

## **Συνεργατική διδακτική προσέγγιση σε φοιτητές φυσικής με σκοπό την ανάπτυξη δεξιοτήτων επεξήγησης - Ανάπτυξη, αξιολόγηση και σημασία**

**Φ. Χαίμαλά<sup>1</sup>, Η. Περάκης<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *School of Education, University of Southampton, UK, [fh903@soton.ac.uk](mailto:fh903@soton.ac.uk)*

<sup>2</sup> *Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κρήτης, [ilias@physics.uoc.gr](mailto:ilias@physics.uoc.gr)*

**Περίληψη.** Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια διδακτική προσέγγιση που βασίζεται στο διάλογο μεταξύ των φοιτητών, όπως αυτή αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε σε πρωτοετείς φοιτητές του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης. Κύριοι σκοποί του μαθήματος είναι όχι μόνο η κατανόηση εννοιών της μηχανικής, αλλά και η ανάπτυξη της ικανότητας των φοιτητών να εξηγούν και να επιχειρηματολογούν. Στην πρώτη ενότητα δίνονται συγκεκριμένες προτάσεις που εφαρμόστηκαν στο μάθημα για να βοηθήσουν τους φοιτητές στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επεξήγησης. Στη δεύτερη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του μαθήματος, αναφορικά με την ικανότητα των φοιτητών να δίνουν επιστημονικές εξηγήσεις. Τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανάλυσης έδειξαν βελτίωση στην ικανότητα των φοιτητών να δίνουν σωστές και πλήρεις εξηγήσεις σε θέματα μηχανικής. Με δεδομένο ότι α) πολλοί από τους σημερινούς φοιτητές θα αποτελέσουν τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς και β) η ικανότητα για επεξήγηση παίζει κεντρικό ρόλο στη διδασκαλία, τα αποτελέσματα της εργασίας συζητούνται υπό το πρίσμα της κατάρτισης των μελλοντικών εκπαιδευτικών στα Ελληνικά Πανεπιστήμια.

### **Εισαγωγή**

Η σημασία του διαλόγου στη διαδικασία της μάθησης είναι πλέον καθολικά αναγνωρισμένη. Ειδικά για τις φυσικές επιστήμες, ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 80, τόσο θεωρητικές όσο και εμπειρικές μελέτες υποστηρίζουν ότι η κατανόηση εννοιών δεν μπορεί να επιτευχθεί απλά με τη μετάδοση γνώσεων. Αντίθετα, για την επίτευξη αυτού του σκοπού είναι απαραίτητο οι μαθητές να βρίσκονται σε μαθησιακά περιβάλλοντα τα οποία προάγουν το διάλογο και την ερευνητική σκέψη (Lemke 1990).

Ειδικά για την πανεπιστημιακή εκπαίδευση, η σημασία του διαλόγου δεν έγκειται μόνο στο ότι διευκολύνει τους φοιτητές στην κατανόηση εννοιών. Λίγοι ίσως θα διαφωνήσουν με το ότι τόσο η κριτική ικανότητα όσο και η αυτονομία στη μάθηση δεν είναι επιθυμητοί στόχοι της εκπαίδευσης στην πανεπιστημιακή βαθμίδα. Σύμφωνα τόσο με θεωρητικές αναλύσεις όσο και με εμπειρικές μελέτες, αυτοί οι στόχοι είναι εύκολο να προαχθούν μέσω της αλληλεπίδρασης και του διαλόγου μεταξύ των φοιτητών (Martunnen 1992).

Παρά τη σημασία του διαλόγου στην κατανόηση εννοιών και στην επίτευξη ικανοτήτων, η διδασκαλία σε πρωτοετείς φοιτητές φυσικής στα Ελληνικά Πανεπιστήμια είναι ακόμα προσκολλημένη στο παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας μέσω διαλέξεων, το οποίο εστιάζει στη μετάδοση γνώσεων από τον καθηγητή στο φοιτητή.

Αντίθετα, στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν δημοσιευτεί αρκετές διδακτικές προσεγγίσεις από πανεπιστήμια σε διάφορες χώρες, που βασίζονται στο διάλογο μεταξύ των φοιτητών (για παράδειγμα, Mills et al. 1999, Fagen et al. 2002). Η αξιολόγηση αυτών των προτάσεων δείχνει ότι το μάθημα που εμπεριέχει συζητήσεις μεταξύ των φοιτητών, τους

βοηθάει να κατανοήσουν τις έννοιες της φυσικής καλύτερα από ό,τι το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας (Gautreau and Novemsky 1997, Crouch and Mazur 2001). Επιπλέον, τέτοιου είδους διδακτικές προτάσεις έχουν θετική επίδραση αναφορικά με τις αντιλήψεις και τα κίνητρα των μαθητών για μάθηση (Meltzer and Manivannan 2002). Ωστόσο, οι παραπάνω προτάσεις διδασκαλίας θέτουν αποκλειστικά ως επιθυμητό στόχο και αντικείμενο αξιολόγησης την κατανόηση εννοιών. Παραβλέπουν, έτσι, το ρόλο του διαλόγου ως μέσου επίτευξης των ικανοτήτων επεξήγησης και επιχειρηματολογίας από τους φοιτητές.

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζουμε μια διδακτική πρόταση όπως αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε για πρωτοετείς φοιτητές του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης, η οποία βασίζεται στο συνεργατικό μοντέλο μάθησης μεταξύ των φοιτητών. Κύριοι σκοποί του μαθήματος είναι όχι μόνο η κατανόηση εννοιών, αλλά η ανάπτυξη της ικανότητας των φοιτητών να εξηγούν και να επιχειρηματολογούν, δεξιότητες που είναι στενά συνδεδεμένες με την ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας. Επιπλέον, στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του μαθήματος, όσον αφορά την ικανότητα των φοιτητών να δίνουν σωστές και πλήρεις επιστημονικές εξηγήσεις.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι σε ένα συνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον και με τις κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις οι φοιτητές βελτιώνουν την ικανότητά τους να δίνουν σωστές και πλήρεις εξηγήσεις σε θέματα μηχανικής. Τα αποτελέσματα αυτά αποκτούν ιδιαίτερο ενδιαφέρον αν ειπωθούν μέσα από το πρίσμα της εκπαίδευσης μελλοντικών εκπαιδευτικών. Πράγματι, ένα σημαντικό ποσοστό από τους οι σημερινούς φοιτητές θα αποτελέσουν τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Επιπλέον, η ικανότητα για επεξήγηση παίζει κεντρικό ρόλο στη διδακτική πράξη. Με αυτά τα δεδομένα, συζητείται τελικά το ζήτημα του κατά πόσο οι ίδιες μέθοδοι διδασκαλίας στα Ελληνικά Πανεπιστήμια - όταν εστιάζουν απλά στη μετάδοση γνώσεων και όχι στην ανάπτυξη και άλλων δεξιοτήτων- συμβάλλουν στο να βγαίνουν από τα Πανεπιστήμια παιδαγωγικά ακατάριστοι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί.

### **Η ανάπτυξη της μεθόδου διδασκαλίας**

Η κατεύθυνση που πήρε η οργάνωση του μαθήματος ξεκίνησε με διαπιστώσεις μας, παρατηρώντας πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης που συμμετέχουν σε διαλογικές συζητήσεις πάνω σε θέματα μηχανικής. Πολλοί φοιτητές, παρά το ότι ήταν σε θέση να βρουν τη σωστή απάντηση σε ερωτήσεις ποιοτικής κατανόησης στην εισαγωγική μηχανική, δυσκολεύονταν να εξηγήσουν γιατί η απάντηση που έδιναν ήταν η σωστή. Η δυσκολία τους αυτή θα μπορούσε να αποδοθεί στην άγνοιά τους σε βασικές έννοιες της μηχανικής. Ωστόσο, οι παρατηρήσεις μας έδειχναν ότι οι δυσκολίες που αντιμετώπιζαν τοποθετούνταν σε πιο πρωταρχικό επίπεδο: κάποιοι φοιτητές έδειχναν να μη γνωρίζουν ότι μια ποιοτική εξήγηση απαιτεί περισσότερα από το να παρουσιάζουν μαθηματικές πράξεις ή ακόμα και το ότι μια κατάλληλη εξήγηση δεν μπορεί να ειπωθεί ανεξάρτητα από το ευρύτερο πλαίσιο μέσα στο οποίο αυτή ζητείται (για παράδειγμα σε ποιόν χρειάζεται να εξηγήσουμε).

Επίσης, εστιάζοντας στον τρόπο με τον οποίο οι φοιτητές επιχειρηματολογούσαν καθώς συζητούσαν θέματα μηχανικής, παρατηρήσαμε προβλήματα στην ποιότητα του διαλόγου τους. Για πολλούς φοιτητές η συζήτηση δεν ήταν τίποτα παραπάνω από το να συμμετέχουν σε παράλληλους μονολόγους. Άλλοι, έδειχναν πλήρη ανικανότητα να αναγνωρίσουν λογικά κενά και λάθη στα επιχειρήματα συναδέλφων τους. Θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι οι ανεπάρκειες στην ικανότητα των φοιτητών να επιχειρηματολογήσουν οφείλεται σε έλλειψη επιστημονικών γνώσεων στη μηχανική. Ωστόσο, οι παρατηρήσεις μας αφορούσαν δυσκολίες πέρα από την κατανόηση εννοιών, όπως άγνοια των φοιτητών για βασικές νόρμες που εμπεριέχονται σε μια διαλογική συζήτηση.

Με κίνητρο τις παραπάνω παρατηρήσεις και βασιζόμενοι σε διεθνή βιβλιογραφία που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια, αναπτύξαμε και θέσαμε σε εφαρμογή το χειμερινό εξάμηνο της ακαδημαϊκής χρονιάς 2005-2006 ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιεί τη συνεργατική μέθοδο μάθησης με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Όπως και σε άλλα προγράμματα που έχουν τεθεί σε εφαρμογή πρόσφατα σε πανεπιστήμια του εξωτερικού (για παράδειγμα Mills et al. 1999) ο περισσότερος διδακτικός χρόνος αφιερώθηκε στο να συζητάνε οι φοιτητές μεταξύ τους ερωτήσεις κατανόησης στην θεματική περιοχή της μηχανικής. Οι ερωτήσεις ήταν σε μορφή πολλαπλής επιλογής και περιείχαν, εκτός από τη σωστή απάντηση, επιλογές με εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών και φοιτητών, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία. Μετά από λίγα λεπτά συζήτησης, οι φοιτητές ψήφιζαν την απάντηση που θεωρούσαν σωστή με τη βοήθεια ενός ηλεκτρονικού συστήματος ψηφοφορίας. Τα συγκεντρωτικά ποσοστά για κάθε απάντηση εμφανίζονταν στη συνέχεια στην οθόνη και ο καθηγητής ζητούσε από τους φοιτητές να εξηγήσουν στους συναδέλφους τους την επιλογή τους. Οι φοιτητές, έτσι, ξεκινούσαν διαλογικές συζητήσεις σαν debates, προσπαθώντας να πείσουν τους συμμαθητές τους για απάντηση που έδωσαν. Σε αυτό το τελικό στάδιο της διαδικασίας δινόταν η μεγαλύτερη έμφαση, σε αντίθεση με άλλα διδακτικά προγράμματα όπως εφαρμόστηκαν στο εξωτερικό τα οποία εστίαζαν στο να δώσουν απλά οι φοιτητές τη σωστή απάντηση. Σε αυτή τη διαδικασία ο καθηγητής δεν έδινε στους φοιτητές τις σωστές απαντήσεις, αντίθετα τους προέτρεπε να αποφασίσουν οι ίδιοι βασιζόμενοι στους διαλόγους που συμμετείχαν.

Στη διαδικασία της επεξήγησης, ο καθηγητής δεν ζητούσε από τους φοιτητές να εξηγήσουν γενικά στις απαντήσεις τους. Αντίθετα, τονίζονταν το ότι 'εξηγώ σε κάποιον' είναι μια τελείως διαφορετική δραστηριότητα από το να 'εξηγώ' γενικά. Πράγματι, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η επιστημονική επεξήγηση δεν είναι μια μονοδιάστατη πράξη. Σύμφωνα με τη Solomon (1986) κάποιες φορές χρειάζεται να εξηγήσουμε με βάση την αιτία ενός φαινομένου, άλλες φορές εστιάζοντας στο σκοπό, ενώ κάποιες άλλες χρησιμοποιώντας αναλογίες. Επίσης, όπως τονίζουν οι Gilbert και Rutherford (1998) η καταλληλότητα μιας εξήγησης εξαρτάται από το ευρύτερο πλαίσιο μέσα στο οποίο δίνεται. Σε ένα περιβάλλον μάθησης, πρωταρχικό ρόλο παίζει η διαδικασία του να 'εξηγώ σε κάποιον'. Απώτερος σκοπός σε αυτή τη διαδικασία είναι όχι μόνο η αναζήτηση της αλήθειας όπως στις γενικές επιστημονικές εξηγήσεις, αλλά κυρίως το να κατανοήσει αυτός στον οποίο εξηγούμε ό,τι θέλουμε να του μεταδώσουμε.

Με βάση τα παραπάνω και για να κατανοήσουν οι φοιτητές τη σημασία του 'εξηγώ σε κάποιον', στο μάθημα χρησιμοποιήθηκε ένα φανταστικό πρόσωπο, ο Μπόμπος. Ο Μπόμπος 'συστήθηκε' στους φοιτητές ως ένας μαθητής λυκείου. Κάποια από τα χαρακτηριστικά του – τα οποία αποκαλύπτονταν σταδιακά στο μάθημα- είναι ότι μπορεί να έχει πολύ βασικές ερωτήσεις στη μηχανική, με αποτέλεσμα να χρειάζεται λεπτομερείς εξηγήσεις. Επίσης ο Μπόμπος βαριέται εύκολα, επομένως προτιμάει τις ποιοτικές εξηγήσεις από τις μαθηματικές πράξεις. Την ίδια στιγμή, όμως, είναι αρκετά εύστροφος ώστε να καταλαβαίνει λογικά κενά τα οποία μπορεί να περιέχει η εξήγηση που του δίνεται. Στους φοιτητές ζητήθηκε να δίνουν τις εξηγήσεις τους με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί ο Μπόμπος να καταλάβει. Στις εξηγήσεις που έδιναν οι φοιτητές ακολουθούσε με πρωτοβουλία του καθηγητή μια συζήτηση σχετικά με την καταλληλότητα των επιστημονικών εξηγήσεων σε συνάρτηση με το πλαίσιο μέσα στο οποίο αυτές δίνονται.

Παράλληλα με τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και τη διαδικασία επεξήγησης, δόθηκε στους φοιτητές εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήσαμε και που αποσκοπούσε να τους βοηθήσει να βελτιώσουν τις ικανότητες του σε επιχειρηματολογία και γόνιμο διάλογο. Το υλικό αυτό είναι στη μορφή χάρτη ιδεών (concept map), και περιέχει αντικρουόμενα επιχειρήματα που χρησιμοποίησαν οι ίδιοι οι φοιτητές στις συζητήσεις τους. Αποτελεί μια παραλλαγή της χρήσης των concept maps όπως προτάθηκε από τον Osborne (1997), και

χρησιμοποιήθηκε για να βοηθήσει τους φοιτητές να συζητήσουν τα αντικρουόμενα επιχειρήματα σε σχέση με την επιστημονική τους αρτιότητα, τη λογική συνοχή και την πληρότητα. Τόσο για λόγους χώρου όσο και έμφασης που θέλουμε να δώσουμε στον τομέα των επιστημονικών εξηγήσεων, στην παρούσα εργασία δεν θα αναφερθούμε πιο διεξοδικά στο υλικό αυτό και στην ανάπτυξη της δεξιότητας των μαθητών να επιχειρηματολογούν.

Κύριος σκοπός των παραπάνω παρεμβάσεων ήταν να δημιουργήσουμε ένα μαθησιακό περιβάλλον που προάγει την αυτονομία στη μάθηση. Ειδικοί σκοποί του μαθήματος ήταν: α) η ανάπτυξη της ικανότητας των φοιτητών να δίνουν σωστές και πλήρεις επιστημονικές εξηγήσεις, β) να αναπτύξουν οι φοιτητές ικανότητα για επιχειρηματολογία μέσα σε επιστημονικό πλαίσιο και γ) ως αποτέλεσμα να επιτύχουν βαθιά κατανόηση εννοιών της μηχανικής.

### Η αξιολόγηση της μεθόδου σε σχέση με την ικανότητα για επεξήγηση

Για να αξιολογήσουμε την επίδραση των παραπάνω παρεμβάσεων στην ικανότητα των φοιτητών να εξηγούν, κατασκευάσαμε ένα τεστ με 6 ερωτήσεις ανοιχτού τύπου το οποίο δόθηκε στους φοιτητές στην αρχή και στο τέλος του προγράμματος (Πίνακας 1). Οι ερωτήσεις αφορούσαν στην ευρύτερη περιοχή της μηχανικής και επιλέχθηκαν από τη διεθνή βιβλιογραφία πάνω στις εναλλακτικές αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών (Hestenes et al 1992). Ζητήσαμε από τους φοιτητές να μας πούν αν συμφωνούν ή διαφωνούν με τις δηλώσεις κάποιων συμφοιτητών τους και να εξηγήσουν γιατί. Στην επιλογή των ερωτήσεων λάβαμε υπόψη την ποικιλία τόσο σε επίπεδο δυσκολίας όσο και ειδικής θεματικής περιοχής, δεδομένου ότι αυτοί οι παράγοντες θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ικανότητα των φοιτητών να εξηγήσουν

Αναφορικά με τον πληθυσμό και το δείγμα της έρευνας, 40 φοιτητές κατά μέσο όρο συμμετείχαν στο πρόγραμμα σε κάθε μάθημα, ενώ 35 συγκεκριμένοι φοιτητές ήταν παρόντες σε περισσότερα από τα μισά μαθήματα. Από τους τελευταίους, συμπλήρωσαν το τεστ πριν και μετά το πρόγραμμα οι 33. Οι τελευταίοι επομένως αποτελούν και το δείγμα της παρούσας έρευνας. Οι απαντήσεις των φοιτητών στις 6 ερωτήσεις στα τεστ που συμπλήρωσαν πριν και μετά το μάθημα αναλύθηκαν ποιοτικά και κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο το περιεχόμενο και την ποιότητά τους. Όσον αφορά την ανάλυση σχετικά με το περιεχόμενο των εξηγήσεων, οι απαντήσεις των φοιτητών αρχικά κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες:

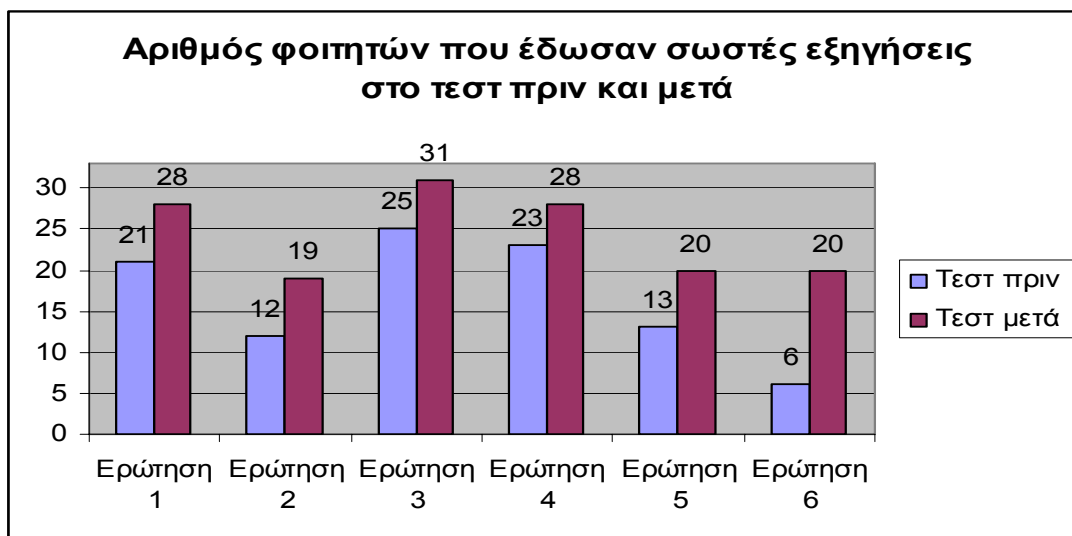
- α) *Σωστές εξηγήσεις*: περιέχει επιστημονικά σωστές ιδέες για τα φαινόμενα,
- β) *Λανθασμένες εξηγήσεις*: περιέχει εναλλακτικές αντιλήψεις των φοιτητών και
- γ) *Καμία εξήγηση*: περιλαμβάνει και τις απαντήσεις που δεν είχαν σχέση με την ερώτηση.

Στη συνέχεια η απάντηση του κάθε φοιτητή - για τις 6 ερωτήσεις και για το τεστ πριν και μετά το μάθημα - τοποθετήθηκε στην κατηγορία που αντιστοιχούσε. Ο μέσος όρος των απαντήσεων σε κάθε κατηγορία για κάθε ερώτηση υπολογίστηκε και για το τεστ πριν και για το τεστ μετά. Στο Σχήμα 1 δείχνουμε το μέσο όρο απαντήσεων για την κατηγορία 'Σωστές Εξηγήσεις' για το τεστ πριν και για το τεστ μετά.

Όπως φαίνεται από το Σχήμα 1 ο μέσος όρος των φοιτητών που έδωσαν σωστή εξήγηση μετά από την παρακολούθηση του προγράμματος είναι σημαντικά μεγαλύτερος από τον αριθμό αυτών που έδωσαν σωστή εξήγηση πριν παρακολουθήσουν το πρόγραμμα και στις 6 ερωτήσεις. Η πιο μικρή αλλαγή σημειώθηκε στην ερώτηση 4 (15% αύξηση) ενώ η πιο μεγάλη στην ερώτηση 6 (39% αύξηση). Αυτό συνεπάγεται στο ότι ο μέσος όρος των φοιτητών που έδωσαν λάθος εξήγηση και που δεν εξήγησαν μετά από την παρακολούθηση του προγράμματος είναι σημαντικά μικρότερος από τον αντίστοιχο πριν παρακολουθήσουν το πρόγραμμα και στις 6 ερωτήσεις. Θα πρέπει να τονιστεί ότι αυτή η πρόοδος δεν θα μπορούσε να αποδοθεί στη απομνημόνευση της σωστής απάντησης από τους φοιτητές, αφού ο διδάσκοντας δεν έπαιρνε θέση κατά τη διάρκεια του μαθήματος όταν ακούγονταν

Πίνακας 1: Οι ερωτήσεις της έρευνας

1	<p>Η Γεωργία υποστηρίζει ότι: « Αν αφήσω να πέσουν δύο μεταλλικές μπάλλες με το ίδιο μέγεθος ταυτόχρονα από την οροφή ενός κτιρίου και η μια ζυγίζει το διπλάσιο από τη άλλη, τότε η πιο βαριά θα κάνει το μισό χρόνο να πέσει από ό,τι η πιο ελαφριά.»</p> <p><input type="checkbox"/>ΣΥΜΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΙΑΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΕΝ ΞΕΡΩ</p> <p>Εξηγήστε....</p>
2	<p>Ο Γιάννης σας λέει ότι: « Αν οι ίδιες μπάλλες στις οποίες αναφέρεται η Γεωργία κυλούν στο ίδιο τραπέζι με την ίδια ταχύτητα και φτάσουν στην άκρη του, τότε η πιο βαριά θα πέσει στο έδαφος στη μισή οριζόντια απόσταση από την άκρη του τραπεζιού από την αντίστοιχη απόσταση που θα πέσει η πιο ελαφριά.»</p> <p><input type="checkbox"/>ΣΥΜΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΙΑΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΕΝ ΞΕΡΩ</p> <p>Εξηγήστε...</p>
3	<p>Ο Μάνος υποστηρίζει ότι: « Όταν ένα μεγάλο φορτηγό συγκρουστεί με ένα μικρό αυτοκίνητο, κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης η δύναμη που ασκεί το φορτηγό στο αυτοκίνητο είναι ίδιου μέτρου με τη δύναμη που ασκεί το αυτοκίνητο στο φορτηγό.»</p> <p><input type="checkbox"/>ΣΥΜΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΙΑΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΕΝ ΞΕΡΩ</p> <p>Εξηγήστε...</p>
4	<p>Η μηχανή ενός φορτηγού σταματάει ενώ αυτό κινείται. Ένα μικρό αυτοκίνητο το σπρώχνει έξω από το δρόμο ακουμπώντας στον πίσω προφυλακτήρα του. Η Μαρία σας λέει ότι: « Καθώς το αυτοκίνητο σπρώχνει το φορτηγό και επιταχύνει μέχρι να φτάσει τη μέγιστη ταχύτητά του, η δύναμη με την οποία το αυτοκίνητο σπρώχνει το φορτηγό είναι μεγαλύτερη σε μέτρο από τη δύναμη με την οποία το φορτηγό σπρώχνει το αυτοκίνητο.»</p> <p><input type="checkbox"/>ΣΥΜΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΙΑΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΕΝ ΞΕΡΩ</p> <p>Εξηγήστε...</p>
5	<p>Ο Βαγγέλης βλέπει το παρακατω σχήμα όπου οι θέσεις δύο σωμάτων σε διαδοχικές στιγμές που απέχουν μεταξύ τους κατά 0.20s παριστάνονται από τα αριθμημένα τετράγωνα. Επιπλέον ξέρει ότι τα σώματα κινούνται προς τα δεξιά. Σας λέει ότι: « Από το σχήμα βλέπω πως τα σώματα έχουν τις ίδιες ταχύτητες τις χρονικές στιγμές 2 και 5.»</p> <p><input type="checkbox"/>ΣΥΜΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΙΑΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΕΝ ΞΕΡΩ</p> <p>Εξηγήστε...</p>
6	<p>Ο Ιάκωβος λέει: « Για έναν άνθρωπο που βρίσκεται μέσα με έναν ασανσέρ που επιταχύνεται, δεν ισχύει η σχέση <math>N=B</math> (όπου <math>N</math> η κάθετη αντίδραση και <math>B</math> το βάρος του)»</p> <p><input type="checkbox"/>ΣΥΜΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΙΑΦΩΝΩ <input type="checkbox"/>ΔΕΝ ΞΕΡΩ</p> <p>Εξηγήστε...</p>

**Σχήμα 1:** Τα αποτελέσματα της έρευνας με βάση το περιεχόμενο των εξηγήσεων

αντικρουόμενες εξηγήσεις. Αντίθετα, θα πρέπει να ειπωθεί ως το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των φοιτητών καθώς συμμετείχαν σε διάλογο και των δικών τους αποφάσεων αναφορικά με το ποιά εξήγηση από αυτές που συζητούνται είναι σωστή.

Επιπλέον, οι απαντήσεις των φοιτητών αναλύθηκαν με βάση την ποιότητα των εξηγήσεων τους. Εδώ εστίασαμε μόνο στις εξηγήσεις των φοιτητών που ήταν σωστές και τις αναλύσαμε με βάση το πόσο πλήρεις είναι. Κριτήριο για την ανάλυση της ποιότητάς τους τέθηκε, με άλλα λόγια, ο βαθμός στον οποίο οι πληροφορίες που δίνει ο φοιτητής στην εξήγησή του είναι αρκετές για να στηρίζουν το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγει. Οι απαντήσεις των φοιτητών με βάση την πληρότητα των εξηγήσεων κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες:

- α) *Κατηγορία 1* (που περιλαμβάνει τις πιο πλήρεις εξηγήσεις),
- β) *Κατηγορία 2* (που περιλαμβάνει εξηγήσεις στις οποίες ο φοιτητής θα έπρεπε να δώσει περισσότερες πληροφορίες για να στηρίξει το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε) και
- γ) *Κατηγορία 3* ( που περιλαμβάνει εξηγήσεις στις οποίες μόνο το σωστό συμπέρασμα δίνεται από το φοιτητή).

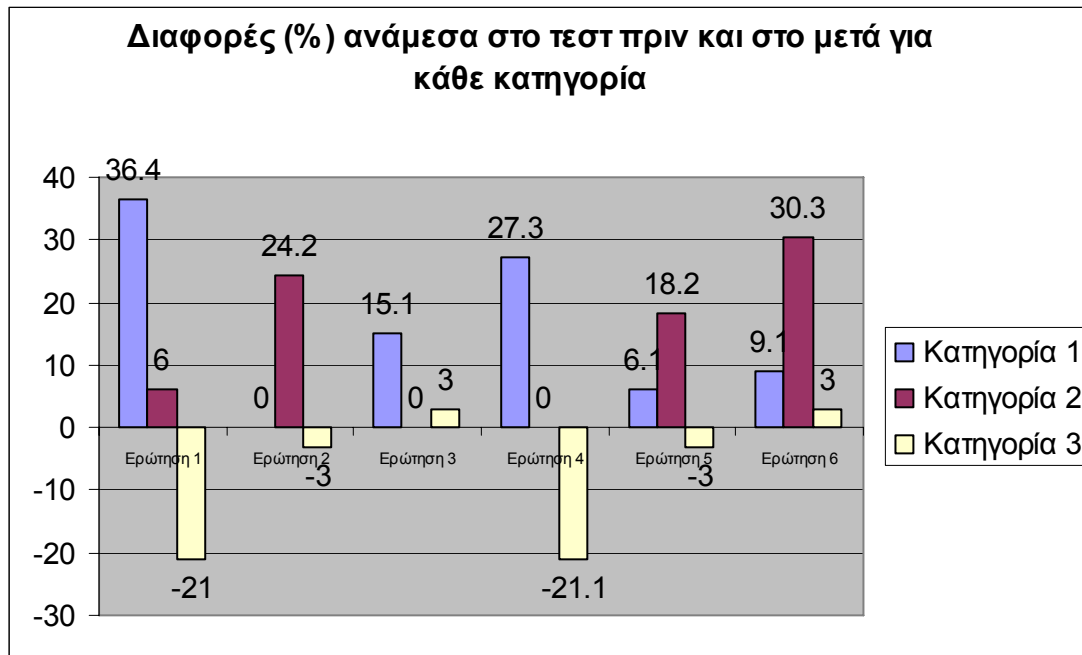
Για κάθε μια από τις 6 ερωτήσεις, μετρήθηκε ο αριθμός των απαντήσεων των φοιτητών που αντιστοιχεί σε κάθε κατηγορία τόσο στο τεστ πριν όσο και στο τεστ μετά. Στη συνέχεια υπολογίσαμε τις διαφορές στους αριθμούς σε κάθε κατηγορία και κάθε ερώτηση, τις οποίες και παρουσιάζουμε στο Σχήμα 2 με τη μορφή ποσοστών.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, σε 5 από τις 6 τις ερωτήσεις υπήρχε θετική διαφορά (που κυμαίνεται από +6.1% έως +36.5%) ανάμεσα στο τεστ πριν και στο τεστ μετά για τις εξηγήσεις που εμπίπτουν στην Κατηγορία 1. Η θετική διαφορά σημαίνει ότι περισσότεροι φοιτητές έδωσαν εξηγήσεις με μέγιστη πληρότητα μετά την παρακολούθηση του προγράμματος από ότι πριν. Σε καμία από τις ερωτήσεις για αυτή την κατηγορία δεν υπολογίστηκε αρνητική διαφορά, κάτι που δείχνει ότι κανένας από τους φοιτητές που είχε δώσει εξήγηση με μέγιστη πληρότητα, δεν 'έπεσε' σε κατηγορία με λιγότερο ποιοτικές εξηγήσεις.

Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα για την Κατηγορία 2 (που περιλαμβάνει εξηγήσεις στις οποίες ο φοιτητής θα έπρεπε να δώσει περισσότερες πληροφορίες για να στηρίξει το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε). Σε 5 από τις 6 ερωτήσεις σημειώθηκε θετική διαφορά ανάμεσα στο τεστ πριν και στο τεστ μετά που κυμαίνεται από +6% έως +30.3%. Κανένας φοιτητής που έδωσε απάντηση στην Κατηγορία 2 στο τεστ πριν δεν πέρασε στην Κατηγορία

3 στο τεστ μετά το μάθημα, άρα δεν μείωσε την ικανότητα του να δίνει πλήρεις εξηγήσεις. Αντίθετα, σε 4 από τις 6 ερωτήσεις αναφορικά με την Κατηγορία 3 σημειώνονται αρνητικές διαφορές ανάμεσα στο τεστ πριν και μετά ( από -21% έως -3%). Ωστόσο αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει εξηγήσεις στις οποίες μόνο το σωστό συμπέρασμα δίνεται από το φοιτητή. Επομένως το γεγονός ότι λιγότερες απαντήσεις στο τεστ μετά από ότι στο τεστ πριν εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία αποτελεί θετικό στοιχείο. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν στο σύνολό τους ότι μέσα από την παρακολούθηση του συγκεκριμένου προγράμματος διδασκαλίας οι φοιτητές βελτίωσαν την ικανότητα τους να παρέχουν τόσο επιστημονικά σωστές απαντήσεις, όσο και πλήρεις από άποψη ποιότητας.

**Σχήμα 2:** Τα αποτελέσματα της έρευνας με βάση την ποιότητα των εξηγήσεων



### Συμπεράσματα και συνέπειες

Ο στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να παρουσιάσει την ανάπτυξη και την αξιολόγηση ενός διδακτικού προγράμματος για πρωτοετείς φοιτητές φυσικής που βασίζεται στη συνεργατική μάθηση και στο διάλογο. Τονίστηκε ότι η ανάγκη μιας τέτοιας μεθόδου δεν πηγάζει μόνο από το σημαντικό ρόλο που παίζει ο διάλογος στην κατανόηση εννοιών της φυσικής. Εκτός από αυτό, ένα συνεργατικό μοντέλο διδασκαλίας στα Πανεπιστήμια είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη δεξιοτήτων στους φοιτητές που θεωρούνται στόχοι της ανώτατης εκπαίδευσης, όπως η ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας. Η ανάπτυξη ενός προγράμματος σχεδιασμένου να προάγει τις ικανότητες για επέξηση και επιχειρηματολογία μπορεί να θεωρηθεί ένα μέσο για την επίτευξη αυτού του σκοπού, αφού οι παραπάνω δεξιότητες συνδέονται θετικά με την καλλιέργεια κριτικής σκέψης.

Εφαρμόσαμε και παρουσιάσαμε στις παραπάνω γραμμές συγκεκριμένες διδακτικές πράξεις με σκοπό να προάγουμε την ικανότητα των φοιτητών να εξηγούν και να επιχειρηματολογούν: Τη χρησιμοποίηση μιας φανταστικής φιγούρας ενός μαθητή λυκείου για να παρακινήσουμε τους φοιτητές να σκεφτούν και να συμμετάσχουν στη διαδικασία της εξήγησης και υλικό βασισμένο σε χάρτη ιδεών με επιχειρήματα φοιτητών για να βοηθήσουμε τους φοιτητές να βελτιώσουν την ικανότητα τους να επιχειρηματολογούν. Τα αποτελέσματα της ποιοτικής έρευνας που διεξάγαμε και παρουσιάσαμε πιο πάνω έδειξαν

βελτίωση όσον αφορά την ικανότητα των φοιτητών να δίνουν σωστές επιστημονικά και πλήρεις ποιοτικά εξηγήσεις.

Τα αποτελέσματα αυτά αποκτούν ιδιαίτερο ενδιαφέρον αν ειπωθούν μέσα από το πρίσμα της εκπαίδευσης μελλοντικών εκπαιδευτικών στα Ελληνικά Πανεπιστήμια. Είναι γεγονός ότι στην ελληνική τριτοβάθμια εκπαίδευση και ειδικά στα τμήματα φυσικής, ο τρόπος διδασκαλίας είναι ακόμα προσκολλημένος στο παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας μέσω διαλέξεων. Το μοντέλο αυτό εστιάζει στη μετάδοση γνώσεων από τον καθηγητή στο φοιτητή και θέτει ως κύριους στόχους την κατανόηση εννοιών και τη μάθηση επίλυσης αλγεβρικών προβλημάτων. Η ανάπτυξη πιο σύνθετων ικανοτήτων όπως αυτή της επεξήγησης θεωρούνται ίσως από κάποιους ότι δεν έχουν θέση στο διδακτικό πρόγραμμα ενός πανεπιστημίου.

Στην προσέγγιση, όμως, αυτή παρακάμπεται το γεγονός ότι ένα σημαντικό ποσοστό των σημερινών φοιτητών τμημάτων φυσικής θα αποτελέσει τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Και πως στην εκπαιδευτική πράξη, η ικανότητα του εκπαιδευτικού να επεξηγεί και να συμμετέχει και ο ίδιος σε διάλογο με τους μαθητές του παίζει ίσως εξίσου σημαντικό ρόλο όσο η επιστημονική και η παιδαγωγική γνώση. Εγείρεται επομένως το ερώτημα του κατά πόσο η προσκόλληση στους υπάρχοντες τρόπους διδασκαλίας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και σε σκοπούς που αφορούν μόνο στην απόκτηση γνώσεων έχει συμβάλει στο φαινόμενο των ακατάρτιστων εκπαιδευτικών στην ελληνική πραγματικότητα. Ίσως ο καταρτισμένος εκπαιδευτικός δεν είναι μόνο εκείνος που κατέχει την επιστημονική και παιδαγωγική γνώση. Είναι επίσης αυτός που από ήδη από τα χρόνια που σπουδάζει το αντικείμενό του καταφέρνει και αναπτύσσει ικανότητες απαραίτητες στο διδακτικό του ρόλο, όπως αυτή της επεξήγησης. Η πρόταση που παρουσιάσαμε σε αυτή την εργασία μπορεί να ειπωθεί ως ένα μέσο για την επίτευξη αυτού του σκοπού.

## Παραπομπές

- Crouch, C.H. & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten Years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69 (9), 970-77.
- Fagen, A., Crouch, C. & Mazur, E. (2002). Peer-Instruction: Results from a range of classrooms. *The Physics Teacher*, 40, 206-9.
- Gautreau, R. & Novemsky, L. (1997). Concepts first – A small group approach to physics learning. *American Journal of Physics*, 65 (5), 418-28.
- Gilbert, J.K. & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20 (1), 83-97.
- Hestenes, D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30 (3), 141-58.
- Lemke, J.L. (1990). *Talking science: Language learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Martunnen, M. (1992). Commenting on written arguments as a part of argumentation skills-comparison between students engaged in traditional vs on-lone study. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 36 (4), 289-302.
- Meltzer, D. & Manivannan, K. (2002). Transforming the lecture hall environment: the fully interactive physics lecture. *American Journal of Physics*, 70 (6), 639-54.
- Mills, D., McKittrick, B., Mulhall, P. & Feteris, F.(1999). CUP: cooperative learning that works. *Physics Education*, 34(1), 11-5.
- Osborne, J. (1997). Practical alternatives. *School Science Review*, 78, 61-6.
- Solomon, J. (1986). Children's explanations. *Oxford Review of Education*, 12 (1), 41-51.