

Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

Τόμ. 8, Αρ. 3 (2015)



Διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των πρωτοετών φοιτητών της Ιατρικής Σχολής για την έννοια της δύναμης

Χριστίνα Κωσταρά, Κωνσταντίνος Κώτσης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Κωσταρά Χ., & Κώτσης Κ. (2015). Διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των πρωτοετών φοιτητών της Ιατρικής Σχολής για την έννοια της δύναμης. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 8(3), 185–200. ανακτήθηκε από <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/thete/article/view/44465>

Διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των πρωτοετών φοιτητών της Ιατρικής Σχολής για την έννοια της δύναμης

Χριστίνα Κωσταρά, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης
chkostara@uoi.gr, kkotsis@uoi.gr

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σε έννοιες της Φυσικής έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης τα τελευταία χρόνια. Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η καταγραφή των αντιλήψεων των πρωτοετών φοιτητών της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σε έννοιες της δύναμης που είχαν διδαχθεί κατά τη διάρκεια της φοίτησής τους στο Γυμνάσιο και το Λύκειο καθώς και η διερεύνηση ενδεχόμενης συσχέτισης των απαντήσεων στα ερωτήματα που τέθηκαν με παραμέτρους όπως το φύλο, η επίδοση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες Εξετάσεις και το ενδιαφέρον για το μάθημα της Φυσικής. Στην μελέτη συμμετείχαν 316 πρωτοετείς φοιτητές της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ερωτηματολογίου κλειστού τύπου. Από τα αποτελέσματα της μελέτης συμπεραίνουμε την επικράτηση σε μεγάλο βαθμό των εναλλακτικών ιδεών στους αριστούχους μαθητές.

Λέξεις κλειδιά: εναλλακτικές ιδέες, δυνάμεις, φοιτητές, παρανοήσεις

Εισαγωγή

Με τον όρο εναλλακτικές ιδέες ή αντιλήψεις ή παρανοήσεις (*alternative conceptions, preconceptions, misconceptions*) εννοούμε τις απόψεις που έχουν διαμορφώσει οι μαθητές πριν καν φοιτήσουν στο σχολείο (Osborne & Gilbert, 1980). Τις αντιλήψεις αυτές τις χρησιμοποιούν για να ερμηνεύσουν αυτό το οποίο αντιλαμβάνονται ότι συμβαίνει γύρω τους (Κώτσης, 2011). Η ύπαρξη τους είναι αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων που έχουν με το περιβάλλον (κοινωνικό, τεχνολογικό, πολιτιστικό). Μπορεί επίσης να προέρχονται από την επίδραση από τα μέσα επικοινωνίας, από τις συζητήσεις με άλλους μαθητές, από τα σχολικά εγχειρίδια ακόμη και από τη διδασκαλία (Κώτσης, 2011). Πολλές φορές οι αρχικές προσωπικές ιδέες των μαθητών διατηρούνται παράλληλα με τις επιστημονικές απόψεις που διδάσκονται στο πλαίσιο της διδασκαλίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζεται η διαδικασία της μάθησης σε μεγάλο βαθμό, καθώς οι μαθητές τις χρησιμοποιούν προκειμένου να κατανοήσουν αυτά που βλέπουν και ακούνε, και μέσω αυτών ερμηνεύουν τις νέες γνώσεις που αποκτούν (Κώτσης, 2011).

Εκτεταμένες ερευνητικές μελέτες από Έλληνες και ξένους ερευνητές έχουν πραγματοποιηθεί στο αντικείμενο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών με απώτερο σκοπό την καταγραφή και κατηγοριοποίηση των εναλλακτικών ιδεών και αντιλήψεων των μαθητών, φοιτητών και καθηγητών σε μια πληθώρα εννοιών της Φυσικής όπως η ενέργεια, η βαρύτητα, οι δυνάμεις καθώς και την ανίχνευση της απόστασής τους από τις καθιερωμένες επιστημονικές αντιλήψεις (Bayraktar, 2009· Driver et al., 2000· Itza-Ortiz, Rebello & Zollman, 2004· Minstrell, 1982· Jimoyiannis & Komis, 2003· Καριώτογλου, Κουνατίδης & Καρνέζου 2004· Κώτσης, 2004; Κώτσης, 2005· Κώτσης & Αναγνωστόπουλος, 2006· Στύλος & Κώτσης, 2009· Σολομωνίδου & Σταυρίδου, 1993· Στύλος, Ευαγγελάκης & Κώτσης 2007). Οι ιδέες των παιδιών και όχι μόνο, για τις δυνάμεις παρουσιάζουν ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον. Οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι η ηρεμία είναι μια φυσική κατάσταση στην

οποία η ταχύτητα του σώματος είναι ίση με το μηδέν. Όταν ένα βιβλίο είναι σε ακινησία, οι μαθητές θεωρούν πως η πίεση του αέρα ή η βαρύτητα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία ή το τραπέζι παρεμβάλλεται και εμποδίζει το βιβλίο να πέσει (Minstrell, 1982). Από την άλλη πλευρά, όταν υπάρχει κίνηση, οι μαθητές πιστεύουν πως υπάρχει μια δύναμη που ενεργεί ή πιο συγκεκριμένα μια δύναμη που ενεργεί κατά την κατεύθυνση της κίνησης του αντικειμένου (Καράογλου, Κώσης, & Ρίζος, 2010). Η παραπάνω αντίληψη διαπιστώθηκε σε δείγμα 150 πρωτοετών φοιτητών από τον Clement (1982) όσο και σε φοιτητές που είχαν σπουδάσει Φυσική (Caramazza, McCloskey & Green, 1981). Ο Osborne, σε μια μελέτη με 200 μαθητές ηλικίας 13, 14 και 15 ετών, σημειώνει αυξημένη επικράτηση της αντίληψης πως «υπάρχει κίνηση εφόσον υπάρχει δύναμη που ενεργεί», σε ποσοστό 46%, 53% και 66% των παιδιών αντίστοιχα (1985).

Πολλές μελέτες έχουν επιβεβαιώσει πως οι μαθητές πιστεύουν ότι η δύναμη είναι ιδιότητα ενός μεμονωμένου αντικειμένου και πως η ύπαρξη της αντίδρασης γενικά δεν είναι τόσο αποδεκτή. Η μελέτη των Sjöberg & Lie (1981) σε 1000 Νορβηγούς μαθητές επιβεβαιώνει την αντίληψη αυτή. Ο Minstrell (1982) μελετώντας τις ιδέες 55 μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τις δυνάμεις που ασκούνται όταν ένα βιβλίο βρίσκεται πάνω σε ένα τραπέζι, διαπίστωσε πως μόνο 12 από μια ομάδα 27 μαθητών θεώρησαν ότι το τραπέζι ασκεί μια κατακόρυφη δύναμη προς τα πάνω. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι κατακόρυφης δύναμης από το τραπέζι στο βιβλίο (αντίδραση) παρόλα αυτά πίστευαν πως η κατακόρυφη δύναμη από το βιβλίο στο τραπέζι θα είναι σίγουρα μεγαλύτερη από την αντίδραση, «διαφορετικά το βιβλίο θα μπορούσε να κινηθεί μακριά» (Clement, 1982). Οι δυνάμεις όμως σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα αποτελούν χαρακτηριστικό της δράσης μεταξύ αντικειμένων. Έχοντας ως δεδομένο τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στο να αναγνωρίσουν μια δύναμη αντίδρασης, ο Minstrell (1982) πρότεινε ότι πρέπει να παρέχουμε «γέφυρες» ανάμεσα στις ιδέες των παιδιών και τις επιστημονικές αντιλήψεις. Για παράδειγμα οι μαθητές που δεν μπορούν να αναγνωρίσουν τη δύναμη αντίδρασης που ασκεί ένα τραπέζι σε ένα βιβλίο ακουμπισμένο επάνω του, καλούνται να αναλογιστούν ποιες δυνάμεις ασκούνται πάνω σε ένα βιβλίο που βρίσκεται πάνω σε ένα αντικείμενο.

Μεθοδολογία της Έρευνας

Στόχος

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η καταγραφή των αντιλήψεων των πρωτοετών φοιτητών της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σε έννοιες της δύναμης που είχαν διδαχθεί κατά τη διάρκεια της φοίτησής τους στο Γυμνάσιο και το Λύκειο. Διερευνάται η ενδεχόμενη συσχέτιση των απαντήσεων στα ερωτήματα που τέθηκαν με παραμέτρους όπως το φύλο, η επίδοση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελληνίες Εξετάσεις και το ενδιαφέρον για το μάθημα της Φυσικής.

Το Δείγμα

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν συνολικά 316 πρωτοετείς φοιτητές της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων εκ των οποίων οι 169 (53.5%) ήταν αγόρια και οι 147 (46.5%) κορίτσια. Οι φοιτητές, με βάση το ισχύον Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών είχαν παρακολουθήσει προχωρημένα θέματα Φυσικής της Θετικής Κατεύθυνσης τόσο στη Β' όσο και τη Γ' Λυκείου. Το δείγμα της έρευνας απαρτίζουν αριστούχοι μαθητές του εκπαιδευτικού συστήματος καθώς πέτυχαν πολύ υψηλές βαθμολογικές επιδόσεις στις Πανελλαδικές Εξετάσεις για να εισαχθούν στη συγκριμένη σχολή. Η καταγραφή των εναλλακτικών ιδεών σε έννοιες της Φυσικής στην παραπάνω ομάδα παρουσιάζει ενδιαφέρον καθώς παρέχεται η

δυνατότητα διερεύνησης του γεγονότος ότι οι υψηλές βαθμολογικές επιδόσεις στις εξετάσεις συνοδεύεται από κατανόηση σε βάθος των φαινομένων που συμβαίνουν στην καθημερινότητα.

Μέθοδος Συλλογής και Επεξεργασίας των Δεδομένων

Η μέθοδος συλλογής των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε ήταν η δειγματοληπτική έρευνα. Ο δειγματοληπτικός σχεδιασμός ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος είναι κατάλληλος για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης καθώς σκοπός ήταν η διερεύνηση του επιπέδου κατανόησης των εννοιών της δύναμης και η ανάδειξη των ενδεχόμενων εναλλακτικών ιδεών και όχι η παρέμβαση με κάποια πειραματική μελέτη στο δείγμα. Επιπρόσθετα, τα παραπάνω μπορούσαν να εξεταστούν σε μικρό χρονικό διάστημα με τη χορήγηση κατάλληλου ερωτηματολογίου μια μόνο φορά, καθώς δεν εξετάστηκαν οι ενδεχόμενες μεταβολές τους στο χρόνο.

Στους φοιτητές δόθηκε κατάλληλο ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου το οποίο κλήθηκαν να απαντήσουν γραπτός στη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας (Παράρτημα). Οι ερωτήσεις που τέθηκαν είναι συνδεδεμένες με απλά φαινόμενα που συμβαίνουν στην καθημερινή ζωή ώστε οι φοιτητές να βρεθούν αντιμέτωποι με καταστάσεις που δείχνουν ενδεχόμενες παρανοήσεις τους στις δυνάμεις. Στο ερωτηματολόγιο δεν περιλαμβάνονται ερωτήσεις με τις οποίες θα γινόταν στείρος έλεγχος των γνώσεων των φοιτητών που αποκόμισαν κατά τη διάρκεια των χρόνων τους στο Γυμνάσιο και το Λύκειο. Ορισμένες ερωτήσεις έχουν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες έρευνες (Στύλος & Κώτσης 2009· Κώτσης, 2011).

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS 22.00.

Αποτελέσματα

Οι φοιτητές κλήθηκαν να σημειώσουν στο ερωτηματολόγιο τον βαθμό που έγραψαν στο μάθημα της Φυσικής Κατεύθυνσης στις Πανελλαδικές Εξετάσεις. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Διερευνήθηκε το ενδιαφέρον που παρουσιάζουν οι φοιτητές για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής (Πίνακας 2). Μεγάλο ποσοστό φοιτητών έδειξε μέτριο ή μεγάλο ενδιαφέρον, ενώ πολύ μικρότερο είναι το ποσοστό αυτών που δεν έδειξε αρκετό ενδιαφέρον.

Από τις απαντήσεις στην ερώτηση 1 «Ένα βιβλίο που βρίσκεται σε ακινησία πάνω στο τραπέζι οφείλει την ακινησία στο γεγονός ότι...», διαπιστώνεται πως μεγάλο ποσοστό φοιτητών δίνει τη σωστή απάντηση ενώ μικρότερο ποσοστό αυτών δίνουν τρεις διαφορετικές λανθασμένες απαντήσεις (Σχήμα 1).

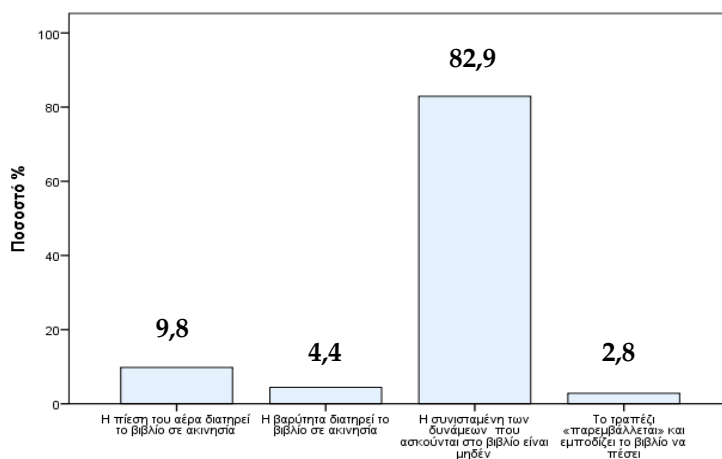
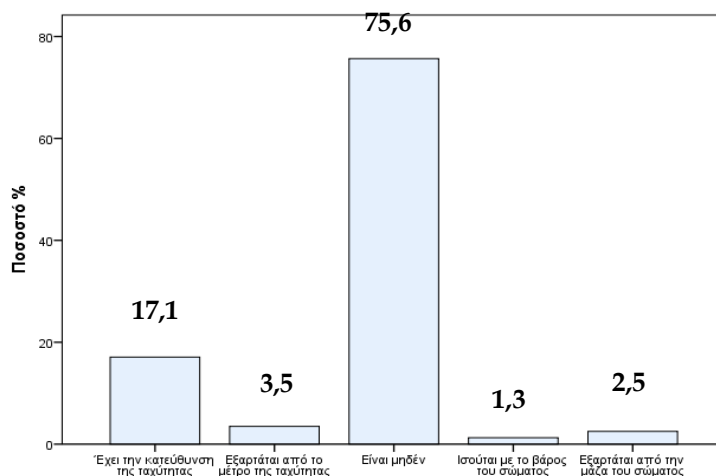
Πίνακας 1. Βαθμολογία στη Φυσική Κατεύθυνσης στις Πανελλαδικές Εξετάσεις

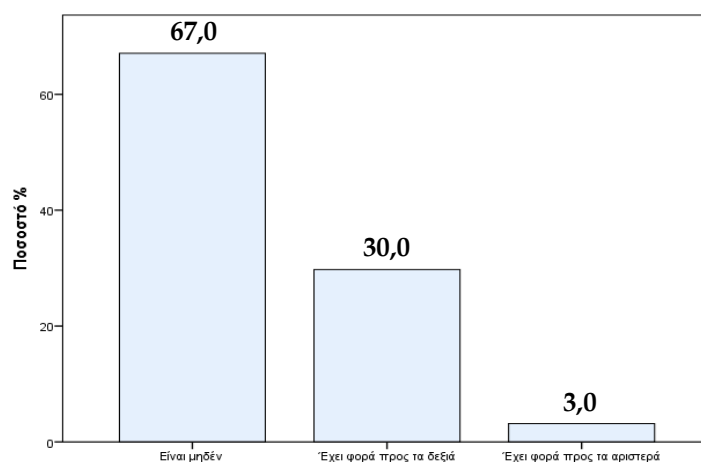
Βαθμολογία	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
19,5-20	107	33,9
19-19,5	104	32,9
18,5-19	39	12,3
18-18,5	34	10,8
0-18	32	10,1
Σύνολο	316	100,0

Πίνακας 2. Ενδιαφέρον για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής

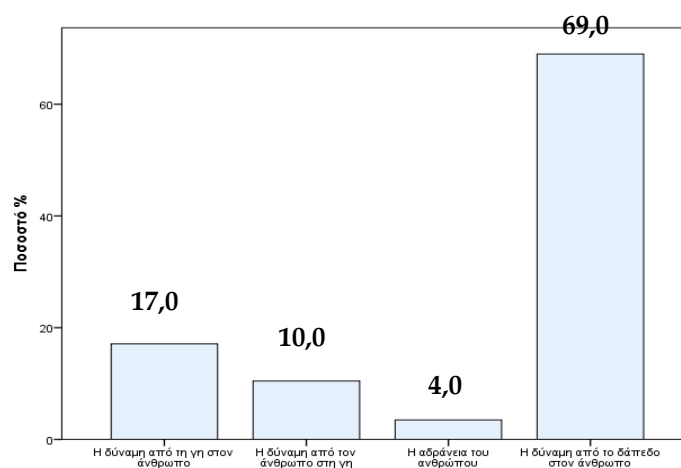
Ενδιαφέρον για τη Φυσική	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Καθόλου	13	4,1
Μέτρια	142	44,9
Αρκετά	42	13,3
Πολύ	116	36,7
Άλλη απάντηση	3	0,9
Σύνολο	316	100,0

Στην ερώτηση 2 «Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με σταθερή ταχύτητα. Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα...», τρεις στους τέσσερεις φοιτητές αναγνωρίζουν πως κατά την κίνηση ενός αυτοκινήτου με σταθερή ταχύτητα η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν, ενώ 1 στους 4 δίνει απάντηση διαφορετική από τη σωστή (Σχήμα 2).

**Σχήμα 1. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 1****Σχήμα 2. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 2**



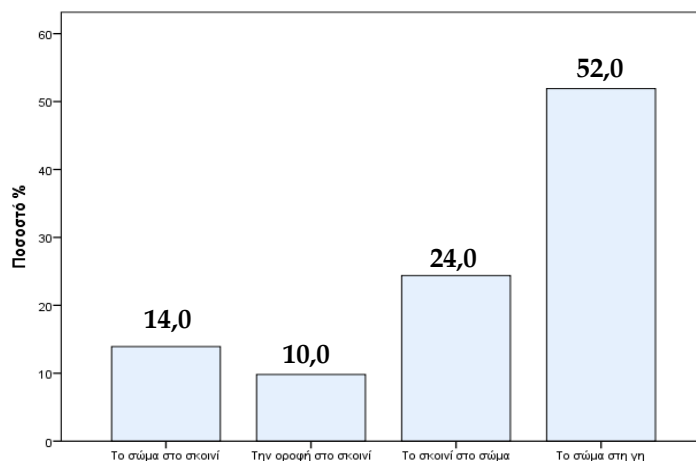
Σχήμα 3. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 3



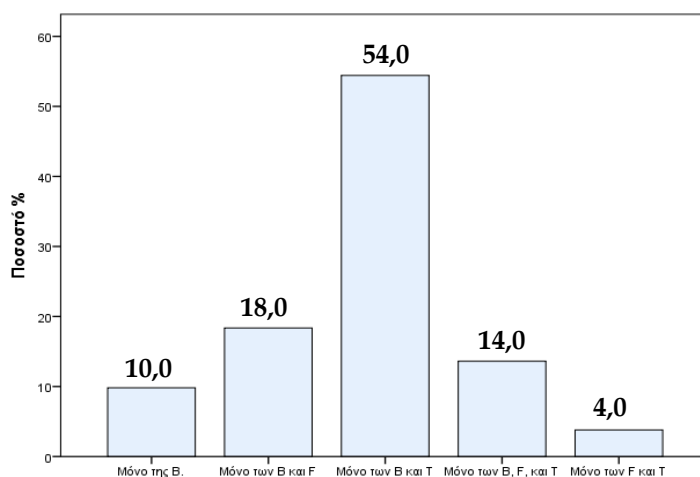
Σχήμα 4. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 4

Η πληροφορία ότι το αυτοκίνητο κατευθύνεται προς τα δεξιά ενώ κινείται με σταθερή ταχύτητα φαίνεται πως μπερδέψε τους φοιτητές και μείωσε το ποσοστό της σωστής απάντησης της ερώτησης 3 «Όταν ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα προς τα δεξιά, τότε η συνισταμένη δύναμη σε αυτό...» (Σχήμα 3). Από τις απαντήσεις των φοιτητών στην ερώτηση 4 «Ένας άνθρωπος ασκεί μια δύναμη F στο δάπεδο. Η αντίδραση αυτής της δύναμης είναι...» διαπιστώνεται πως 3 στους 10 δεν έχουν κατανοήσει πως η αντίδραση της δύναμης αυτής είναι αυτή που ασκείται από το δάπεδο στον άνθρωπο (Σχήμα 4).

Στην ερώτηση 5 «Η αντίδραση του βάρους του σώματος που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα είναι η δύναμη που ασκείται από...» παρατηρούμε ότι μόνο 1 στους 2 φοιτητές έχουν κατανοήσει ότι η αντίδραση του βάρους του σώματος είναι η δύναμη που ασκείται από το σώμα στη Γη (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 5



Σχήμα 6. Κατανομή απαντήσεων φοιτητών στην Ερώτηση 6

Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 6 «Ένα μπαλάκι του γκολφ κινείται στον αέρα όπως δείχνει το σχήμα. Ένας μαθητής υποστηρίζει ότι τρεις δυνάμεις ασκούνται στην μπάλα...» έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς ένας στους δύο φοιτητές γνωρίζουν πως στο μπαλάκι του γκολφ ασκείται μόνο η δύναμη της βαρύτητας και η δύναμη της αντίστασης του αέρα ενώ οι υπόλοιποι δίνουν διαφορετικές απαντήσεις (Σχήμα 6).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διερεύνηση της πιθανής συσχέτισης μεταξύ των απαντήσεων στα ερωτήματα της έρευνας με μεταβλητές όπως το φύλο, η επίδοση στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες Εξετάσεις και το ενδιαφέρον για τη Φυσική. Για την πραγματοποίηση της στατιστικής επεξεργασίας χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο χ^2 test. Με το κριτήριο αυτό καθίσταται δυνατή η διαπίστωση αν υπάρχει σχέση μεταξύ των δυο μεταβλητών κατηγορίας.

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών του φύλου των ερωτηθέντων και των απαντήσεων που υπάρχουν πίσω από τις επιλογές των φοιτητών στα ερωτήματα της έρευνας παρουσιάζονται στους Πίνακες 3 έως 8. Από τις απαντήσεις των φοιτητών διαπιστώνεται πως δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις δυο παραμέτρους που εξετάστηκαν.

Πίνακας 3. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 1» και Φύλο των ερωτηθέντων

Ερώτηση 1	Η πίεση του αέρα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία	Η βαρύτητα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία	Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο βιβλίο είναι μηδέν	Το τραπέζι «παρεμβάλλεται» και εμποδίζει το βιβλίο να πέσει
Αγόρι	22	10	130	7
Κορίτσι	9	3	132	3
Σύνολο	31	13	262	10

Chi-Square=9,752, df=4, p=0.185

Πίνακας 4. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 2» και Φύλο των ερωτηθέντων

Ερώτηση 2	Έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας	Εξαρτάται από το μέτρο της ταχύτητας	Είναι μηδέν	Ισούται με το βάρος του σώματος	Εξαρτάται από την μάζα του σώματος
Αγόρι	21	5	134	3	6
Κορίτσι	33	6	105	1	2
Σύνολο	54	11	239	4	8

Chi-Square=7,782, df=4, p=0.100

Πίνακας 5. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 3» και Φύλο των ερωτηθέντων

Ερώτηση 3	Είναι μηδέν	Έχει φορά προς τα δεξιά	Έχει φορά προς τα αριστερά
Αγόρι	110	56	3
Κορίτσι	102	38	7
Σύνολο	212	94	10

Chi-Square=3,836, df=2, p=0.147

Πίνακας 6. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 4» και Φύλο των ερωτηθέντων

Ερώτηση 4	Η δύναμη από τη γη στον άνθρωπο	Η δύναμη από τον άνθρωπο στη γη	Η αδράνεια του ανθρώπου	Η δύναμη από το δάπεδο στον άνθρωπο
Αγόρι	25	23	4	117
Κορίτσι	29	10	7	101
Σύνολο	54	33	11	218

Chi-Square=5,907, df=3, p=0.116

Πίνακας 7. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 5» και Φύλο των ερωτηθέντων

Ερώτηση 5	Το σώμα στο σκοινί	Την οροφή στο σκοινί	Το σκοινί στο σώμα	Το σώμα στη γη
Αγόρι	25	19	42	83
Κορίτσι	19	12	35	81
Σύνολο	44	31	77	164

Chi-Square=1,535, df=3, p=0.674

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών της επίδοσης στο μάθημα της Φυσικής στις Πανελλήνιες Εξετάσεις και των απαντήσεων που υπάρχουν πίσω από τις επιλογές των φοιτητών στα ερωτήματα της έρευνας παρουσιάζονται στους Πίνακες 9 έως 14.

Πίνακας 8. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 6» και Φύλο των ερωτηθέντων

Ερώτηση 6	Μόνο της Β	Μόνο των Β και F	Μόνο των Β και T	Μόνο των Β, F, και T	Μόνο των F και T
Αγόρι	21	26	99	21	2
Κορίτσι	10	32	73	22	10
Σύνολο	31	58	172	43	12

Chi-Square=12,339, df=4, p=0.115

Πίνακας 9. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 1» και Επίδοση στις Πανελλήνιες

Ερώτηση 1	Η πίεση του αέρα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία	Η βαρύτητα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία	Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο βιβλίο είναι μηδέν	Το τραπέζι «παρεμβάλλεται» και εμποδίζει το βιβλίο να πέσει
19.5-20	9	6	86	6
19-19.5	10	5	87	2
18.5-19	6	1	31	1
18-18.5	6	1	27	0
0-18	0	0	31	1
Σύνολο	31	13	262	10

Chi-Square=14,533, df=16, p=0.559

Πίνακας 10. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 2» και Επίδοση στις Πανελλήνιες

Ερώτηση 2	Έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας	Εξαρτάται από το μέτρο της ταχύτητας	Είναι μηδέν	Ισούται με το βάρος του σώματος	Εξαρτάται από την μάζα του σώματος
19.5-20	14	5	87	0	1
19-19.5	23	4	74	2	1
18.5-19	6	1	28	1	3
18-18.5	7	1	25	0	1
0-18	4	0	25	1	2
Σύνολο	54	11	239	4	8

Chi-Square=17,309, df=16, p=0.366

Πίνακας 11. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 3» και Επίδοση στις Πανελλήνιες

Ερώτηση 3	Είναι μηδέν	Έχει φορά προς τα δεξιά	Έχει φορά προς τα αριστερά
19.5-20	77	28	2
19-19.5	64	37	3
18.5-19	24	13	2
18-18.5	25	8	1
0-18	22	8	2
Σύνολο	212	94	10

Chi-Square=5,797, df=8, p=0.670

Πίνακας 12. Σχέση μεταξύ μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 4» και Επίδοση στις Πανελλήνιες

Ερώτηση 4	Η δύναμη από τη γη στον άνθρωπο	Η δύναμη από τον άνθρωπο στη γη	Η αδράνεια του ανθρώπου	Η δύναμη από το δάπεδο στον άνθρωπο
19.5-20	17	6	2	82
19-19.5	13	14	6	71
18.5-19	8	6	1	24
18-18.5	6	4	1	23
0-18	10	3	1	18
Σύνολο	54	33	11	218

Chi-Square=14,195 df=12, p=0.288

Πίνακας 13. Σχέση μεταξύ μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 5» και Επίδοση στις Πανελλήνιες

Ερώτηση 5	Το σώμα στο σκοινί	Την οροφή στο σκοινί	Το σκοινί στο σώμα	Το σώμα στη γη
19.5-20	10	12	24	61
19-19.5	12	16	25	51
18.5-19	6	0	10	23
18-18.5	13	1	7	13
0-18	3	2	11	16
Σύνολο	44	31	77	164

Chi-Square=30,421, df=12, p=0.222

Πίνακας 14. Σχέση μεταξύ μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 6» και Επίδοση στις Πανελλήνιες

Ερώτηση 6	Μόνο της Β	Μόνο των Β και F	Μόνο των Β και T	Μόνο των Β, F, και T	Μόνο των F και T
19.5-20	11	16	62	13	5
19-19.5	15	20	47	16	6
18.5-19	2	9	23	5	0
18-18.5	1	7	21	5	0
0-18	2	6	19	4	1
Σύνολο	31	58	172	43	12

Chi-Square=13,564, df=16, p=0.631

Είναι αντιληπτό πως δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις υψηλές βαθμολογικές επιδόσεις των φοιτητών στις Πανελλήνιες Εξετάσεις και στις παρανοήσεις που καταγράφηκαν στα ερωτήματα που τους είχαν τεθεί.

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών «Ενδιαφέρον για την Φυσική» και των απαντήσεων που υπάρχουν πίσω από τις επιλογές των μαθητών στα ερωτήματα της έρευνας παρουσιάζονται στους Πίνακες 15 έως 20.

Πίνακας 15. Σχέση μεταξύ μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 1» και Ενδιαφέροντος για το Μάθημα της Φυσικής

Ερώτηση 1	Η πίεση του αέρα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία	Η βαρύτητα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία	Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο βιβλίο είναι μηδέν	Το τραπέζι «παρεμβάλλεται» και εμποδίζει το βιβλίο να πέσει
Καθόλου	0	0	13	0
Μέτρια	16	5	116	4
Αρκετά	0	0	41	1
Πολύ	14	8	90	4
Σύνολο	31	13	262	10

Chi-Square=16,621, df=16, p=0.411

Πίνακας 16. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 2» και Ενδιαφέροντος για το Μάθημα της Φυσικής

Ερώτηση 2	Έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας	Εξαρτάται από το μέτρο της ταχύτητας	Είναι μηδέν	Ισούται με το βάρος του σώματος	Εξαρτάται από την μάζα του σώματος
Καθόλου	3	0	10	0	0
Μέτρια	28	3	104	3	4
Αρκετά	5	2	31	1	3
Πολύ	18	5	92	0	1
Σύνολο	54	12	241	4	8

Chi-Square=20,024, df=16, p=0.219

Πίνακας 17. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 3» και Ενδιαφέροντος για το Μάθημα της Φυσικής

Ερώτηση 3	Είναι μηδέν	Έχει φορά προς τα δεξιά	Έχει φορά προς τα αριστερά
Καθόλου	7	6	0
Μέτρια	93	45	4
Αρκετά	29	9	4
Πολύ	81	33	2
Σύνολο	212	94	10

Chi-Square=9.648, df=8, p=0.291

Πίνακας 18. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 4» και Ενδιαφέροντος για το Μάθημα της Φυσικής

Ερώτηση 4	Η δύναμη από τη γη στον άνθρωπο	Η δύναμη από τον άνθρωπο στη γη	Η αδράνεια του ανθρώπου	Η δύναμη από το δάπεδο στον άνθρωπο
Καθόλου	2	1	0	10
Μέτρια	28	20	6	88
Αρκετά	9	1	0	32
Πολύ	15	11	5	85
Σύνολο	54	33	11	221

Chi-Square=12,322, df=12, p=0.420

Πίνακας 19. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 5» και Ενδιαφέροντος για το Μάθημα της Φυσικής

Ερώτηση 5	Το σώμα στο σκοινί	Την οροφή στο σκοινί	Το σκοινί στο σώμα	Το σώμα στη γη
Καθόλου	3	0	2	8
Μέτρια	24	23	23	72
Αρκετά	3	1	17	21
Πολύ	14	6	34	62
Σύνολο	44	32	78	165

Chi-Square=28,165, df=12, p=0.095

Πίνακας 20. Σχέση μεταξύ των μεταβλητών «απαντήσεις Ερώτησης 6» και Ενδιαφέροντος για το Μάθημα της Φυσικής

Ερώτηση 6	Μόνο της Β	Μόνο των Β και F	Μόνο των Β και T	Μόνο των Β, F, και T	Μόνο των F και T
Καθόλου	0	4	5	4	0
Μέτρια	13	29	74	20	6
Αρκετά	3	4	24	8	3
Πολύ	15	20	67	11	3
Σύνολο	31	59	174	43	12

Chi-Square=15,836, df=16, p=0.464

Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας έδειξαν πως δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο ενδιαφέρον των φοιτητών για το μάθημα της Φυσικής και στις παρανοήσεις που καταγράφηκαν στα ερωτήματα που τους είχαν τεθεί.

Συμπεράσματα

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης αναδεικνύει πως ένας πολύ μεγάλος αριθμός πρωτοετών φοιτητών της Ιατρικής Σχολής, που πρέπει να σημειωθεί ότι είναι οι αριστούχοι μαθητές του εκπαιδευτικού μας συστήματος με ιδιαίτερα υψηλές

βαθμολογικές επιδόσεις στις Πανελλήνιες σε όλα τα μαθήματα και επομένως και στο μάθημα της Φυσικής Κατεύθυνσης, διατηρεί σε ένα μεγάλο ποσοστό τις εναλλακτικές ιδέες για τις έννοιες της δύναμης. Οι παρανοήσεις που καταγράφηκαν στα ερωτήματα που τέθηκαν δεν παρουσίασαν συσχέτιση με παραμέτρους που εξετάστηκαν όπως τις βαθμολογικές επιδόσεις στις Πανελλήνιες εξετάσεις, το φύλο και το ενδιαφέρον των φοιτητών για το μάθημα της Φυσικής.

Έχουν δημοσιευτεί αρκετές εργασίες που αφορούν την καταγραφή των εναλλακτικών ιδεών σε έννοιες της Μηχανικής σε διάφορες εκπαιδευτικές βαθμίδες (μαθητές, φοιτητές, εκπαιδευτικούς) (Bayraktar, 2009· Driver et al., 2000· Itza-Ortiz, 2004· Minstrell, 1982· Jimoyiannis & Komis, 2003· Κώτσης, 2011· Καριώτογλου, Κουνατίδης & Καρνέζου, 2004· Κώτσης, 2004· Κώτσης, 2005· Κώτση & Αναγνωστόπουλος, 2006· Στύλος & Κώτσης, 2009· Κώτσης & Κολοβός 2002· Κώτσης & Βέμης 2002· Σολωμονίδου & Σταυρίδου, 1993· Στύλος, Ευαγγελάκης & Κώτσης, 2007). Μια κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα των φοιτητών που αναδύεται στην παρούσα μελέτη είναι το γεγονός πως η ύπαρξη της κίνησης ενός αντικειμένου προϋποθέτει την παρουσία μιας δύναμης που ενεργεί σε αυτό ή η δύναμη που ενεργεί στο αντικείμενο θα έχει την κατεύθυνση της κίνησής του. Η αντίληψη αυτή είναι γνωστή ως «Αριστοτελική» στην οποία πιστεύεται πως η σταθερή κίνηση ενός σώματος είναι αποτέλεσμα μιας σταθερής δύναμης που έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας. Η εναλλακτική αυτή ιδέα είναι σε συμφωνία και με άλλες μελέτες που έχουν δημοσιευτεί στο παρελθόν (Στύλος, Ευαγγελάκης & Κώτσης, 2007· Καραόγλου, Κώτσης & Ρίζος, 2010· Clement 1982). Η αντίληψη που έχουν οι φοιτητές για τη δύναμη και την ιδιότητα που της αποδίδουν να συνεχίζει να δρα σε ένα σώμα ακόμα και όταν αυτή δεν εφαρμόζεται έχει προκύψει και από μελέτη που έγινε στα πλαίσια διερεύνησης των αντιλήψεων των πρωτοετών φοιτητών τμημάτων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (Στύλος, Ευαγγελάκης & Κώτσης, 2007). Αξίζει να σημειωθεί ότι και φοιτητές άλλων χωρών έχουν την άποψη πως σε ένα κινούμενο αντικείμενο ασκείται μια δύναμη κατά τη διεύθυνση της κίνησης (Τσαπαρλής, 1991), μια θεωρία που είναι γνωστή ως «θεωρία ωθήσεως» (Clement, 1982).

Οι απαντήσεις των φοιτητών στην παρούσα μελέτη, όπως και σε άλλες παρόμοιες έρευνες εμφανίζουν τα δυο γνώριμα χαρακτηριστικά, που διακρίνονται και στις αντιλήψεις των μαθητών όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης σε έννοιες της Φυσικής. Στηρίζονται αφενός σε δικά τους νοητικά σχήματα που έχουν διαισθητικό ή εμπειρικό χαρακτήρα και αφετέρου σε επιστημονικές γνώσεις που αποκόμισαν από τη διδασκαλία, οι οποίες έχουν δημιουργήσει σύγχυση αυτών των εμπειριών. Επειδή όμως αναφερόμαστε σε φοιτητές που έχουν περάσει από όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, το χαρακτηριστικό που επικρατεί είναι το δεύτερο, δηλαδή οι αντιλήψεις τους έχουν διαμορφωθεί στα χρόνια της εκπαίδευσής τους με γνώσεις από το επιστημονικό μοντέλο (Κώτσης, 2002). Στη συγκεκριμένη μελέτη, η ομάδα έρευνας των φοιτητών χαρακτηρίζεται από υψηλές βαθμολογικές επιδόσεις στις Πανελλήνιες Εξετάσεις δηλαδή άριστη ανταπόκριση στα προχωρημένα θέματα που διαγωνίστηκαν. Επομένως, θα περίμενε κανείς πως δεν θα υπήρχαν παρανοήσεις σε θέματα Φυσικής ή αν υπήρχαν θα ήταν σε περιορισμένο βαθμό. Συμπέρασμα της παρούσας μελέτης αποτελεί το γεγονός πως οι υψηλές επιδόσεις στις Πανελλήνιες εξετάσεις δε συνάδουν απαραίτητα με την εις βάθος γνώση των αντικειμένων των μαθημάτων.

Το αναλυτικό πρόγραμμα της φυσικής φαίνεται πως δεν έχει αναπτυχθεί καλά στο ελληνικό σχολείο. Φαίνεται λοιπόν πως οι εκπαιδευτικοί τείνουν να εισάγουν θέματα στη φυσική με επιφανειακό τρόπο, όπου δίνεται έμφαση μόνο σε ποσοτικά προβλήματα. Η απομνημονευτική διαδικασία μάθησης των νόμων της Φυσικής δεν επιτρέπει στους μαθητές ούτε να εμβαθύνουν αλλά ούτε να υιοθετήσουν μόνιμα τις νέες ιδέες, με αποτέλεσμα μετά από κάποιο χρονικό διάστημα να επιστρέφουν στις αρχικές τους αντιλήψεις (Brown, 1989). Οι παραδοσιακοί, δασκαλοκεντρικοί τρόποι διδασκαλίας δεν είναι αποτελεσματικοί στο να

επιφέρουν εννοιολογική αλλαγή (Vosniadou & Ioannides, 1998). Χρειάζεται μια αλλαγή στη διδακτική στρατηγική ώστε να καταστεί δυνατή πιο αποτελεσματική η προσέγγιση και η πλήρης αποσαφήνιση των εννοιών της φυσικής από τους μαθητές. Τα μαθήματα της φυσικής και οι διδακτικές δραστηριότητες θα πρέπει να απορρέουν μέσα από ένα πλαίσιο ποιοτικής προσέγγισης των διαφόρων εννοιών έτσι ώστε να υιοθετηθούν από τους μαθητές μέσα από την ενεργή εμπλοκή τους (Jimoyiannis & Komis, 2003). Με τη χρήση κατάλληλων προγραμμάτων προσομοίωσης (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 2000, Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 2010) αλλά και την εκτέλεση πραγματικών και εικονικών προγραμμάτων Φυσικής (Ευαγγέλου & Κώτσης, 2012) φαίνεται πετυχαίνουμε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Αναφορές

- Bayraktar, S. (2009). Micronceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion. *International Journal of Science and mathematical Education*, 7(2), 273-291.
- Brown, D. (1989). Students' concept of force: the importance of understanding Newton's third law. *Physics Education*, 24, 353.
- Caramazza, A., McCloskey, M., & Green, B. (1981). Naïve beliefs in "sophisticated" subjects: misconceptions about trajectories of object. *Cognition*, 9(2), 117-123.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών. Αθήνα: Εκδόσεις ΤΥΠΟΘΗΤΩ.
- Itza-Ortiz, S., Rebello, S., & Zollman, D. (2004). Students' models of Newton's second law in mechanics and electromagnetism. *European Journal of Physics*, 25(1), 81-89.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2003). Investigating Greek student's ideas about forces and motion. *Research in Science Education*, 33, 375-392.
- Minstrell, J. (1982). Explaining the "at rest" condition of an object. *The Physics Teacher*, 20(1), 10-14.
- Osborne, R. (1985). Building on children's intuitive ideas. In R. Osborne & P. Freyberg (eds.), *Learning in Science*, Heinemann, Auckland, New Zealand.
- Osborne, R.J., & Gilbert, J.K. (1980). A technique for exploring student's views of the world. *Physics Education*, 15, 376-379.
- Sjoberg, S., & Lie, S. (1981). *Ideas about force and movement among Norwegian pupils and students*. Institute of Physics Report Series: Report 81-11, University of Oslo.
- Vosniadou, S., & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1213-1230.
- Ευαγγέλου, Φ.Β., & Κώτσης, Κ.Θ. (2012). Μαθησιακά αποτελέσματα μετά από την εκτέλεση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων Φυσικής σε μαθητές Πέμπτης και Έκτης Δημοτικού σχετικά με την έννοια του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 3, 141-158.
- Καράογλου, Γ., Κώτσης, Κ., & Ρίζος Ι. (2010). Μελέτη των εναλλακτικών ιδεών μαθητών της Α' Λυκείου για την έννοια της κίνησης με τη χρήση του I.B.C.M. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 3(2), 85-95.
- Καριώτογλου, Π., Κουνατιδής, Χ., & Καρνέζου, Μ. (2004). Βιβλιογραφική ανασκόπηση των ιδεών των μαθητευομένων για την έννοια της δύναμης. Στο Β. Τσελφές, Π. Καριώτογλου & Μ. Πατσαδάκης (επιμ.), *Πρακτικά 4^ο Πανελληνίου Συνεδρίου για τη «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»* (σ. 429-434). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κώτσης, Κ., (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, 201-211.
- Κώτσης, Κ.Θ., & Βέμης, Κ. (2002). Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό για φαινόμενα που στηρίζονται στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα. Στο Αθ. Μαργετουσάκη & Π.Γ. Μιχαηλίδης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»* (σ. 257-262). Ρέθυμνο: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κώτσης, Κ.Θ., & Κολοβός Χ. (2002). Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό στην έννοια της δύναμης. Στο Αθ. Μαργετουσάκη & Π.Γ. Μιχαηλίδης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»* (σ. 250-256). Ρέθυμνο: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κώτσης, Κ.Θ. (2004). Διαφορές αντιλήψεων σε έννοιες της μηχανικής φοιτητών Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, οι οποίοι εισήχθησαν στο Πανεπιστήμιο με τα δυο τελευταία εισαγωγικά συστήματα εξετάσεων. Στο Β. Τσελφές, Π. Καριώτογλου & Μ. Πατσαδάκης (επιμ.), *Πρακτικά 4^ο Πανελληνίου Συνεδρίου για τη «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»* (σ. 422-428). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

- Κώτσης, Κ.Θ. (2005). Η αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών του Δημοτικού στην έννοια της δύναμης από τη διδασκαλία τους με τα νέα σχολικά εγχειρίδια. Στο Κ. Σκορδούλης & Ε. Νικολαΐδη (επιμ.), *Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Ιστορία, Φιλοσοφία και Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών»* (σ. 218-225). Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.
- Κώτσης, Κ.Θ., & Αναγνωστόπουλος, Α. (2006). Αντιλήψεις των μαθητών Α Λυκείου για βασικές έννοιες και αρχές της Φυσικής, όπως ταχύτητα, επιτάχυνση, μάζα, βάρος και 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα. Στο Ε. Σταυρίδου (επιμ.), *Πρακτικά του 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΕΔΙΦΕ) με θέμα «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίες Μάθησης»* (σ. 411-418). Βόλος: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κώτσης, Κ.Θ. (2011). *Ερευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της Φυσικής*. Ιωάννινα.
- Σολομωνίδου, Χ., & Σταυρίδου, Ε. (1993). Οι έννοιες της δράσης και της αντίδρασης: μελέτη γνωστικών δυσκολιών και διδακτική αντιμετώπιση με ένα καινοτομικό μοντέλο ερευνητικής και διδακτικής παρέμβασης. *Επιθεώρηση Φυσικής*, 24, 19-33.
- Στύλος, Γ., Ευαγγελάκης, Γ., & Κώτσης Κ. (2007). Αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών επτά τμημάτων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σχετικά με έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος & Γ. Τσαπαρλής (επιμ.), *Πρακτικά 5^{ου} Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»* (σ. 528-537). Ιωάννινα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Στύλος, Γ., & Κώτσης, Κ. (2009). Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων 1ετών και 2ετών φοιτητών του Τμήματος Φυσικής σχετικά με έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου & Α. Ζουπίδης (επιμ.), *Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»* (σ. 487-494). Φλώρινα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Τζιμογιάννης, Α., & Μικρόπουλος, Τ.Α. (2000). Η χρήση των προσομοιώσεων πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής: η έννοια της επιτάχυνσης. *Σύγχρονη Εκπαίδευση: Τρίμηνη Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων*, 112, 127-134.
- Τζιμογιάννης, Α., & Μικρόπουλος, Τ.Α. (2010). Η συμβολή των προσομοιώσεων πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής: η έννοια της ταχύτητας. *Σύγχρονη Εκπαίδευση: Τρίμηνη Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων*, 111, 120-131.
- Τσαπαρλής, Γ. (1991). *Θέματα Διδακτικής Φυσικής και Χημείας στη Μέση Εκπαίδευση*. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Παράρτημα

Οι ερωτήσεις στις οποίες κλήθηκαν να προβληματιστούν και να απαντήσουν οι φοιτητές είναι οι παρακάτω:

Ερώτηση 1: Ένα βιβλίο που βρίσκεται σε ακινησία πάνω στο τραπέζι οφείλει την ακινησία στο γεγονός ότι

- η πίεση του αέρα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία
- η βαρύτητα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία
- η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο βιβλίο είναι μηδέν
- το τραπέζι «παρεμβάλλεται» και εμποδίζει το βιβλίο να πέσει

Ερώτηση 2: Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με σταθερή ταχύτητα. Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα

- έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας
- εξαρτάται από το μέτρο της ταχύτητας
- είναι μηδέν
- ισούται με το βάρος του σώματος
- εξαρτάται από την μάζα του σώματος

Ερώτηση 3: Όταν ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα προς τα δεξιά, τότε η συνισταμένη δύναμη σε αυτό

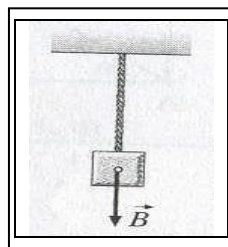
- είναι μηδέν
- έχει φορά προς τα δεξιά
- έχει φορά προς τα αριστερά

Ερώτηση 4: Ένας άνθρωπος ασκεί μια δύναμη F στο δάπεδο. Η αντίδραση αυτής της δύναμης είναι

- η δύναμη από τη γη στον άνθρωπο
- η δύναμη από τον άνθρωπο στη γη
- η αδράνεια του ανθρώπου
- η δύναμη από το δάπεδο στον άνθρωπο

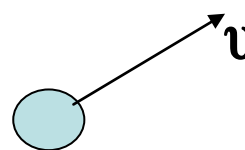
Ερώτηση 5: Η αντίδραση του βάρους του σώματος που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα είναι η δύναμη που ασκείται από

- το σώμα στο σκοινί
 την οροφή στο σκοινί
 το σκοινί στο σώμα
 το σώμα στη γη



Ερώτηση 6: Ένα μπαλάκι του γκολφ κινείται στον αέρα όπως δείχνει το σχήμα. Ένας μαθητής υποστηρίζει ότι τρεις δυνάμεις ασκούνται στην μπάλα:

- η δύναμη βαρύτητας B
 η δύναμη του κτυπήματος F
 η δύναμη αντίστασης του αέρα T



Στην πραγματικότητα η δύναμη της μπάλας είναι η συνισταμένη

- μόνο της B .
 μόνο των B και F
 μόνο των B και T
 μόνο των B , F , και T
 μόνο των F και T

Αναφορά στο άρθρο ως: Κωσταρά, Χ., & Κώτσος, Κ.Θ. (2015). Διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των πρωτοετών φοιτητών της Ιατρικής Σχολής για την έννοια της δύναμης. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 8(3), 185-200.

<http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete>