



Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων 1ετών και 2ετών φοιτητών του Τμήματος Φυσικής σχετικά με έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής

Κώτσης Κ., Στύλος Γ.

ΠΤΔΕ, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, kkotsis@cc.uoi.gr, gstylos@cc.uoi.gr

Σε προηγούμενη εργασία παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα από εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πρωτοετείς φοιτητές του φυσικού τμήματος, σε έννοιες και νόμους της Μηχανικής. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι φοιτητές, ουσιαστικά απόφοιτοι του Λυκείου, είχαν εσφαλμένες αντιλήψεις πάνω σ' αυτές τις έννοιες. Η παρούσα εργασία εξετάζει και πάλι τις αντιλήψεις των δευτεροετών πλέον φοιτητών του φυσικού τμήματος με το ίδιο μέσο συλλογής δεδομένων και παρουσιάζει ότι ένα σημαντικό μέρος των φοιτητών συνεχίζει να διατηρεί τις παρανοήσεις για τις έννοιες της Μηχανικής, τις οποίες δεν μπόρεσε να τις τροποποιήσει μετά από δύο χρόνια φοίτησης στο Πανεπιστήμιο.

Εισαγωγή

Όπως είναι γνωστό, τα παιδιά πριν ακόμη φοιτήσουν στο σχολείο έχουν διαμορφώσει άποψη για τα φυσικά φαινόμενα και έχουν δώσει την δική τους ερμηνεία γι' αυτά (Trowbridge and McDermott 1980). Οι ιδέες των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα έχουν μια παγκοσμιότητα και συγκροτούν ερμηνευτικά μοντέλα. Τα παιδιά διαμορφώνουν τις ιδέες τους μέσω των αλληλεπιδράσεων, την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα και με αυτές προσπαθούν να ερμηνεύσουν πώς λειτουργεί ο κόσμος. Επιπλέον αυτές τις ιδέες τις χρησιμοποιούν για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ότι υποκύπτει στην αντίληψη τους. Πλήθος ερευνών από το χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και της Γνωστικής Ψυχολογίας αποδεικνύουν ότι οι γνώσεις των μαθητών, σε διάφορους τομείς των Φυσικών Επιστημών, είναι συχνά ασυμβίβαστες με τις επιστημονικές (Κουλαϊδής 1994). Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι πολλοί μαθητές όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης ακόμη και μετά την διδασκαλία διατηρούν αυτά τα ερμηνευτικά μοντέλα για τα φυσικά φαινόμενα (Gunstone 1987, Pfundt & Duit 2000), και έχουν σοβαρές δυσκολίες τόσο στην κατανόηση όσο και στην εφαρμογή των βασικών εννοιών σε απλές φυσικές διαδικασίες (Driver et al. 1993). Ανάλογες δυσκολίες έχουν παρατηρηθεί ακόμη και σε φοιτητές (Κώτσης 2002, Στύλος κ.α. 2007, Thorg and Gunstone 2007, Kelly 2000, Libarkin et al. 2005). Το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας έρευνας είναι να διαπιστώσει αν ένα σημαντικό μέρος των φοιτητών εξακολουθεί μετά από δύο χρόνια σπουδών στο τμήμα φυσικής να έχει τις ίδιες αντιλήψεις που είχε κατά την εισαγωγή του. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι οι εν λόγω φοιτητές συνεχίζουν να έχουν σοβαρές παρανοήσεις και εσφαλμένες αντιλήψεις σε έννοιες της Νευτώνειας Φυσικής.

Η Έρευνα

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε φοιτητές του Φυσικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Ο πληθυσμός της έρευνας είναι 179 φοιτητές, 101 πρωτοετείς και 78 δευτεροετείς που εισήχθησαν το ακαδημαϊκό έτος 2005-2006. Τα αγόρια αποτέλεσαν το 62% και 65% του πρώτου και του δεύτερου έτους αντίστοιχα, ενώ τα κορίτσια το 38% και το 35%. Το 35% και 36% των φοιτητών προέρχονταν από τη θετική κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο για το πρώτο και δεύτερο έτος αντίστοιχα, ενώ το 65% και 64% από τη τεχνολογική. Η δειγματοληπτική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η απλή τυχαία δειγματοληψία. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τη



συλλογή δεδομένων είναι το ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου και μοιράστηκε στους πρωτοετείς φοιτητές στις αρχές του ακαδημαϊκού έτους 2005-2006 και στους ίδιους φοιτητές – δευτεροετείς πλέον- στα τέλη του ακαδημαϊκού έτους 2006-2007. Οι ερωτήσεις που τέθηκαν στους φοιτητές είναι συνδεδεμένες, ως επί το πλείστον, με απλά φαινόμενα και καταστάσεις της καθημερινής ζωής και όχι ερωτήσεις με τις οποίες θα γινόταν στείρος έλεγχος των γνώσεων των φοιτητών. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν απλά θέματα από το τομέα της Κλασικής Μηχανικής. Η επιλογή δεν είναι τυχαία. Σύμφωνα με τους Carson και Rowlands (2005) η μηχανική δεν θεωρείται απλώς ένας τομέας της Φυσικής ανάμεσα σε άλλους τομείς όπως ο ηλεκτρισμός, το φως, ο ήχος και η θερμότητα. Οι συγκεκριμένοι τομείς έχουν δομηθεί από την μηχανική σε τέτοιο σημείο, ώστε για παράδειγμα να μην υπήρχε η κινητική θεωρία των αερίων ή η ηλεκτρομαγνητική θεωρία αν δεν υπήρχαν οι νόμοι της κίνησης. Ο Galili (1995) αναφέρει πως η μηχανική ορίζει τους «όρους του παιχνιδιού», καθορίζει τα κύρια εργαλεία στη Φυσική και παρουσιάζει τους πιο παγκόσμιους νόμους της Φύσης. Επίσης οι έννοιες του βάρους, της δύναμης και της μάζας είναι ανάμεσα στις πιο θεμελιώδεις φυσικές αντιλήψεις που ουσιαστικά επηρεάζουν τη γενική επιστημονική γνώση (Galili 2001). Είναι ευρέως αποδεχτό πως ο τρόπος που οι μαθητές κατανοούν και χειρίζονται τις βασικές επιστημονικές έννοιες εν τέλει προδιαγράφει και την επιτυχία τους στην επιστημονική διαδικασία μάθησης (McDermott 1984).

Αποτελέσματα

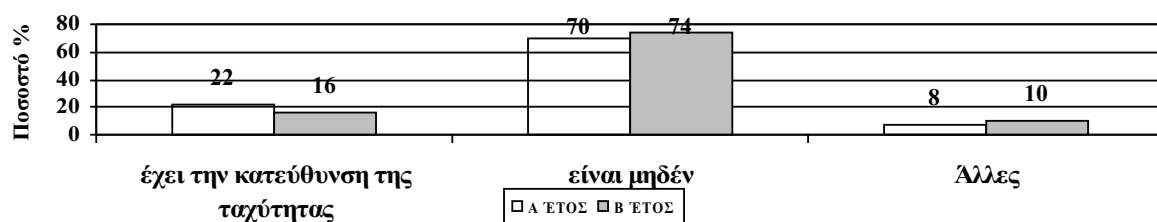
Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται ανά ενότητα με τη μορφή ραβδογραμμάτων με τις απαντήσεις των φοιτητών. Για κάθε ερώτηση γίνεται ανάλυση και σχολιασμός των απαντήσεων:

Σκοπός της πρώτης ερώτησης αποτελούσε η ανίχνευση των αντιλήψεων των φοιτητών για τον ρόλο των δυνάμεων στην περίπτωση που ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1: «Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με σταθερή ταχύτητα. Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα...».

Από τα δεδομένα (σχήμα 1) διαπιστώθηκε πως αρκετοί φοιτητές εξακολουθούν να έχουν την «Αριστοτελική» αντίληψη για τη σταθερή κίνηση ενός σώματος, ότι δηλαδή, είναι αποτέλεσμα μιας σταθερής δύναμης που έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας.

Σχήμα 1. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 1



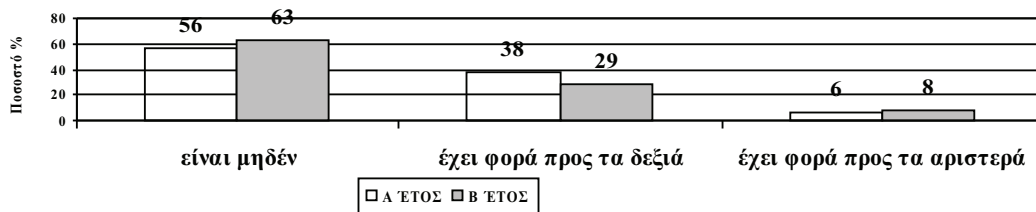
Στην ίδια ενότητα τέθηκε το ακόλουθο ερώτημα:

ΕΡΩΤΗΣΗ 2: «Όταν ένα αυτοκίνητο κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα προς τα δεξιά, τότε η συνισταμένη δύναμη σε αυτό...».

Το πόσο ισχυρές είναι οι αντιλήψεις των φοιτητών και πόσο δύσκολα αλλάζουν ακόμα και μετά την διδασκαλία της συγκεκριμένης ενότητας γίνεται πιο εμφανές στο παραπάνω παράδειγμα. Η πρώτη ερώτηση τους παραπέμπει απευθείας στον 1^ο Νόμο με το ποσοστό των ορθών απαντήσεων να κυμαίνεται στο 70% και 74% (σχήμα 1) για το πρώτο και δεύτερο έτος αντίστοιχα, ενώ στη δεύτερη ερώτηση αποκαλύπτεται η αδυναμία κατανόησής του, με το

ποσοστό των ορθών απαντήσεων να πέφτει στο 56% και 63% αντίστοιχα (σχήμα 2). Τα αποτελέσματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία με αυτά που έχουν καταγραφεί στην διεθνή βιβλιογραφία (Viennot 1979, Clement 1982)

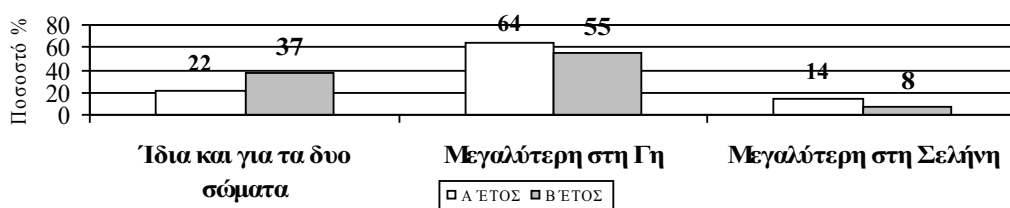
Σχήμα 2. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών Ερώτηση 2



Η επόμενη ερώτηση στην ίδια ενότητα, έχει ως εξής:

ΕΡΩΤΗΣΗ 3: «Δύο πανομοιότυπα σώματα βρίσκονται πάνω σε λείες οριζόντιες επιφάνειες, το ένα στη Γη και το άλλο στη Σελήνη. Θέλουμε να δώσουμε και στα δυο σώματα την ίδια οριζόντια επιτάχυνση. Η απαιτούμενη δύναμη είναι...».

Σχήμα 3. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 3

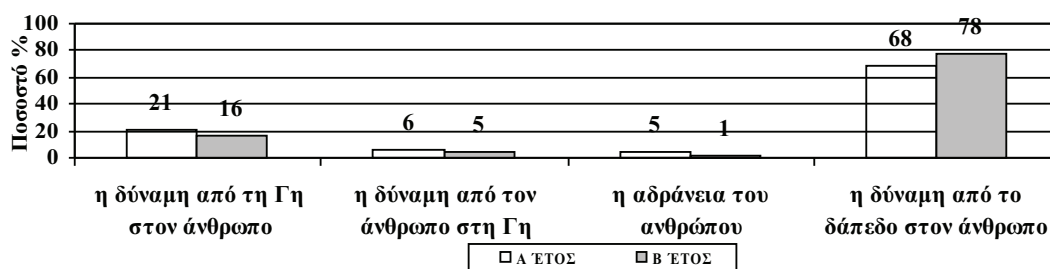


Οι φοιτητές (σχήμα 3) μόνο σε ποσοστό 22% και 37% για πρώτο και δεύτερο έτος αντίστοιχα απάντησαν ορθά ότι, η απαιτούμενη δύναμη είναι ίδια και για τα δύο σώματα. Ίσως, οι περισσότεροι φοιτητές θεωρούν πως επειδή το σώμα στην επιφάνεια της Γης έχει μεγαλύτερο βάρος από ότι στη Σελήνη, έτσι και η απαιτούμενη δύναμη, ακόμη και για οριζόντια κίνηση, να είναι μεγαλύτερη στη Γη.

Στη συνέχεια μελετάται ο 3^{ος} Νόμος. Αρχικά οι φοιτητές ρωτήθηκαν:

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

Σχήμα 4. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 4

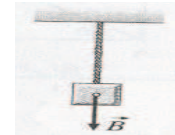




Στη συγκεκριμένη ερώτηση το σύστημα των σωμάτων που αλληλεπιδρούν είναι το δάπεδο και ο άνθρωπος. Από την κατανομή των απαντήσεων που αποτυπώνονται στο σχήμα 4, ένα μέρος των φοιτητών θεωρεί ότι η δύναμη αντίδρασης είναι η δύναμη από τη Γη στον άνθρωπο που στην πραγματικότητα είναι το βάρος του ανθρώπου. Στη γλώσσα της φυσικής, η δύναμη που ασκεί το δάπεδο στον άνθρωπο δεν έχει καμία σχέση με τη δύναμη που ασκεί η γη στον άνθρωπο και συνήθως είναι γνωστή ως αντίδραση από το έδαφος.

Ενδιαφέρον, επίσης, παρουσιάζουν οι απαντήσεις στα επόμενα ερωτήματα. Συγκεκριμένα, ρωτήθηκαν:

ΕΡΩΤΗΣΗ 5: «Η αντίδραση του βάρους του σώματος που φαίνεται στο διπλανό σχήμα είναι η δύναμη που ασκείται από...».



Η δύναμη του βάρους είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης Γης - σώματος που κρέμεται και όχι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης σκιοινιού - σώματος. Η κύρια παρανόηση που εμφανίζεται και σ' αυτήν την έρευνα από τα ποσοστά των λανθασμένων απαντήσεων του σχήματος είναι πως η δύναμη αντίδρασης δρα στο ίδιο σώμα με τη δύναμη δράσης. Η σωστή απάντηση δόθηκε μόλις από το 16% και 12% των πρωτοετών και δευτεροετών φοιτητών αντίστοιχα. Ανάλογα ευρήματα έχουν αναφερθεί και σε διεθνές επίπεδο (Brown 1989).

Σχήμα 5. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 5



Αρκετά άρθρα εστιάζουν συγκεκριμένα στις παρανοήσεις των φοιτητών στο 3^ο Νόμο του Νεύτωνα (Terry & Jones 1986, Brown 1989, Montanero et al. 2002). Τα ευρήματα κατά γενικό κανόνα εμφανίζουν φτωχή κατανόηση του 3^{ου} Νόμου του Νεύτωνα και της έννοιας της δύναμης γενικότερα. Υπό το φως τέτοιων ευρημάτων φαίνεται ότι υπάρχει δυσκολία στη διδασκαλία και τη μάθηση των Νόμων του Νεύτωνα (Savinainen 2004).

Στην συνέχεια ερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των φοιτητών πάνω στις έννοιες της μάζας και του βάρους. Τους τέθηκε το εξής ερώτημα:

ΕΡΩΤΗΣΗ 6: «Μια πέτρα μετριέται με δυναμόμετρο στην επιφάνεια της Γης και η ίδια πέτρα μετριέται με δυναμόμετρο στην επιφάνεια της Σελήνης. Που έχει το μεγαλύτερο βάρος;»

Σχήμα 6. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 6





Με βάση το σχήμα 6 οι φοιτητές στη συντριπτική πλειοψηφία απαντούν σωστά.

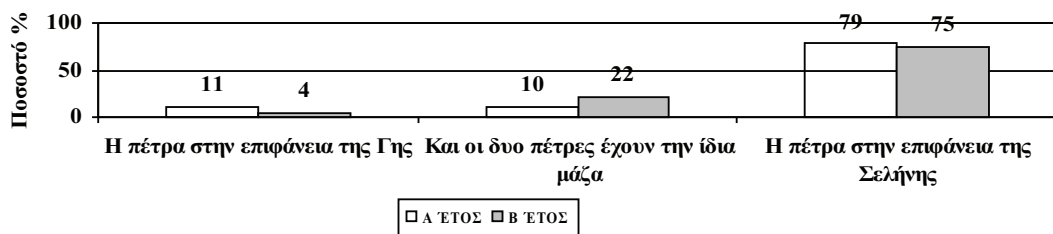
Στην ίδια ενότητα τέθηκε και η εξής ερώτηση:

ΕΡΩΤΗΣΗ 7: «Μια πέτρα πάνω στην επιφάνεια της Γης και μια άλλη στην επιφάνεια της Σελήνης ζυγίζονται και προκύπτει και για τις δύο το ίδιο βάρος. Ποια από τις δύο πέτρες έχει μεγαλύτερη μάζα;»

Με βάση τις απαντήσεις (σχήμα 7) το 79% των πρωτοετών φοιτητών και το 75% των δευτεροετών ανταποκρίνονται επιτυχώς στην ερώτηση 7.

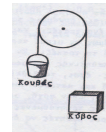
Με μια πρώτη ματιά και με βάση τις απαντήσεις στο ερώτημα 6, φαίνεται πως οι φοιτητές ξεχωρίζουν την διαφορά μεταξύ των εννοιών της μάζας και βάρους, σε επίπεδο ορισμού. Οι απαντήσεις τους, όμως στο ερώτημα 7, ανατρέπουν μερικώς την αρχική εντύπωση και αναδεικνύουν τον μηχανιστικό τρόπο με τον οποίο οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις έννοιες.

Σχήμα 7. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 7



Αδυναμία διαχωρισμού των εννοιών μάζας και βάρους διαπιστώνεται στις απαντήσεις της επόμενης ερώτησης:

ΕΡΩΤΗΣΗ 8: «Ο κουβάς και ο κύβος στο διπλανό σχήμα, έχουν ίσες μάζες, αλλά αιωρούνται (ισορροπούν) σε διαφορετικά ύψη πάνω από το πάτωμα. Ποιο από τα δύο έχει μεγαλύτερο βάρος;»



Σύμφωνα με τη Φυσική, η παραπάνω περίπτωση είναι κατάσταση «ασύμμετρης» ισορροπίας, για την οποία η συνισταμένη δύναμη είναι μηδέν. Οι απαντήσεις των φοιτητών είναι πράγματι εντυπωσιακές (σχήμα 8). Οι λανθασμένες απαντήσεις κυμαίνονται σε ποσοστό το 60%. Οι φοιτητές θεωρούν ότι ενεργεί συνισταμένη δύναμη διάφορη του μηδενός, ίδιου «προσανατολισμού» με το παρατηρούμενο αποτέλεσμα, η οποία και το δικαιολογεί (Κουμαράς κ.α. 1994). Ανάλογα ευρήματα έχουν δημοσιευθεί παλαιότερα (Gunstone and White 1981) σε διεθνές επίπεδο. Επίσης, έρευνες έχουν δείξει πως όχι μόνο φοιτητές που προορίζονται να γίνουν εκπαιδευτικοί στη μέση εκπαίδευση (Trumper 2001) αλλά και εν ενεργεία εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν παρανοήσεις σ' αυτές τις περιοχές (Kikas 2004).

Σχήμα 8. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 8



Συμπεράσματα

Ανακεφαλαιώνοντας τα αποτελέσματα της εμπειρικής έρευνας, μπορεί να διαπιστωθεί ότι ένας πολύ σημαντικός αριθμός φοιτητών, συνεχίζει να διατηρεί τις παρανοήσεις για τις έννοιες της



Μηχανικής, τις οποίες δεν μπόρεσαν να τις τροποποιήσουν τόσο στο σχολείο όσο και μετά από δύο έτη σπουδών στη τριτοβάθμια εκπαίδευση. Συγκεκριμένα μεγάλο μέρος των φοιτητών εξακολουθεί να διατηρεί την Αριστοτελική αντίληψη της κίνησης που προϋποθέτει μια σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης, συγγέει σε μεγάλο βαθμό τις έννοιες της μάζας και του βάρους και αδυνατεί να εντοπίσει το ζεύγος δυνάμεων (δράσης – αντίδρασης) που ανήκει στο ίδιο σύστημα σωμάτων που αλληλεπιδρά. Τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα με παρόμοιες έρευνες που έχουν γίνει κατά το παρελθόν.

Γενικά, οι απαντήσεις των φοιτητών στην παρούσα έρευνα, όπως και σε άλλες παρόμοιες έρευνες εμφανίζουν τα δύο 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 αποφέρει σύγχυση αυτών των εμπειριών. Επειδή όμως πρόκειται για φοιτητές, δηλαδή για άτομα 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).

Σ' ότι αφορά τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το νέο αναλυτικό πρόγραμμα της φυσικής και οι κατευθύνσεις του δεν έχουν αναπτυχθεί στα ελληνικά σχολεία. Φαίνεται ότι σε πολλές περιπτώσεις, οι εκπαιδευτικοί τείνουν να εισάγουν θέματα στη φυσική με επιφανειακό τρόπο, όπου δίνεται έμφαση μόνο σε ποσοτικά προβλήματα. Οι παραδοσιακοί, δασκαλο-κεντρικοί τρόποι διδασκαλίας δεν είναι αποτελεσματικοί στο να επιφέρουν εννοιολογική αλλαγή (Vosniadou και Ioannides 1998). Τα μαθήματα φυσικής και οι διδακτικές δραστηριότητες θα πρέπει να απορρέουν μέσα από ένα πλαίσιο ποιοτικής προσέγγισης των διαφόρων εννοιών έτσι ώστε να προωθήσουν την ενεργή εμπλοκή των μαθητών (Jimoyiannis και Komis 2003). Στη μέση εκπαίδευση συνεχίζεται η γνωστή παραδοσιακή διδασκαλία, η οποία έχει αποδειχτεί ότι δεν μπορεί να επιφέρει εννοιολογικές αλλαγές στις παρανοήσεις των μαθητών. Η συμμετοχή των εν ενεργεία εκπαιδευτικών σε ουσιαστικά και ουσιώδη επιμορφωτικά σεμινάρια και η χρήση προσομοιώσεων μέσω υπολογιστή και κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού μπορούν να γίνουν αποτελεσματικά εργαλεία, για να στηρίξουν τη διδασκαλία του εποικοδομητικού μοντέλου διδασκαλίας (Jimoyiannis και Komis 2001, Tao και Gunstone, 1999).

Σ' ότι αφορά, τη τριτοβάθμια εκπαίδευση και σύμφωνα με τον οδηγό σπουδών του τμήματος Φυσικής, κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων ετών προσφέρονται στους φοιτητές 19 μαθήματα εκ των οποίων τα 11 έχουν ως γνωστικό αντικείμενο τη Φυσική. Στα 3 εξ αυτών (Μηχανική, Κλασική Μηχανική I, Εργαστήρια Μηχανικής και Θερμότητας), οι φοιτητές έρχονται σε επαφή με την κίνηση, τους νόμους του Νεύτωνα και τις έννοιες της μάζας και του βάρους. Παρόλα αυτά, η έρευνά μας δείχνει πως οι φοιτητές δεν βελτιώνουν τις αντιλήψεις τους για τις έννοιες της Μηχανικής, κατά τα δύο πρώτα έτη της Πανεπιστημιακής τους φοίτησης. Ο λόγος είναι ότι δίνεται βάρος στη μαθηματική αντιμετώπιση των εννοιών της μηχανικής και όχι στην ποιοτική προσέγγισή τους.

Οι πανεπιστημιακοί καθηγητές, θα πρέπει να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη το γνωστικό υπόβαθρο των φοιτητών τους και να προσαρμόζουν τη διδασκαλία τους πάνω σε αυτό. Οι παρανοήσεις των φοιτητών σε διάφορους τομείς της φυσικής επιβάλλουν την αναγκαιότητα πρόσθεσης ωρών διδασκαλίας (διδασκαλίες εισαγωγικού τύπου) προσανατολισμένες στην αποσαφήνιση, διαλεύκανση και αφομοίωση βασικών και εισαγωγικών εννοιών στα αντίστοιχα μαθήματα φυσικής προτού ο καθηγητής εμβαθύνει σε πιο αναλυτικές και σύνθετες καταστάσεις. Ίσως, η ένταξη ενός μαθήματος στο πρώτο εξάμηνο με γνωστικό αντικείμενο τις έννοιες της φυσικής στις οποίες οι μαθητές – φοιτητές εμφανίζουν παρανοήσεις, να αποτελούσε το ξεκίνημα μιας αναβάθμισης της ποιότητας της εκπαίδευσής τους.

Επιτακτική, κρίνεται, η ανάγκη εκπαίδευσης των μελλοντικών αποφοίτων φυσικών στις σύγχρονες τάσεις της διδασκαλίας της φυσικής με ενσωμάτωση μαθημάτων της διδακτικής στο βασικό και υποχρεωτικό κορμό του οδηγού σπουδών από εξειδικευμένο διδακτικό και επιστημονικό προσωπικό. Μη διαφεύγει της προσοχής πως η πλειοψηφία των αποφοίτων των τμημάτων Φυσικής, στρέφεται στην εκπαίδευση και είναι αυτοί οι οποίοι, εκτός από την επιστημονική κατάρτιση, θα πρέπει να έχουν και τα κατάλληλα εφόδια έτσι ώστε να μεταδώσουν τη γνώση στους μαθητές τους αποτελεσματικά. Η εισαγωγή της διδακτικής της φυσικής, ως υποχρεωτικό μάθημα, θα έχει ως αποτέλεσμα να μην διαιωνίζεται η κατάσταση να διδάσκουν οι νέοι εκπαιδευτικοί της φυσικής με τον ίδιο τρόπο που διδάχθηκαν όταν ήταν μαθητές.

Βιβλιογραφία

- Κουλαΐδης, Β. (1994), *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου*. Εκδ. Gutenberg, Αθήνα.
- Κουμαράς, Π., Καριώτογλου Π., & Ψύλλος Δ. (1994). Αιτιακοί Συλλογισμοί των Μαθητών: Η Περίπτωση της Μηχανικής. Σύγχρονη Εκπαίδευση, Τ 79.
- 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 3:2-3, 201-211.
- Κώτσης, Κ., (2003). Διαμόρφωση των αντιλήψεων φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. στην έννοια της τριβής, από την εικονογράφηση της, σε Πανεπιστημιακά συγγράμματα Φυσικής. Επιστημονική Επετηρίδα ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, 16, 103-115 .
- Στύλος, Γ., Ευαγγελάκης, Γ., & Κώτσης, Κ. (2007). Αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών επτά τμημάτων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σχετικά με έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», Τεύχος Β, Ιωάννινα, σ.528-537.
- Brown, D. E. (1989). Students' concept of force: The importance of understanding Newton's third law. *Physics Education*. 24 (11), 353-358..
- Clement, J., (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*. 50 (1), 66-71.
- Carson, R., Rowlands, S., (2005), Mechanics as the logical point of entry for the enculturation into scientific thinking. *Sci Educ* 14:473–493.
- Driver, R., Guesne, E., and Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*. Ελληνική μετάφραση, έκδοση της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών και Τροχαλίας. Αθήνα.
- Galili, I., (1995), Mechanics Background Influences Students' Conceptions in Electromagnetism. *International Journal of Science Education*, 17(3).
- Galili, I., (2001), Weight versus gravitational force: historical and educational perspectives. *INT. J. SCI. EDUC.*, VOL. 23, NO. 10, 1073- 1093.
- Gunstone, R. F. (1987). Student understanding in mechanics: A large population survey. *American Journal of Physics*. 55 (8), 691-696.
- Gunstone, R., F. & White R. (1981). Understanding of Gravity. *Science Education*. 65 (3), 291-299.



- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: A case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36, 183–204.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V., (2003), Investigating Greek Students' Ideas about Forces and Motion. *Res Sci Educ* 33: 375–392.
- Kelly, J., (2000), Rethinking the elementary science methods course: a case for content, pedagogy, and informal science education, *Int. J. sci. educ.*, vol. 22, No. 7, 755-777.
- Kikas, E., (2004), Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *J Res Sci Teach* 41(5):432– 448.
- Libarkin, JC., Anderson SW, Dahl, J., Beilfuss, M., Boone, W., (2005) Qualitative analysis of college students' ideas about the earth: interviews and open-ended questionnaires. *Journal of Geoscience Education*, v. 53, p. 17-26.
- McDermott, L. C., (1984)., Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37, 24-32.
- Montanero, M., Suero, M. I., Perez, A. L., & Pardo, P. J. (2002), Implicit theories of static interactions between two bodies. *Physics Education*, 37, 318– 323.
- Pfundt, H., & Duit, R., (2000), Bibliography: Students' alternative frameworks and science. Kiel, Germany: IPN.
- Savinainen, A., Scott, P., Viiri, J., (2004), Conceptual Change: Designing and Evaluating an Instructional Sequence for Newton's Third Law. *Sci. Edu*, 89, 175-195.
- Tao, P. K., & Gunstone, R. F. (1999). A process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 859–882.
- Terry, C. & Jones, G., (1986), Alternative frameworks: Newton's third law and conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8. 291-298.
- Thong, W. M., Gunstone, R., (2007), Some Student Conceptions of Electromagnetic Induction. *Res Sci Educ* (2008) 38:31–44.
- Trowbridge, D. E., McDermott, L. C. (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American Journal of Physics* 48 (12), 1020-1028.
- Trumper, R., (2001), A cross-college age study of science and nonscience students' conceptions of basic astronomy concepts in pre-service training for high-school teachers. *J Sci Edu Technol*, 10:189–195.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics. *European Journal of Science Education*. 1 (2), 205-221.
- 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.