

Διερεύνηση της προσέγγισης βασικών εννοιών και νόμων της φυσικής από εκπαιδευτικούς

Inquiring the teachers' approach of basic concepts and laws of physics

Γιώργος Καράογλου, Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου Φυσικών Επιστημών ΑΜΘ, gkaraoglou@yahoo.gr

George Karaoglou, moderator of educational science project, gkaraoglou@yahoo.gr

Abstract: The aim of the research is the concurrent record of the teachers' perceptions of different disciplines, types of schools and levels of education, and to explore how fundamental concepts and laws of physics are approached. The survey involved 253 primary and secondary, both general and technological, education teachers from different disciplines. They responded to twelve True/False questions that referred to fundamental concepts and laws of Physics and focused on the conceptual understanding of the physics of everyday life. Teachers' performance reaches the high level of international research. The answers provided seem to be influenced by the description of the situation in the wording of the task as well as by the intuitive experiences of everyday life, resulting, in many cases, in responding based on the result of the actions rather than the laws of physics.

Keywords: teachers, physics, science education

Περίληψη: Στόχος της έρευνας είναι η παράλληλη καταγραφή αντιλήψεων εκπαιδευτικών διαφορετικών επιστημονικών κλάδων, τύπων σχολείων, και βαθμίδων εκπαίδευσης, και η διερεύνηση του τρόπου προσέγγισης θεμελιωδών εννοιών και νόμων της φυσικής. Στην έρευνα συμμετείχαν 253 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας γενικής και επαγγελματικής εκπαίδευσης από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους. Απάντησαν σε δώδεκα ερωτήσεις, κλειστού τύπου της μορφής Σωστού – Λάθους που αναφέρονται σε θεμελιώδεις έννοιες και νόμους της Φυσικής και εστιάζουν στην εννοιολογική κατανόηση της φυσικής της καθημερινότητας. Οι επιδόσεις των εκπαιδευτικών βρίσκονται κοντά στα υψηλά των μέσων όρων των διεθνών ερευνών. Οι απαντήσεις τους δείχνουν να επηρεάζονται από την περιγραφή της κατάστασης στην εκφώνηση καθώς και τις διαισθητικές εμπειρίες της καθημερινότητας με συνέπεια σε πολλές περιπτώσεις να λειτουργούν βασιζόμενοι στο αποτέλεσμα των δράσεων και όχι στο φυσικό νόμο.

Λέξεις Κλειδιά: Εκπαιδευτικοί, Φυσική, Διδακτική Φυσικών Επιστημών

1. Εισαγωγή

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών παραμένουν όχι μόνο μετά τη διδασκαλία, αλλά και μετά

την ενηλικίωσή τους, (Κόκκοτας, 1998). Σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης υπάρχουν εναλλακτικές ιδέες για όλες τις έννοιες της φυσικής. Για τις περισσότερες έννοιες υπάρχει μείωση του ποσοστού των εναλλακτικών ιδεών με την ανάπτυξη του νοητικού επιπέδου και την αύξηση της εκπαιδευτικής βαθμίδας, (Κώτσης, 2011; Gilbertetal., 1982), αλλά δεν εξαλείφεται ακόμη και μεταξύ των εκπαιδευτικών που διδάσκουν φυσική (Bernhard, 2000).

Ακόμη και φοιτητές που επιλέγουν μαθήματα φυσικής καθώς και φοιτητές παιδαγωγικών και φυσικών τμημάτων δεν κατανοούν έννοιες και νόμους της φυσικής και δεν μπορούν να τους εφαρμόσουν σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής, (Κώτσης& Στύλος 2007; Halloun, 1998; Schoon&Boone, 1998). Η ισχύς των εναλλακτικών ιδεών σε σπουδαστές Παιδαγωγικών τμημάτων αποτυπώνεται σε έρευνες των Καρανίκα για τα θερμικά φαινόμενα και Κώτση για διάφορα είδη δυνάμεων (Κώτσης 2002; Καρανίκα 1996). Οι αντιλήψεις που εκφράζουν εξαρτώνται από την διατύπωση του προβλήματος και την περιγραφή της κατάστασης όπως αναφέρει ο Thornton: «Οι σχέσεις που αποδίδουν οι φοιτητές στη σύνδεση της δύναμης με την επιτάχυνση και την ταχύτητα του σώματος μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τη κατάσταση που βρίσκεται αυτό, δηλαδή αν είναι ακίνητο ή αν κινείται. Το είδος του σώματος, η προέλευση της δύναμης και η περιγραφόμενη από το πρόβλημα κατάσταση είναι δυνατό μερικές φορές να αλλάξουν το είδος της δύναμης που απαιτείται για τη συγκεκριμένη κίνηση. Επιπλέον μπορεί να επικρατούν ταυτόχρονα περισσότερες από μία ιδέες». (Thornton, 1997)

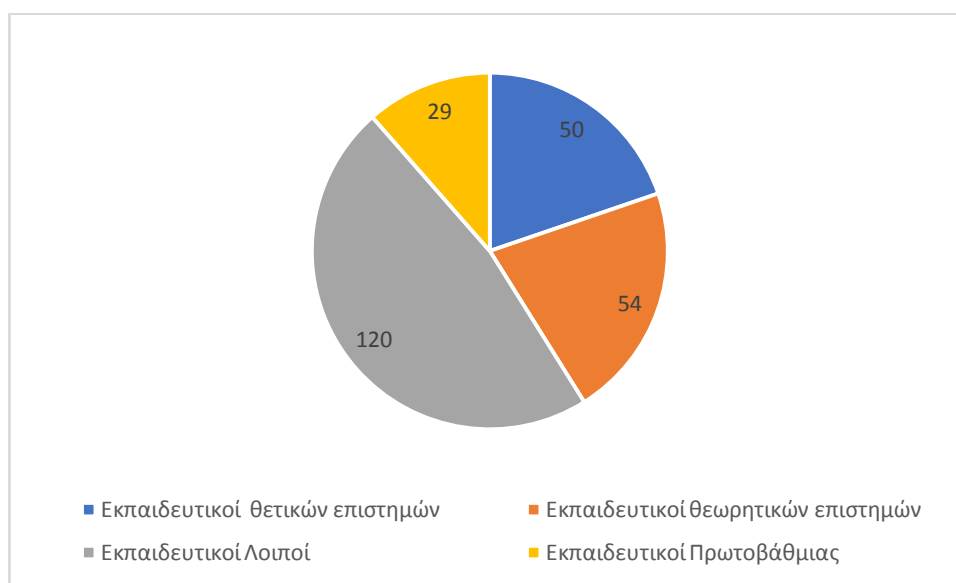
Διαπιστώνεται από έρευνες ότι ακόμη και οι εκπαιδευτικοί λειτουργοί Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έχουν εναλλακτικές αντιλήψεις, διαφορετικές από τις επιστημονικές, ως προς τα ζητήματα που διαχειρίζονται στην τάξη, (Taber&Tan, 2010; Bayraktar, 2009; Ginns&Watters, 1995), πολλές από τις οποίες γίνονται πιθανώς η αιτία για την ανατροφοδότηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών τους οι οποίοι εμφανίζουν ποιοτικά και ποσοτικά ανάλογες αντιλήψεις, (Κώτσης&Κοτσίνας, 2011α,β,γ Novak, 2002; Κουλαϊδής, 2001; Pardhan&Bano, 2001;Cochran&Jones, 1998). Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών στην περιοχή των φυσικών επιστημών αποτελούνται από ένα κράμα επιστημονικής γνώσης και διαισθητικής καθημερινής πληροφορίας που δημιουργεί μοντέλα και εξηγεί ικανοποιητικά τα φυσικά φαινόμενα, (Dahletal., 2004; Mellado, 1997). Προβλήματα στη κατανόηση της έννοιας της δύναμης από εκπαιδευτικούς κατέγραψαν έρευνες όπως του Summers και του Κώτση όπου τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ίδια υπό εξέταση ιδιότητα μεταβάλλονται καθώς επηρεάζονται από τη διατύπωση της ερώτησης, (Κώτσης 2011; Summers 1992). Η παγίωση και η έκταση των ιδεών είναι τόσο σημαντική ώστε να οδηγήσει σε αποτυχία προγράμματα σπουδών και νέες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις σε αρκετές διαρθρωτικές εκπαιδευτικές αλλαγές που έγιναν στο παρελθόν και δεν έλαβαν υπόψη το γνωστικό υπόβαθρο και τις δεξιότητες των εκπαιδευτικών, (Μολοχίδης, 2005; VanDrieletal., 2001; Arons, 1992).

Στόχος της έρευνας είναι παράλληλα με την καταγραφή των αντιλήψεων εκπαιδευτικών διαφορετικών επιστημονικών κλάδων, τύπων σχολείων, και βαθμίδων εκπαίδευσης, η διερεύνηση του τρόπου προσέγγισης των θεμελιωδών εννοιών και νόμων της φυσικής.

1.1 Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν 253 εκπαιδευτικοί Δευτεροβάθμιας και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης των νομών Δράμας και Καβάλας. Από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς οι 50 ήταν θετικών επιστημών (φυσικοί, χημικοί, βιολόγοι, μαθηματικοί, πληροφορικοί), οι 54 ήταν θεωρητικών επιστημών (φιλόλογοι, ξένων γλωσσών, θεολόγοι), οι 120 διαφόρων ειδικοτήτων Επαγγελματικών Λυκείων που χρησιμοποιούν στοιχεία της φυσικής στη διδασκαλία των διδακτικών αντικειμένων τους στο σχολείο (μηχανολόγοι, ηλεκτρολόγοι, ηλεκτρονικοί, δομικών έργων) και 29 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας.

Στο Γράφημα 1 φαίνεται ο αριθμός των εκπαιδευτικών για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 1: Αριθμός εκπαιδευτικών για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων

1.2 Ερωτηματολόγιο

Αρχικά το ερωτηματολόγιο αναφέρεται σε προσωπικά στοιχεία του συμμετέχοντα όπως το φύλο η ηλικία ο κλάδος που ανήκει η ειδικότητά του και το είδος του σχολείου που διδάσκει. Στη συνέχεια ακολουθούν δώδεκα ερωτήσεις κλειστού τύπου, Σωστού – Λάθους, που αναφέρονται σε θεμελιώδεις έννοιες και νόμους της Φυσικής και εστιάζουν στην εννοιολογική κατανόηση της φυσικής της καθημερινότητας, Αφορούν την ύλη φυσικής Α Λυκείου και περιέχονται σε γνωστά ερωτηματολόγια όπως το Force and Motion Conceptual Evaluation (Thornton & Sokoloff, 1998), Inventory of Basic Conceptions in Mechanics (Halloun, 2006) καθώς και στο ερωτηματολόγιο της έρευνας του Κώστη το 2011.

Οι πρώτες οχτώ από τις δώδεκα συνολικά ερωτήσεις της φυσικής σχετίζονται με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ σωμάτων. Στην αλληλεπίδραση και τη κίνηση στηρίζονται πολλές εφαρμογές της καθημερινότητας και γι' αυτό αποτελούν ιδιαίτερο τμήμα στις αναφορές της

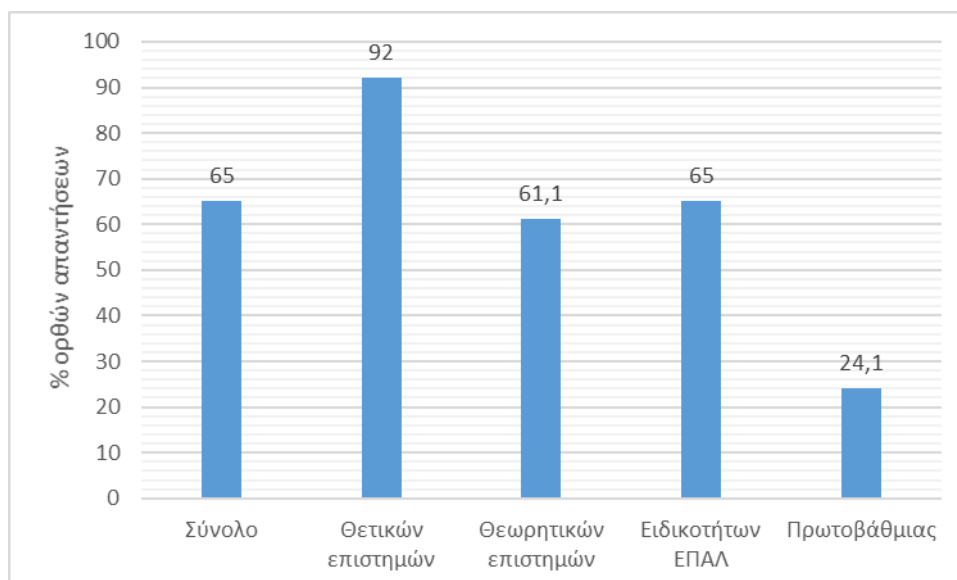
Αμερικανικής Ένωσης για την Προαγωγή της Επιστήμης (AAAS, 1993, 2009). Οι επόμενες δύο ερωτήσεις σχετίζονται με τις έννοιες της μάζας και του βάρους που διαχειριζόμαστε κατά κόρον στη καθημερινή ζωή χωρίς να γίνεται όμως μεταξύ τους διάκριση και ορθή εννοιολογική προσέγγιση. Οι δύο τελευταίες ερωτήσεις αναφέρονται στην ενέργεια που αποτελεί πολυδιάστατο καθημερινό αντικείμενο ενασχόλησης, στη βάση των οργανικών μετατροπών (διατροφή και άσκηση) αλλά και ως οικονομικός παράγοντας. Η θέση της μηχανικής θεωρείται εξέχουσα μεταξύ των άλλων τομέων της Φυσικής διότι οι εν λόγω τομείς καθορίζονται από τη μηχανική η οποία ορίζει τους πρωταρχικούς νόμους, υπό την έννοια ότι, χωρίς τους νόμους της κίνησης, για παράδειγμα, δεν θα υπήρχε κινητική θεωρία των αερίων ή δεν θα υπήρχε ηλεκτρομαγνητική θεωρία (Carson&Rowlands, 2005).

2. Αποτελέσματα

Ο μέσος όρος ορθών απαντήσεων των εκπαιδευτικών στις ερωτήσεις της φυσικής ήταν $M=7,1$ ορθές απαντήσεις με σφάλμα (SE)=0,15

Η Ερώτηση 1: «Ένα παιδί πετάει μια πέτρα κατακόρυφα προς τα πάνω. Σε όλη τη διάρκεια της κίνησης της πέτρας ασκείται σε αυτή μια δύναμη κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω», αναφέρεται στη σχέση της κίνησης με τη δύναμη. Το 65% των ερωτηθέντων απάντησαν ορθά, σε αυτούς συμπεριλαμβάνεται το 92% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Οι υπόλοιποι θεωρούν απαραίτητη προϋπόθεση για την κίνηση την παρουσία μιας δύναμης προς την ίδια κατεύθυνση.

Στο γράφημα 2 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 1, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για την κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων χωριστά.



Γράφημα 2: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

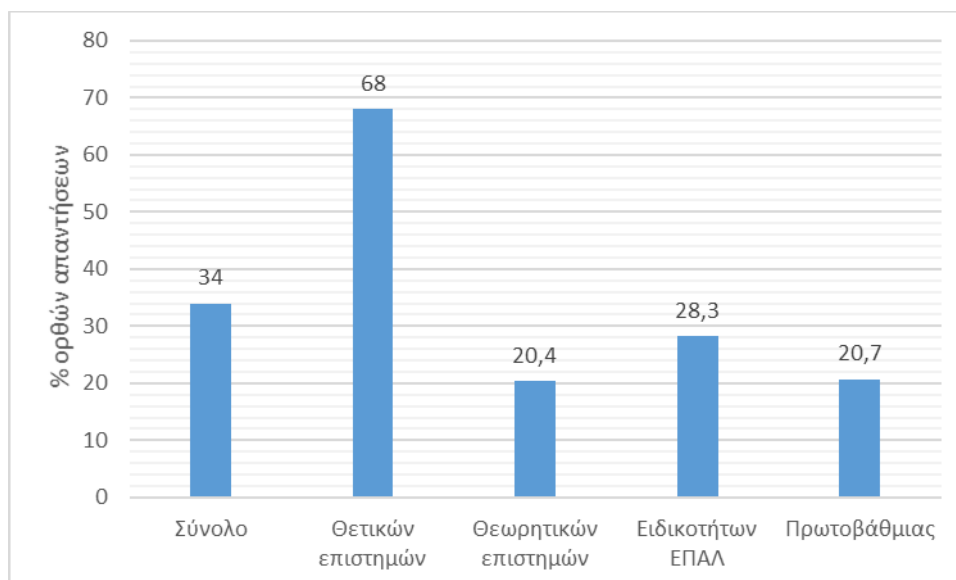
Ο Van Heuvelen σε έρευνα με φοιτητές πανεπιστημιακών τμημάτων τεχνολογικής

κατεύθυνσης μετά τη διδασκαλία της μηχανικής σημειώνει ότι 60% των φοιτητών αναφέρονται στην ιδέα μιας κεκτημένης δύναμης προς τη κατεύθυνση της κίνησης, (Van Heuvelen 1991a)

Οι τρεις επόμενες ερωτήσεις αναφέρονται στο νόμο Δράσης – Αντίδρασης.

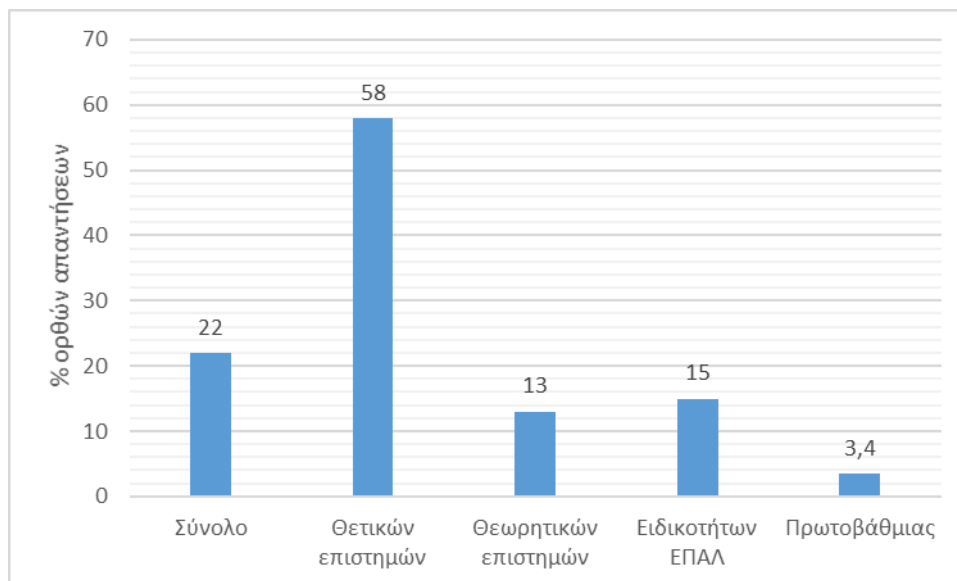
Στην Ερώτηση 2: «Όταν ένα φορτηγό σπρώχνει και αρχίζει να κινεί ένα μικρό ακινητοποιημένο αυτοκίνητο κάθε όχημα ασκεί μια δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη», απαντούν ορθά 34% των εκπαιδευτικών, σε αυτούς συμπεριλαμβάνεται το 68% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Πολλοί είναι οι εκπαιδευτικοί που ακολουθούν την αρχή της κυριαρχίας (Halloun&Hestenes 1985b) και ισχυρίζονται ότι το φορτηγό (αντικείμενο με τη μεγαλύτερη μάζα) ασκεί τη μεγαλύτερη δύναμη.

Στο γράφημα 3 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 2, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



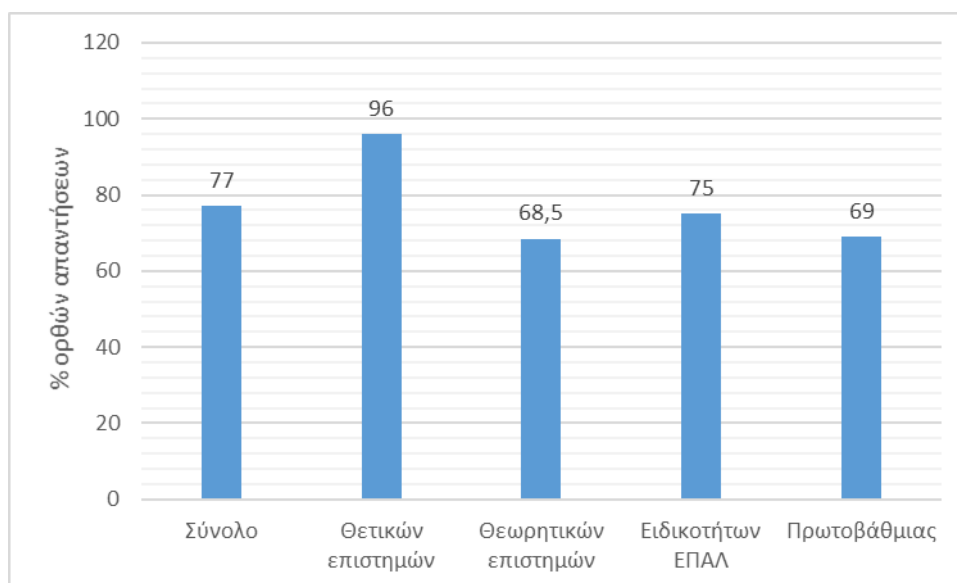
Γράφημα 3: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

Στην Ερώτηση 3: «Μπορούμε να περπατάμε διότι μας σπρώχνει το έδαφος προς τα εμπρός», απαντούν ορθά 22% των εκπαιδευτικών, σε αυτούς συμπεριλαμβάνεται το 58% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Στο γράφημα 4 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 3, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 4: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

Στην Ερώτηση 4: «Χτυπώ το χέρι μου στο τραπέζι και πονάω διότι το τραπέζι άσκησε δύναμη σε μένα», απαντούν ορθά 77% των συμμετεχόντων. Σε αυτή την ερώτηση απαντούν ορθά το 96% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Στο γράφημα 5 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων για την ερώτηση 4, στο σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



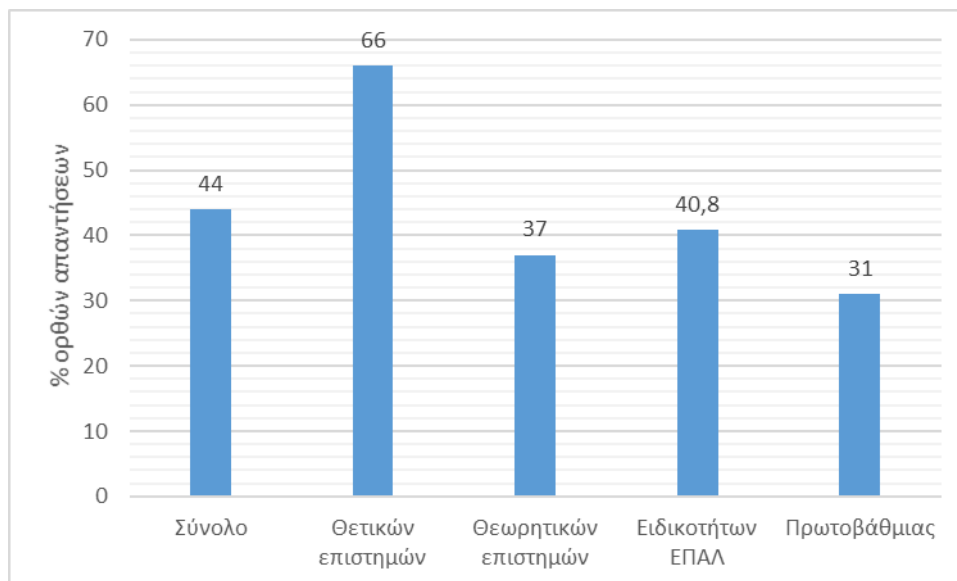
Γράφημα 5: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

Ο Thornton επισημαίνει ότι η περιγραφόμενη από το πρόβλημα κατάσταση είναι δυνατό μερικές φορές να αλλάξει την αντιμετώπισή της, “στη μελέτη της συσχέτισης της δύναμης με την κίνηση η περιγραφόμενη από το πρόβλημα κατάσταση είναι δυνατό μερικές φορές να αλλάξει τη δύναμη που απαιτείται για τη συγκεκριμένη κίνηση” (Thornton, 1997). Παρόμοια περίπτωση εμφανίζεται στην έρευνα των Ευαγγελοπούλου & Μίχα για την τριβή, όπου

θεωρείται η τριβή ολίσθησης μεγαλύτερη όταν ένα σώμα ανεβαίνει στο κεκλιμένο επίπεδο, διότι δυσκολεύει η κίνησή του, και μικρότερη όταν κατεβαίνει στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο (Ευαγγελοπούλου & Μίχας, 2011).

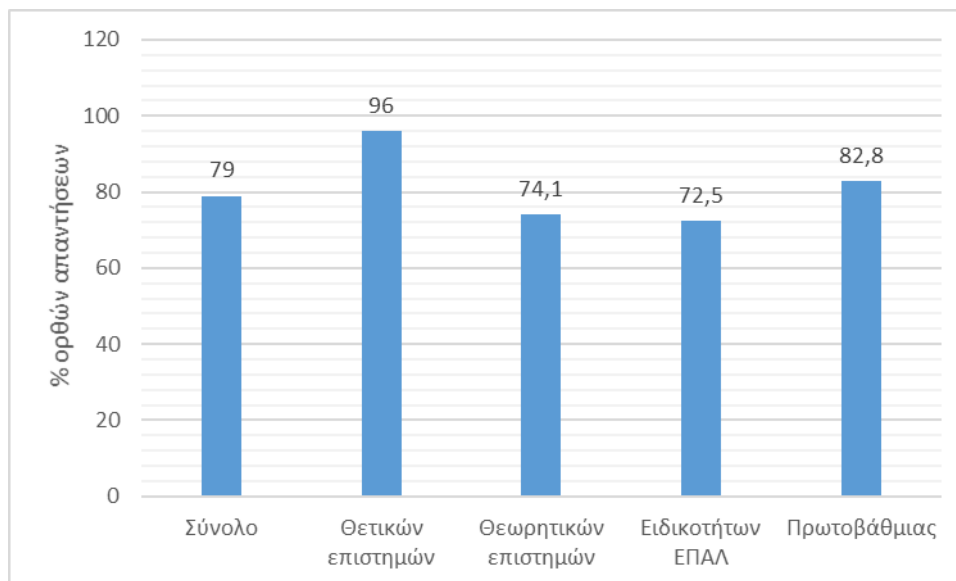
Στις ερωτήσεις 3 και 4 τίθεται και ο παράγοντας έμψυχο και άψυχο σώμα. Οι απαντήσεις και στις δύο δίνονται από τη πλειοψηφία των ερωτηθέντων με βάση τη βιωματική τους εμπειρία και όχι τον τρίτο νόμο του Newton. Τα άψυχα, όπως το τραπέζι, μπορεί να προκαλέσουν πόνο κατά την πρόσκρουση του χεριού μας (βιωματικά αποδεδειγμένο) όχι όμως και την κίνηση στη διαδικασία του βαδίσματος. Η πολυσύνθετη διαδικασία του βαδίσματος αποδίδεται στις προσωπικές μυϊκές ικανότητες προσφέροντας εναλλακτικές αιτιάσεις για το φαινόμενο, έτσι η αποδοχή της ώθησης από το άψυχο έδαφος σαν αιτία του βαδίσματος είναι μικρή σε αντίθεση με την απλή διαδικασία της κρούσης του χεριού στο τραπέζι όπου αισθάνονται τις συνέπειες από το χτύπημα.

Οι ερωτήσεις 5 και 6 αναφέρονται στο νόμο της αδράνειας. Στην ερώτηση 5: «Ένα αεροπλάνο πετάει ευθύγραμμο και οριζόντια με σταθερή ταχύτητα. Η τιμή της οριζόντιας δύναμης του κινητήρα, που το σπρώχνει προς τα εμπρός, είναι ίση με την αντίσταση του αέρα που δρα προς την αντίθετη κατεύθυνση», απαντούν ορθά 44% των εκπαιδευτικών, σε αυτούς περιλαμβάνονται το 66% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Στο γράφημα 6 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 5, για το σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 6: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

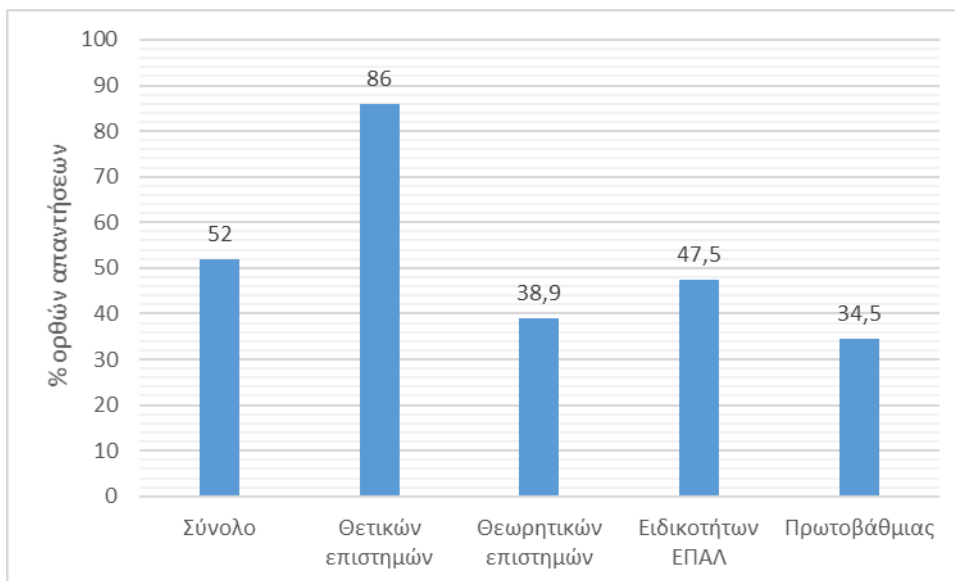
Στην Ερώτηση 6: «Δεν χρειάζεται να σπρώχνω ένα έλκνητρο για να συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα σε οριζόντια επίπεδη επιφάνεια παγωμένης λίμνης χωρίς τριβές και αντιστάσεις», απαντούν ορθά 79% των εκπαιδευτικών, σε αυτούς περιλαμβάνονται το 96% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Στο γράφημα 7 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 6, για το σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 7: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

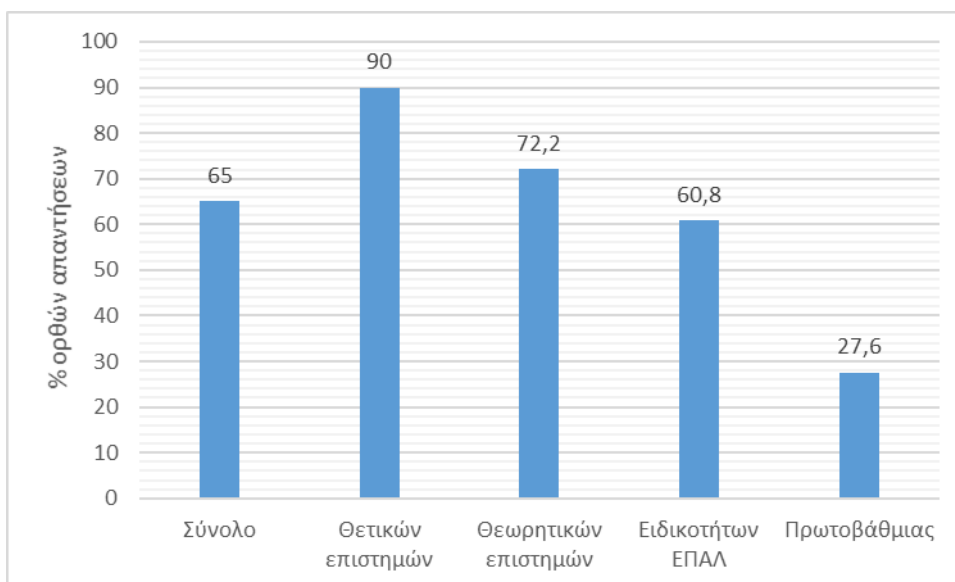
Η αναλογία της ταχύτητας με την ασκούμενη δύναμη διαπιστώνεται σε έρευνες με σπουδαστές δευτεροβάθμιας, τριτοβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και με εκπαιδευτικούς (Sequeira&Leite, 1991; Mohapatra&Bhattacharyya, 1989; Osborne, 1984; Viennot, 1979). Στην έρευνα των Mohapatra&Bhattacharyya το 75% των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης θεωρεί απαραίτητη την άσκηση δύναμης στην ίδια κατεύθυνση με τη κίνηση και μάλιστα με μέτρο ανάλογο με την ταχύτητα του σώματος, (Mohapatra&Bhattacharyya, 1989).

Οι Ερωτήσεις 7: «Αν σπρώχνουμε ένα έλκθηρο σε οριζόντια επίπεδη επιφάνεια παγωμένης λίμνης χωρίς τριβές και αντιστάσεις με σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση που κινείται, θα αποκτήσει σταθερή ταχύτητα μεγαλύτερη από την αρχική» και 8: «Αν σπρώχνουμε ένα έλκθηρο σε οριζόντια επίπεδη επιφάνεια παγωμένης λίμνης χωρίς τριβές και αντιστάσεις με σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση που κινείται, η ταχύτητά του θα αυξάνεται συνεχώς με σταθερό ρυθμό» αναφέρονται στο δεύτερο νόμο του Newton. Στην 7 απαντούν ορθά 52% των εκπαιδευτικών, σε αυτούς περιλαμβάνονται το 86% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Στο γράφημα 8 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 7, για το σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 8: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

Στην ερώτηση 8 απαντούν ορθά 65% των εκπαιδευτικών με τη συμμετοχή του 90% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Το ποσοστό των ορθών απαντήσεων είναι αυξημένο στην 8 διότι η διατύπωση της δεν έρχεται άμεσα σε αντίθεση με την εναλλακτική ιδέα της αναλογίας της ταχύτητας με τη δύναμη. Στο γράφημα 9 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 8, για το σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.

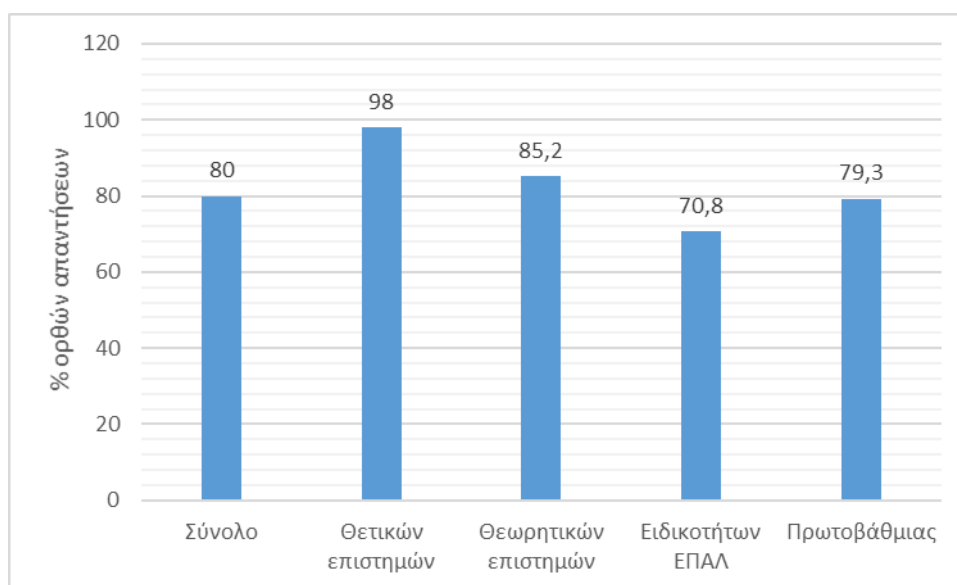


Γράφημα 9: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

Τα αποτελέσματα στις ερωτήσεις που αναφέρονται στο δεύτερο νόμο του Newton συμβαδίζουν με τα συμπεράσματα διεθνών ερευνών όπου η ταχύτητα του σώματος θεωρείται ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται σε αυτό, επομένως τα σώματα κινούνται με σταθερή ταχύτητα όταν δέχονται την επίδραση σταθερής δύναμης και τα σώματα

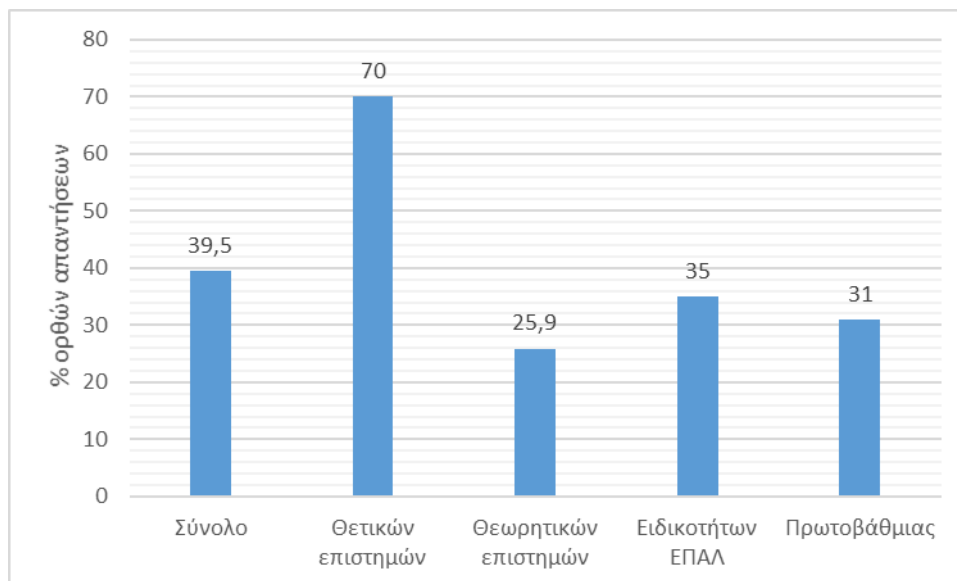
επιταχύνονται μόνο με την επίδραση δυνάμεων αυξανόμενου μέτρου, (Thornton, 1997; Champagneetal. 1980; Viennot, 1979). Μεγάλο είναι το ποσοστό των φοιτητών που συγχέουν τις έννοιες επιτάχυνση και ταχύτητα το οποίο ακόμη και μετά από τη διδασκαλία παραδοσιακού τύπου στο μάθημα της Εισαγωγικής Φυσικής με χρήση διαφορικού λογισμού φθάνει το 60%, (Thornton&Sokoloff 1990; Halloun&Hestenes, 1985b;).

Οι ερωτήσεις 9 και 10 σχετίζονται με τις έννοιες του βάρους και της μάζας οι οποίες χρησιμοποιούνται πολύ συχνά και αδιάκριτα στην καθημερινότητα. Στην 9: «Το βάρος ενός σώματος είναι η μάζα του σώματος», απαντούν ορθά 80% των εκπαιδευτικών με τη συμμετοχή του 98% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών στις ορθές. Στο γράφημα 10 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 9, για το σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 10: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

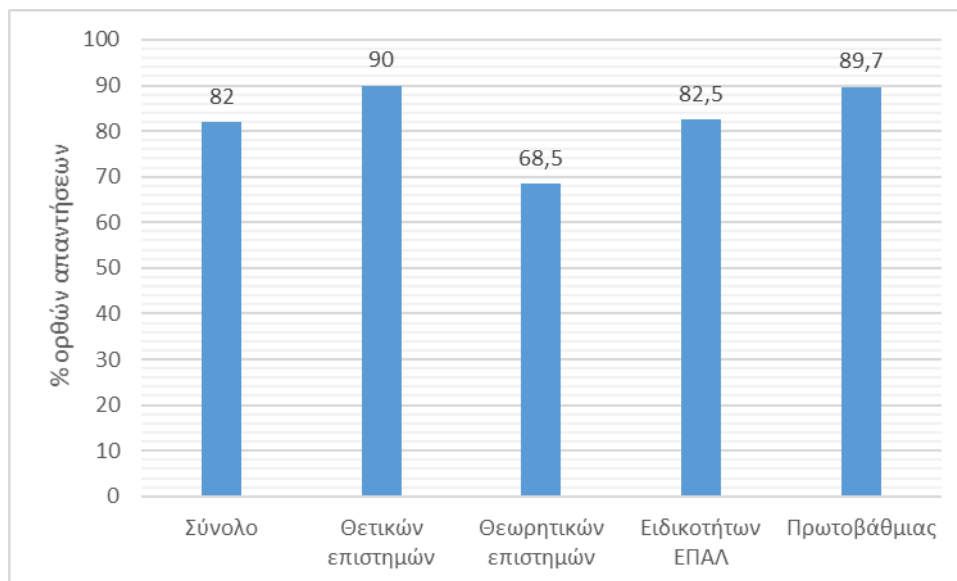
Στην ερώτηση 10: «Όταν είσαι μέσα στη θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα στο νερό, το βάρος της πέτρας παραμένει το ίδιο», απαντούν ορθά 39,5%, σε αυτούς περιλαμβάνονται το 70% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Παρατηρείται μεγάλη διαφορά στα ποσοστά ορθών απαντήσεων στις δύο ερωτήσεις που αποδίδεται στην ευκολία της ανύψωσης της πέτρας στο νερό, την ταύτιση του βάρους με την ευκολία, και την παράλειψη της άνωσης ως δύναμη. Στο γράφημα 11 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 10, για το σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 11: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

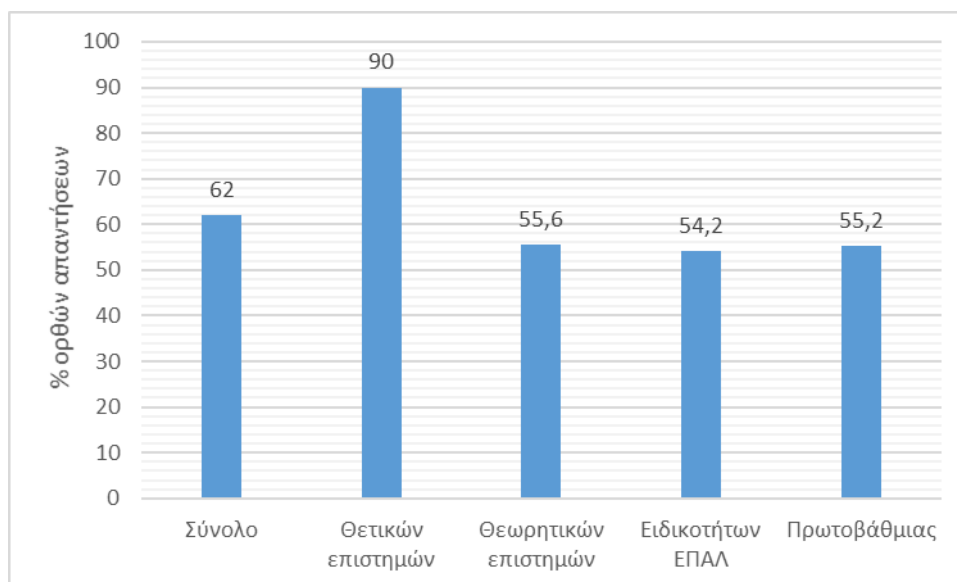
Στην έρευνα του Κώτση, με εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης το ποσοστό ορθών απαντήσεων στην ίδια ερώτηση: «Όταν είσαι στη θάλασσα και σηκώνεις μια πέτρα μέσα από το νερό, το βάρος της πέτρας είναι: α) Μεγαλύτερο στο νερό β) Μικρότερο στα νερό γ) Το ίδιο», ανέρχεται στο 53% (Κώτσης 2011).

Οι ερωτήσεις 11: «Δύο αρσιβαρίστες σηκώνουν το ίδιο βάρος. Ο ψηλότερος ξοδεύει τη μεγαλύτερη ενέργεια» και 12: «Μια γλάστρα βρίσκεται στο μπαλκόνι του σπιτιού σας και μια δεύτερη πέφτει από το μπαλκόνι σας. Και οι δύο γλάστρες θα έχουν ενέργεια.», αναφέρονται στην έννοια της ενέργειας. Στην 11 το 82% απαντούν ορθά σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται και το 90% των εκπαιδευτικών θετικών επιστημών. Τα αντίστοιχα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην έρευνα του Κώτση στην ίδια ερώτηση: «Δύο αρσιβαρίστες σηκώνουν το ίδιο βάρος. Ποιος ξοδεύει μεγαλύτερη ενέργεια; α) Αυτός που είναι πιο ψηλός β) Αυτός που είναι πιο κοντός γ) Το ίδιο και οι δύο» ήταν χαμηλότερα του 62% για τους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας (Κώτσης 2011). Στο γράφημα 12 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 11, για το σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 12: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

Στην 12 το 62% των εκπαιδευτικών απαντούν ορθά. Το ποσοστό ορθών απαντήσεων για τους εκπαιδευτικούς θετικών επιστημών είναι 90% και στην τελευταία ερώτηση. Η γλάστρα που πέφτει έχει εμφανώς ενέργεια για τους περισσότερους λόγω της κίνησης ενώ αυτή που βρίσκεται στο μπαλκόνι θα αποκτήσει μόνο αν τη σπρώξει κάποιος και πέσει. Στο γράφημα 13 παριστάνονται τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 12, για το σύνολο των εκπαιδευτικών καθώς και για κάθε ομάδα εκπαιδευτικών κλάδων.



Γράφημα 13: % ποσοστά ορθών απαντήσεων για κάθε ομάδα

Η αδυναμία διαχείρισης της βαρυστατικής δυναμικής ενέργειας και των μετατροπών της καθώς και της διατήρησης της ενέργειας καταγράφεται σε διεθνείς έρευνες (Schaffer, etal. 2009; Hobson 2004). Σε έρευνα του Κώτση, σε ερώτηση με παρόμοια διατύπωση: «Σε μια πορτοκαλιά ένα πορτοκάλι είναι πάνω στο δέντρο κι ένα άλλο πέφτει. Ποιο από τα δύο

πορτοκάλια έχει ενέργεια; Α) Αυτό που πέφτει β) Αυτό που είναι στο δέντρο γ) Και τα δύο», σημειώνουμε παραπλήσιο ποσοστό ορθών απαντήσεων, 48,7%, στους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας, (Κώτσης 2011).

3. Συμπεράσματα

Οι επιδόσεις των εκπαιδευτικών βρίσκονται κοντά στα υψηλά των μέσων όρων των διεθνών ερευνών με τη συμμετοχή εκπαιδευτικών και φοιτητών από σχολές με προσανατολισμό την εκπαίδευση. Τα χαμηλότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων τόσο στο σύνολο όσο και στις επιμέρους κατηγορίες των εκπαιδευτικών καταγράφονται στην προσέγγιση του νόμου δράσης – αντίδρασης. Οι απαντήσεις γενικότερα επηρεάζονται από την περιγραφή της κατάστασης και τις διαισθητικές εμπειρίες της καθημερινότητας με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να λειτουργούν βασιζόμενοι στο αποτέλεσμα των δράσεων και όχι στην έννοια ή το φυσικό νόμο. Η μεταβολή στα ποσοστά των ορθών απαντήσεων σε ερωτήσεις που αφορούν την ίδια έννοια ή νόμο μας οδηγεί στην εδραίωση της εντύπωσης ότι η επεξεργασία του προβλήματος σε αρκετές περιπτώσεις γίνεται με βάση δευτερεύοντα στοιχεία από την εκφώνηση της ερώτησης καθώς και παρωθήσεις από τις καθημερινές εμπειρίες, οι οποίες πιθανόν να μη σχετίζονται με το υπό εξέταση φαινόμενο το νόμο ή την έννοια που αυτή διαπραγματεύεται. Σε διεθνείς έρευνες με μαθητές και σπουδαστές αναφέρεται η ίδια επισήμανση για τη μεταβολή των ποσοστών των ορθών απαντήσεων στον ίδιο νόμο ή έννοια ανάλογα με την περιγραφή της κατάστασης στην εκφώνηση (Καράογλου&Κώτσης 2013; Κώτσης 2011; Thornton 1997; Summers 1992).

Η ανάδειξη παρόμοιων εναλλακτικών αντιλήψεων σε μεγάλο φάσμα εκπαιδευτικών κλάδων που δεν χρησιμοποιούν στοιχεία της φυσικής στη διδασκαλία των αντικειμένων τους (εκπαιδευτικοί θεωρητικών επιστημών) είτε χρησιμοποιούν στοιχεία από τη φυσική στη διδασκαλία των αντικειμένων τους (ειδικότητες επαγγελματικών Λυκείων) ή ακόμη διδάσκουν φυσικές επιστήμες (εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και εκπαιδευτικοί θετικών επιστημών) τονίζει την ανάγκη για την αναθεώρηση των διδακτικών προσεγγίσεων. Διδακταλίες προσαρμοσμένες στην αναθεώρηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών θα προσφέρουν και στον εκπαιδευτικό την ευκαιρία να αναδιοργανώσει και πολλές φορές να τροποποιήσει τις προσωπικές του αντιλήψεις.

4. Βιβλιογραφικές Αναφορές

American Association for Advancement of Science (AAAS, 1993), Benchmarks for science literacy. Project 2061. New York, NY: Oxford University Press.

American Association for Advancement of Science (AAAS, 2009), Benchmarks for science literacy. Project 2061. <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php>

Bayraktar, S., (2009), Misconceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion, *International Journal of Science and mathematical Education*, 7(2), 273-291.

- Bernhard, J., (2000). Improving engineering physics teaching-learning from physics education research, Invited talk to be presented at PTE2000 “Physics Teaching in Engineering Education”. Budapest 13-17 June 2000
- Carson, R. & Rowlands, S.: 2005, ‘Mechanics as the Logical point of Entry for the Enculturation in Scientific Thinking’, *Science & Education*, 14(3-5)
- Champagne, A. B., Klopfer, L. E., Anderson, J. H. (1980), Factors influencing the learning of classical mechanics, *American Journal of Physics*, 48(12), 1074-1079
- Cochran, K., Jones, L. (1998). The Subject Matter Knowledge of Preservice Science Teachers. *International Handbook of Science Education*, B.J. Fraser and K.G. Tobin (eds), Kluwer Academic Publishers, Great Britain, 707-718
- Dahl, J., Anderson, S., Limbarkin, J., (2004). Digging into Earth Science: Alternative conceptions held by K-12 teachers. <http://newton.bhsu.edu/eps/dahletal2004v2.pdf>
- Gilbert K. , Osborne J. , Fenham J. (1982), Children’s science and its consequences for teaching, *Science Education*, 66
- Ginns, I., & Watters, J., (1995). An Analysis of Scientific Understandings of Preservice Elementary Teacher Education Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2), 205-222
- Halloun I. (2006), Inventories of Basic Conceptions, www.Halloun.net
- Halloun I., (1998). Schematic concept for schematic models of the real world: the Newtonian concepts of force, *Science Education*. 82 (2), 239-263
- Halloun I. & Hestenes D. (1985b), Common sense concepts about motion, *American Journal of Physics* 53(11), 1056-1065
- Hobson, A., (2004). “Energy flow diagrams”, *The physics Teacher*, 42(2) 113-117
- Mellado, V. (1997). Preservice Teachers' Classroom Practice and Their Conceptions of Nature of Science, *Science and Education* 6, 331-354
- Mohapatra J. K., & Bhattacharyya, S., (1989). Pupils, teachers, induced incorrect generalization and the concept of “force”, *International Journal of Science Education*, 11, 429-436
- Novak, JD. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or appropriate propositional hierarchies (liphs) leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86 (4), 548-571
- Osborne, R. (1984), Children’s dynamics, *The Physics Teacher*, 22(8), 504-508
- Pardhan, Z. & Bano, T. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct-currents, *International Journal of Science Education*, 23 (3), 301-317
- Sequeira, M. & Leite, L. (1991), Alternative conceptions and history of science in physics teacher education, *Science Education*, 75(1), 45-56

- Schaffer P. S., Heron P. R. L., Lindsey B. A., (2009) “Student ability to apply the concepts of work and energy to extended systems”, *American Journal of Physics*, 77 (11)
- Schoon, K., & Boon, W., (1998), Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers, *Science Education*, Volume 82, (5), 553-568
- Summers, M. K., (1992). Improving primary school teachers’ understanding of science concepts-theory into practice, *International Journal of Science Education*, 14, 25-40
- Taber, K. S., & Tan, K. C. D., (2010), The Insidious Nature of “Hard-Core” Alternative Conceptions: Implications for the constructivist research programme of patterns in high school students and pre-service teachers’ thinking about ionisation energy, *International Journal of Science Education*, 33, 259-297.
- Thornton, R. & Sokoloff, D., (1998), Assessing student learning of Newton’s laws: The force and motion conceptual evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture, *American Journal of Physics*, 66(4) 338-352
- Thornton, R.K. (1997), Conceptual Dynamics : Following changing student views of force and motion, in E.F. Redish and J.S. Rigden (eds), *Thinking physics for teaching*, Proceedings of ICUPE, 399, 241, New York, American Institute of Physics
- Thornton R. & Sokoloff, D. (1990), Learning motion concepts using real-time microcomputer –based tools, *American Journal of Physics*, 58, 858-867
- Van Driel J. H., Beijaard D, & Verloop N. (2001), Professional development and reform in science education: the role of teachers’ practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158
- Van Heuvelen A., (1991a). Learning to think like a physicist: A review of research-based instructional strategies, *American Journal of Physics*, 59
- Viennot L. (1979), Spontaneous reasoning in elementary dynamics, *European Journal Science Education* 1(2) 205-221
- Arons, A. (1992). Οδηγός Διδασκαλίας Φυσικής. Εκδόσεις Τροχαλία. Αθήνα
- Ευαγγελοπούλου, Α., & Μίχας, Π., (2011). Αντιλήψεις των μαθητών της Α΄ Λυκείου για την τριβή και τους νόμους της. Πρόταση για διδακτική παρέμβαση σ’ ένα συνεργατικό και εποικοδομητικό περιβάλλον μάθησης. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών. Αλεξανδρούπολη τόμος β 447-457
- Καράογλου Γ., & Κώτσης Κ. (2013). Διερεύνηση της συνέπειας εφαρμογής των αντιλήψεων των μαθητών Λυκείου σε έννοιες της μηχανικής. Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, 6(1-2), 37-48.
<http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete>
- Καρανίκας, Ι. (1996). Μελέτη των προβλημάτων της διδασκαλίας των θερμικών φαινομένων. Πρόταση για εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και στη μάθηση των

θερμικών φαινομένων στους 4ετείς φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε. Διδακτορική διατριβή, Π. Τ. Δ. Ε, του Ε. Κ. Π. Αθηνών.

- Κόκκοτας Π. (1998). Διδακτική των φυσικών επιστημών. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Αντικείμενο και Αναγκαιότητα, Στο Bliss J., Cooper G., Κολιόπουλος Δ., Κουλαϊδής Β., Ραβάνης Κ., Solomon J., Τσατσαρώνη Α., Χατζηνικήτα Β., Χρηστίδου Β., Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, (τόμος Α, σελ. 25-50), Ε. Α. Π., Πάτρα
- Κώτσης, Κ. Θ., (2013). Εμπειρική Έρευνα στη Διαχρονική Φύση των Εναλλακτικών Ιδεών σε Έννοιες της Φυσικής. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 41-65 Βόλος
- Κώτσης, Κ. (2011) “Έρευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της φυσικής” Ιωάννινα
- Κώτσης, Κ. &Κοτσίνας, Γ. (2011α) Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για το ορατό φως. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση 533-542. Αλεξανδρούπολη
- Κώτσης, Κ. &Κοτσίνας, Γ. (2011β) Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σε έννοιες της θερμότητας. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση 542-551. Αλεξανδρούπολη
- Κώτσης, Κ. &Κοτσίνας, Γ. (2011γ) Κοινές Αντιλήψεις Μαθητών Β΄ Λυκείου και Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σε έννοιες του ηλεκτρισμού. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση 551-561. Αλεξανδρούπολη
- Κώτσης, Κ. Θ., και Στύλος, Γ., (2007). Συγκριτική Μελέτη των Αντιλήψεων 1ετών και 2ετών φοιτητών του τμήματος Φυσικής σχετικά με τις έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής, Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνέδριου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση « Οι πολλαπλές Προσεγγίσεις της Διδασκαλίας και της Μάθησης των Φυσικών Επιστημών» 487-494
- Κώτσης, Κ. Θ., (2002). Κοινά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. για τις δυνάμεις του βάρους, της τριβής, της άνωσης των υγρών και της αντίστασης του αέρα. Θέματα στην Εκπαίδευση, 3:2-3, 201-211
- Μολοχίδης, Α. (2005). Ανάπτυξη Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς για την Αυτοεπιμόρφωση των Εκπαιδευτικών σε φαινόμενα και Έννοιες των Ρευστών. Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ.