Δ.
9	Σ.Δ.	Σ.Δ.	Τ.Δ.
10	Τ.Δ.	Τ.Δ.	Τ.Δ.
11	Τ.Δ.	Σ.Δ.	Τ.Δ.
12	Τ.Δ.	Τ.Δ.	Τ.Δ.
13	Σ.Δ.	Τ.Δ.	Τ.Δ.
14	Τ.Δ.	Τ.Δ.	Τ.Δ.
15	Σ.Δ.	Σ.Δ.	Σ.Δ.
16	Σ.Δ.	Σ.Δ.	Τ.Δ.
17	Τ.Δ.	Σ.Δ.	Τ.Δ.
18	Τ.Δ.	Τ.Δ.	Σ.Δ.
19	Τ.Δ.	Τ.Δ.	Τ.Δ.
20	Τ.Δ.	Σ.Δ.	Τ.Δ.

Σ.Δ. = Στατιστική Διαφορά

Τ.Δ. = Τυχαία Διακύμανση

Από τον πίνακα 26 μπορούν να προκύψουν διάφορα συμπεράσματα για την κάθε ερώτηση. Παρατηρούμε ότι σε ορισμένες ερωτήσεις οι απαντήσεις των υποκειμένων έχουν στατιστική διαφορά σε συγκεκριμένα ζεύγη τάξεων και σε άλλα έχουν τυχαία διακύμανση. Για παράδειγμα η ερώτηση 6 έχει τυχαία διακύμανση από την Γ' έως και την Ε' δημοτικού, αλλά από την Ε' στην ΣΤ' παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών. Αντίστοιχα η ερώτηση 9 έχει στατιστική διαφορά στις τάξεις Γ' έως Ε' και τυχαία διακύμανση μεταξύ των δύο μεγαλύτερων τάξεων. Τέλος, περίπτωση αποτελούν και οι ερωτήσεις 17 και 20 όπου οι απαντήσεις των τάξεων Γ' και Δ' έχουν τυχαία διακύμανση, οι τάξεις Δ' με Ε' έχουν στατιστική διαφορά και οι τάξεις Ε' και ΣΤ' έχουν τυχαία διακύμανση.

Από όλα αυτά μπορούμε να συμπεράνουμε στις περισσότερες περιπτώσεις οι απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές, είτε αυτές αποτελούν την ορθή επιστημονική γνώση είτε κάποια εναλλακτική αντίληψη σε έννοιες της φυσικής, έχουν να κάνουν με την τάξη στην οποία ανήκουν και συνεπώς με την ηλικία και την αντίστοιχη βιωματική εμπειρία.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Οι μαθητές βασίζονται κατά κύριο λόγο στις δικές τους αντιλήψεις οι οποίες έχουν είτε διαισθητικό είτε εμπειρικό χαρακτήρα. Πολλές φορές όμως η επιστημονική γνώση που αποκτάται από την εκπαίδευσή τους καταλήγει να έχει ως αποτέλεσμα αντιφάσεις και συγχύσεις μεταξύ της προϋπάρχουσας και της νέας γνώσης.

Από την έρευνα προέκυψε ότι σε όλες τις τάξεις υπάρχουν εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στις διάφορες έννοιες της φυσικής. Στις περισσότερες περιπτώσεις υπάρχει μεταβολή αυτών των ιδεών με την πάροδο του χρόνου και ίσως το φαινόμενο να παρουσιάζει κάποια μείωση. Ωστόσο, δεν παύει να υφίσταται ακόμη και στις μεγαλύτερες βαθμίδες εκπαίδευσης πράγμα που σημαίνει ότι θα πρέπει να δοθεί περισσότερη βαρύτητα στο συγκεκριμένο ζήτημα.

Κάθε διδακτική προσέγγιση του εκπαιδευτικού θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη το γεγονός ότι οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών δεν μπορούν να αγνοηθούν, γιατί τότε η διδασκαλία δεν θα συνδέεται με την μάθηση. Είναι ένα σημείο που πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα από όλους τους φορείς του εκπαιδευτικού συστήματος, ώστε από το Δημοτικό Σχολείο, ο μαθητής να αρχίζει να αποκτά την επιστημονική γνώση. Σίγουρα απαιτούνται περεταίρω έρευνες όπου θα περιλαμβάνουν πιο αναλυτικά περισσότερες μεταβλητές που μπορούν να επηρεάσουν το φαινόμενο και θα μπορούν να περιγράψουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τη ρίζα του προβλήματος. Ιδανικά, θα μπορούσε να υλοποιηθεί ένα σύστημα διδασκαλίας όπου οι εκπαιδευτικοί θα γνωρίζουν την κατάλληλη ηλικία που θα πρέπει να έχουν οι μαθητές ώστε να είναι έτοιμοι να διδαχτούν τις ανάλογες έννοιες της φυσικής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ:

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ:

Κώτσης Κ. Θ. και 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 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Ρέθυμνο, 257-262

Κώτσης Κ. Θ. και 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 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Ρέθυμνο, 250-256

Κώτσης, Κ., (2011), Ερευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της φυσικής, Ιωάννινα, 2011

Κώτσης, Θ. Κ., (2013), Εμπειρική Έρευνα στη Διαχρονική Φύση των Εναλλακτικών Ιδεών σε Έννοιες της Φυσικής, στο Βαβουγιός Δ. & Παρασκευόπουλος Σ. (επ.), Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, Βόλος, 41-63.

Πετροχείλου Ε., Ρίζος Ι., Μάνεσης Ε. και Κώτσης Κ., (2007), Εξέλιξη των αντιλήψεων φοιτητών τμήματος Φυσικής σε Έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής κατά τα δύο πρώτα έτη των σπουδών τους, 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση» Ιωάννινα.

Στύλος Γ., Κώτσης Θ. Κ., Εμβαλωτής Α., (2014), Πρακτικές εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στη διδασκαλία της Φυσικής (Α΄ μέρος), Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό, Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση, Τεύχος 5 - Χειμώνας 2014.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ:

Belias D., Sdrolias L., Kakkos N., Koutiva M., Koustelios A., (2013), TRADITIONAL TEACHING METHODS VS. TEACHING THROUGH THE APPLICATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE ACCOUNTING FIELD: QUO VADIS?, European Scientific Journal, October 2013, edition vol.9, No.28

Carson R., Rowlands S., (2005), Mechanics as the Logical Point of Entry for the Enculturation into Scientific Thinking, Science & Education · January 2005, 14:473–492

Clement, J., (1982), Students' preconceptions in introductory mechanics, American Journal of Physics, 50(1), 66-71

Dole J. A., Sinatra G. M., (1998), Reconceptualizing Change in the Cognitive Construction of Knowledge, Educational Psychologists, 33(2/3), 109-128

Dekkers et al., (1998), Making Productive use of Students' Initial Conceptions in Developing the Concepts of Force, Science Education, 82(1), 31-51

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, 2000

Galili, I., (1995), Mechanics background influences students conceptions in electromagnetism, International Journal of Science Education, 17:3, 371,387

McDermott L. C., (1993), How we teach and how students learn-a mismatch?, American Journal of Physics, 61(4), 295-298

McDermott L. C., (1997), Student's conceptions and problem solving in mechanics, International Commission on Physics Education

Posner et al., (1982), Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, Science Education 66(2): 211-227

Read, J. R., (2004), Children's Misconceptions and Conceptual Change in Science Education, School of Chemistry, The University of Sydney

Redish E., Steinberg R., (1999), Teaching Physics: Figuring Out What Works, Physics Today , Vol. 52 (January 1999), pp. 24-30.

Stylos, G., Evangelakis G. A., and Kotsis, K. T., (2008), Misconceptions on classical mechanics by freshman university students: A case study in a Physics Department in Greece, Themes in Science and Technology Education, Vol 1, No 2, 157-177.

Svedružić A., (2008), DEMONSTRATION IN TEACHING PHYSICS, METODIKA 17 (2/2008), 442-450

Wittgenstein, L., (1974), *Tractatus Logico-Philosophicus*, Revised edition 1974

Yalcin, M., (2008), First Year Turkish Science Undergraduates' Understandings and Misconceptions of Light, *Sci & Educ*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ερωτηματολόγιο*

- 1) **Δύναμη είναι η αιτία που ένα σώμα:**
 - α) Παραμορφώνεται.
 - β) Αλλάζει την κινητική του κατάσταση.
 - γ) Που κάνει και τα δυο.

- 2) **Με έναν φίλο σου κάνεις «κόλλα-πέντε». Τι κατεύθυνση έχουν οι δυνάμεις που ασκεί ο ένας στον άλλον, στα χέρια σας;**
 - α) Ίδια διεύθυνση και φορά.
 - β) Ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά.
 - γ) Διαφορετική διεύθυνση και φορά.

- 3) **Πότε ασκούμε μια δύναμη;**
 - α) Όταν σπρώχνουμε ένα ποδήλατο.
 - β) Όταν σπρώχνουμε έναν τοίχο.
 - γ) Και στις δυο περιπτώσεις.

- 4) **Πότε ενεργεί μια δύναμη σ' ένα σώμα:**
 - α) Όταν αρχίζουμε να κινούμε ένα σώμα.
 - β) Όταν σταματάμε ένα σώμα που κινείται.
 - γ) Και στις δυο περιπτώσεις.

- 5) **Πότε ένας ποδοσφαιριστής ασκεί δύναμη σε μια μπάλα;**
 - α) Όταν τη σουτάρει.
 - β) Όταν κινείται προς τα δίχτυα.
 - γ) Και στις δυο περιπτώσεις.
 - δ) Σε καμιά περίπτωση

- 6) **Ένα παιδί πετά μια πέτρα, πότε το παιδί ασκεί δύναμη στην πέτρα;**
 - α) Όταν φεύγει από το χέρι του.
 - β) Όταν είναι στον αέρα.

- 7) **Σκοντάφτω σε μια πέτρα, την οποία και την μετακινώ. Η πέτρα...**
 - α) Ασκεί μια δύναμη και σε μένα.
 - β) Δεν ασκεί δύναμη σε μένα.

- 8) **Χτυπώ το χέρι μου σε ένα τραπέζι και με πονάει το χέρι, γιατί;**
 - α) άσκησα δύναμη στο τραπέζι.
 - β) το τραπέζι άσκησε δύναμη σε μένα.

- 9) **Είσαι ακίνητος στην πρωινή προσευχή. Σημείωσε ποιες δυνάμεις υπάρχουν (μόνο μια απάντηση)**
α) Η δύναμη που ασκώ στο έδαφος.
β) Η δύναμη που ασκεί το έδαφος σε μένα.
γ) Και οι δυο προηγούμενες.
δ) Καμιά δύναμη.
- 10) **Όταν κολυμπάμε, σπρώχνουμε το νερό με μια δύναμη προς πίσω και αυτό μας σπρώχνει με μια δύναμη και πάμε προς τα μπροστά**
α) Σωστό.
β) Λάθος.
- 11) **Όταν περπατάμε, σπρώχνουμε το έδαφος:**
α) Προς τα εμπρός.
β) Προς τα πίσω.
- 12) **Πότε αναπτύσσεται μεγαλύτερη τριβή μεταξύ ενός αυτοκινήτου και του δρόμου;**
α) Όταν είναι στεγνός
β) Όταν είναι βρεγμένος.
- 13) **Ένα αυτοκίνητο πότε κινείται με περισσότερη ασφάλεια σε παγωμένο δρόμο. Όταν είναι ...**
α) Άδειο.
β) Φορτωμένο.
- 14) **Ένα ελαφρύ επιβατικό αυτοκίνητο κι ένα βαρύ φορτηγό βρίσκονται σε κόκκινο φανάρι. Όταν ανάψει πράσινο «γκαζώνουν» το ίδιο, ποιο θα ξεκινήσει πιο γρήγορα;**
α) Το επιβατικό
β) Το φορτηγό
- 15) **Όταν ξεκινάει το αυτοκίνητο, οι επιβάτες κινούνται προς τα πίσω**
α) Εξαιτίας της ταχύτητας.
β) Εξαιτίας της αδράνειας.
γ) Δεν ξέρω.
- 16) **Το βάρος ενός σώματος είναι:**
α) Δύναμη.
β) Ιδιότητα του σώματος.
γ) Η μάζα του σώματος.
- 17) **Η βαρύτητα στη σελήνη είναι μικρότερη από τη βαρύτητα της γης. Το βάρος μιας σοκολάτας είναι:**
α) Μικρότερο στη γη απ' ότι στη σελήνη.

- β) Μεγαλύτερο στη γη απ' ότι στη σελήνη.
γ) Το ίδιο και στη γη και στη σελήνη.
- 18) Ένα μήλο έχει:**
α) Το ίδιο βάρος στη γη και στη σελήνη.
β) Την ίδια μάζα στη γη και στη σελήνη.
γ) Ίδιο βάρος και ίδια μάζα στη γη και στη σελήνη
- 19) Όταν είσαι στη Θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα από το νερό, το βάρος της πέτρας είναι:**
α) Μεγαλύτερο στο νερό.
β) Μικρότερο στο νερό.
γ) Το ίδιο.
- 20) Ανεβαίνεις στο δεύτερο όροφο του σπιτιού σου, τη μια φορά άδειος και την άλλη φορτωμένος με πράγματα. Πότε καταναλώνεις περισσότερη ενέργεια;**
α) Όταν είσαι άδειος.
β) Όταν είσαι φορτωμένος
γ) Το ίδιο.