

Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό στην έννοια της δύναμης

Κώστας Θ. Κων/νος*, Κολοβός Χρήστος

Επίκουρος Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου
Ιωαννίνων, kkotsis@cc.uoi.gr

Εκπαιδευτικός Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης,
Μετεκπαιδευόμενος του Διδασκαλείου Π.Τ.Δ.Ε.
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Θεματική Ενότητα: Πρώιμες Φυσικές έννοιες, εναλλακτικές αντιλήψεις, εννοιολογική αλλαγή, συναισθηματικοί παράγοντες στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών
Επίπεδο Εκπαίδευσης: Δεύτερη Σχολική Ηλικία (Δημοτικό),
Κατηγορία Εργασίας: Εμπειρική - Πειραματική έρευνα

Περίληψη: Στην εργασία αυτή αφού επισημαίνεται ο ρόλος των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών στη διδασκαλία και στη μάθηση, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα εμπειρικής έρευνας από 426 παιδιά Δημοτικού σχολείου, ηλικίας 10-12 χρονών. Ανιχνεύονται εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για την έννοια της δύναμης, καταγράφεται ο βαθμός της εννοιολογικής αλλαγής αυτών μετά την διδασκαλία και τη διάρκεια της γνώσης που απέκτησαν

Λέξεις Κλειδιά: Εναλλακτικές αντιλήψεις, εννοιολογική αλλαγή, δύναμη

Abstract: In this paper we present a search about the children's alternative conceptions about the force. The research has been done in 426 students of Primary School, age of 10-12 years old. Also it is recorded the degree of the conceptual change of these ideas and what is the duration of the new knowledge.

1. Εισαγωγή

Σύμφωνα με τη σύγχρονη θεώρηση της Διδακτικής της Φυσικής, κυρίαρχο ρόλο στη μάθηση παίζουν οι ιδέες που έχουν τα παιδιά για τα φυσικά φαινόμενα πριν τα διδαχτούν στο σχολείο. Ο μαθητής πριν διδαχτεί στο σχολείο οποιαδήποτε έννοια έχει διαμορφώσει τη δική του άποψη για αυτήν. Τα παιδιά μέσα από την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα αρχίζουν να οικοδομούν ένα ευρύ φάσμα ιδεών για το πως λειτουργεί ο κόσμος. Οι ιδέες αυτές χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ότι υποπίπτει στην αντίληψή τους.

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών έχουν γενικότητα και διαχρονική ισχύ, παρόλο που μερικές από αυτές διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη του μαθητή ή την επίδραση της διδασκαλίας. Οι ιδέες των παιδιών δεν απλές παρανοήσεις που οφείλονται σε κακή πληροφόρηση, αλλά δημιουργούνται από τους μηχανισμούς που αυτά διαθέτουν και με τους οποίους αντιλαμβάνονται ότι συμβαίνει γύρω τους. Πολλοί ερευνητές¹ υποστηρίζουν ότι οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών δεν αποτελούν τα συνηθισμένα λάθη χωρίς ιδιαίτερη σημασία, αλλά νοητικές κατασκευές τις οποίες τα παιδιά χρησιμοποιούν για να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα.

Ο Ausubel από το 1968 έγραφε² «ο πιο σπουδαίος απλός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι αυτό που ο μαθητής ήδη γνωρίζει. Εξακριβώσέ το και δίδαξε τον σύμφωνα με αυτό». Η άποψη αυτή οριοθετεί και προσδιορίζει τη σημασία των ιδεών στη μάθηση και στη διδασκαλία. Η εποικοδομητική υπόθεση της μάθησης θεωρεί τα υποκείμενα ως συμμετέχοντα ενεργά στη δόμηση των δικών τους νοημάτων. Κάθε νέα πληροφορία, από όπου και αν προέρχεται αφομοιώνεται από το υποκείμενο με τρόπο που εξαρτάται από τη φύση και την οργάνωση των γνωστικών δομών. Αυτό συνεπάγεται:

α) Διαφορετική δομή θα αξιοποιηθεί με ξεχωριστό τρόπο τη νέα πληροφορία, δηλαδή ο κάθε μαθητής αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση από πλευρά γνωστικής δομής και
β) Η νέα γνώση θα αφομοιωθεί μόνο όταν ενσωματωθεί στην υπάρχουσα δομή του μαθητή, αλλιώς θα απομονωθεί και θα χαθεί.

Η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες δεν περιλαμβάνει μόνο την αποδοχή των νέων ιδεών, αλλά και επίσης και την τροποποίηση ή κατάργηση των προϋπαρχουσών ιδεών του³. Συνεπώς η γνώση δεν «μεταβιβάζεται» ούτε γίνεται αποδεκτή παθητικά, αλλά εποικοδομείται ενεργά από τα υποκείμενα⁴. Είναι φανερό ότι αυτή η αντίληψη για τη μάθηση έχει πολύ σημαντικές συνέπειες στη διδασκαλία, αφού ο μαθητής γίνεται πρωταγωνιστής της διαδικασίας και όχι παθητικός δέκτης μηνυμάτων όπως τον ήθελε το παραδοσιακό πρότυπο. Ο δάσκαλος

* Πρόσωπο επικοινωνίας

¹ Gilbert, J.K., Osborne, R.J. and Fensham P.J. (1982), Children's Science and its consequences for teaching. Science Education, V66(4)

² Ausubel D. (1968) Educational Psychology. A Cognitive View. Reinhart, N. York

³ Καριωτόγλου, Π. (1990). Προβλήματα Διδασκαλίας και Μάθησης της Μηχανικής των Ρευστών. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

⁴ Wheatley, G. (1991). Constructivist Perspectives in Science and Mathematics Learning. Science Education 75.

προκαλεί μηνύματα στους μαθητές, που είναι διαφορετικά για τον καθένα και έτσι το κάθε άτομο κατασκευάζει τη δική του γνώση, που είναι δυνατόν να διαφέρει όχι μόνο από το επιστημονικό πρότυπο αλλά και από τις απόψεις των άλλων. Ο ρόλος του δασκάλου είναι ιδιαίτερα σημαντικός γιατί με τις στρατηγικές παρεμβάσεις του προσπαθεί να τροποποιήσει τις διαισθητικές αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες της φυσικής και τα φυσικά φαινόμενα σε γνώσεις που είναι πιο συμβατές με το αντίστοιχο επιστημονικό πρότυπο. Η αναδόμηση της ήδη υπάρχουσας γνώσης των παιδιών και η πραγματοποίηση της εννοιολογικής αλλαγής απαιτεί την αποδοχή από τον δάσκαλο των εναλλακτικών ιδεών τους και τη χρησιμοποίησή τους στη διδασκαλία εννοιών της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο.

Η παρούσα εργασία αφού καταγράφει τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για την έννοια της δύναμης, προσπαθεί να διαπιστώσει με τη διδασκαλία που γίνεται σήμερα στο Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο, αν συμβαίνει εννοιολογική αλλαγή πάνω σε αυτήν την έννοια και αν έχει υφίσταται χρονική διάρκεια αυτής της νέας γνώσης.

2. Η Έρευνα

Η εργασία αυτή παρουσιάζει τα αποτελέσματα εμπειρικής έρευνας που έγινε σε μαθητές Δημοτικών Σχολείων του Νομού Αιτωλοακαρνανίας, για την έννοια της δύναμης. Η έρευνα έγινε το έτος 2001 και απευθύνθηκε τόσο σε μαθητές της Δ΄ Τάξης του Δημοτικού, όσο και σε μαθητές της Ε΄ Τάξης που είχαν πρόσφατα διδαχθεί την έννοια της δύναμης και σε μαθητές της ΣΤ΄ Τάξης για να διαπιστωθεί κατά πόσο έχει διάρκεια η επιστημονική γνώση. Η διδασκαλία των μαθητών της Ε΄ Τάξης είχε γίνει με τη βοήθεια του σχολικού εγχειριδίου «Ερευνώ το Φυσικό κόσμο»⁵. Οι μαθητές ανήκαν σε Δημοτικά Σχολεία που βρίσκονται σε αστικές, ημιαστικές και αγροτικές περιοχές. Η έρευνα αποτελεί μέρος ευρύτερης προσπάθειας στο ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων η οποία στοχεύει να καταγράψει αν η διδασκαλία της Φυσικής στην Ελληνική Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση συμβάλει σε εννοιολογική αλλαγή των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών. Η έρευνα έγινε με γραπτό ερωτηματολόγιο, που περιλάμβανε πέντε ερωτήσεις κλειστού τύπου. Με τα ερωτήματα επιδιώχθηκε η ανίχνευση των μαθητών στο πως ερμηνεύουν απλά φαινόμενα της καθημερινής τους εμπειρίας που στηρίζονται στην έννοια της δύναμης.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Δύναμη λέγεται η αιτία:

α) Που παραμορφώνει ένα σώμα.

β) Που του αλλάζει την κινητική του κατάσταση.

γ) Που κάνει και τα δυο παραπάνω.

δ) Τίποτε από τα παραπάνω

2) Σπρώχνουμε μια μπάλα κι αυτή κινείται. Σπρώχνουμε έναν τοίχο που μένει ακίνητος. Σε ποια περίπτωση ασκούμε δύναμη:

α) Όταν σπρώχνουμε την μπάλα.

β) Όταν σπρώχνουμε τον τοίχο.

γ) Και στις δυο περιπτώσεις.

δ) Σε καμία περίπτωση.

3) Πότε ενεργεί μια δύναμη σε μία μπάλα:

α) Όταν σπρώχνουμε την μπάλα κι αυτή αρχίζει να κινείται.

β) Όταν σταματάμε την μπάλα που κινείται.

γ) Και στις δυο περιπτώσεις.

δ) Σε καμία περίπτωση.

4) Ένα παιδί πετά μια πέτρα, τότε εξασκεί δύναμη:

α) Τη στιγμή που η πέτρα φεύγει από το χέρι του.

β) Όταν η πέτρα βρίσκεται στον αέρα.

γ) Και στις δυο περιπτώσεις.

δ) Σε καμία περίπτωση.

5) Συναντάς ένα φίλο σου και τον χαιρετάς χτυπώντας του το χέρι «κόλα πέντε». Ασκείται στο χέρι σου και στο χέρι του φίλου σου:

α) Δυο δυνάμεις με την ίδια κατεύθυνση.

β) Δύο δυνάμεις με την αντίθετη κατεύθυνση.

γ) Δύο δυνάμεις με διαφορετικές κατευθύνσεις.

⁵ ΟΕΔΒ (1998). Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο, Φυσικά Ε΄τάξης. Αθήνα.

Το ερωτηματολόγιο πριν τη διακίνησή του, τέθηκε υπόψη δασκάλων που είχαν διδάξει την έννοια της δύναμης και μας διαβεβαίωσαν ότι οι ερωτήσεις αντιστοιχούσαν στο περιεχόμενο και το επίπεδο δυσκολίας της διδασκαλίας τους. Το ερωτηματολόγιο-πιλότος, δόθηκε στο Δημοτικό Σχολείο Λεπενούς, για τον έλεγχο της σαφήνειας των ερωτημάτων. Εφόσον οι απαιτούμενες αλλαγές ήσαν επουσιώδεις, διακινήθηκε σε 16 Δημοτικά Σχολεία του Νομού Αιτωλοακαρνανίας και το τελικό δείγμα μαθητών ανήλθε σε 426 άτομα το οποίο αντιστοιχεί στο 9% του συνόλου των μαθητών του νομού. Στο δείγμα υπήρχε μια ελάχιστη υπεροχή του ποσοστού των κοριτσιών (50.5%), έναντι των αγοριών (49.5%). Τα παιδιά είχαν ενημερωθεί για τους σκοπούς της έρευνας και συμμετείχαν οικειοθελώς (δεν υπήρξαν άτομα που αρνήθηκαν να λάβουν μέρος).

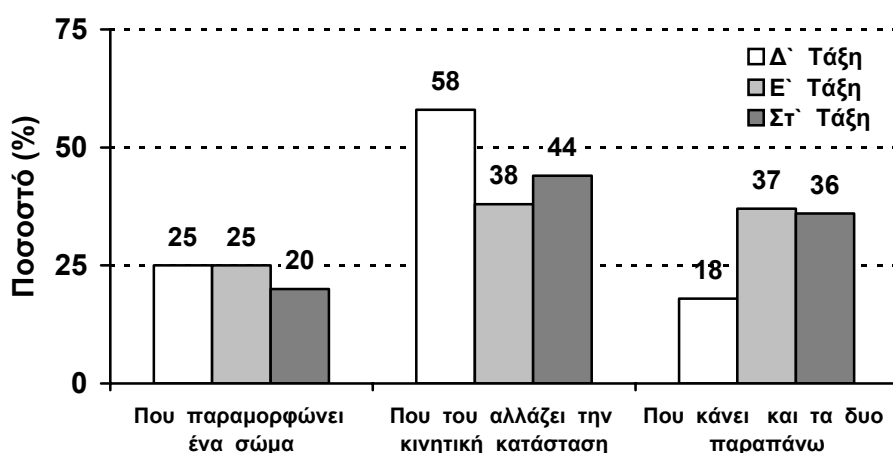
Στο ερωτηματολόγιο δεν αναζητήθηκε να καταγραφούν όλες οι παρανοήσεις και τα νοητικά μοντέλα των μαθητών στην έννοια της δύναμης⁶, διότι ο σκοπός της έρευνας κατευθύνονταν στο κατά πόσο μεταβάλλονται αυτά μετά από την διδασκαλία της έννοιας της δύναμης. Με το πρώτο ερώτημα αναζητείται να διερευνηθεί με ποια αποτελέσματα συνδέουν την δύναμη τα παιδιά, ενώ στο δεύτερο, τρίτο και τέταρτο επιδιώχθηκε η ανίχνευση των αντιλήψεων της επίδρασης της δύναμης σε κινούμενα ή ακίνητα αντικείμενα. Τέλος με την πέμπτη ερώτηση διερευνάται στο πως μπορεί να αντιληφθούν τα παιδιά τη διανυσματική ιδιότητα της δύναμης.

Οι μαθητές της Δ' Τάξης δεν έχουν διδαχθεί ποτέ έννοιες της Φυσικής, ενώ οι μαθητές της Ε' Τάξης είχαν διδαχθεί δύο μήνες πριν τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, την έννοια της δύναμης. Τέλος οι μαθητές της ΣΤ' Τάξης την είχαν διδαχθεί ένα χρόνο πριν. Από τη σύγκριση των απόψεων των μαθητών της Ε' και της ΣΤ' Τάξης θα προκύψουν τα στοιχεία για τη διάρκεια της γνώσης που αποκτήθηκε στο σχολείο.

3. Τα αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται κατά ερώτημα, με την μορφή ραβδόγραμμάτων των απαντήσεων των μαθητών ανά τάξη. Για κάθε ερώτημα γίνεται σύγκριση ανά τάξη και σχολιασμός των απαντήσεων.

Στο πρώτο ερώτημα που ερωτάται ουσιαστικά ο ορισμός της δύναμης, η κατανομή των απαντήσεων φαίνεται στο σχήμα 1.

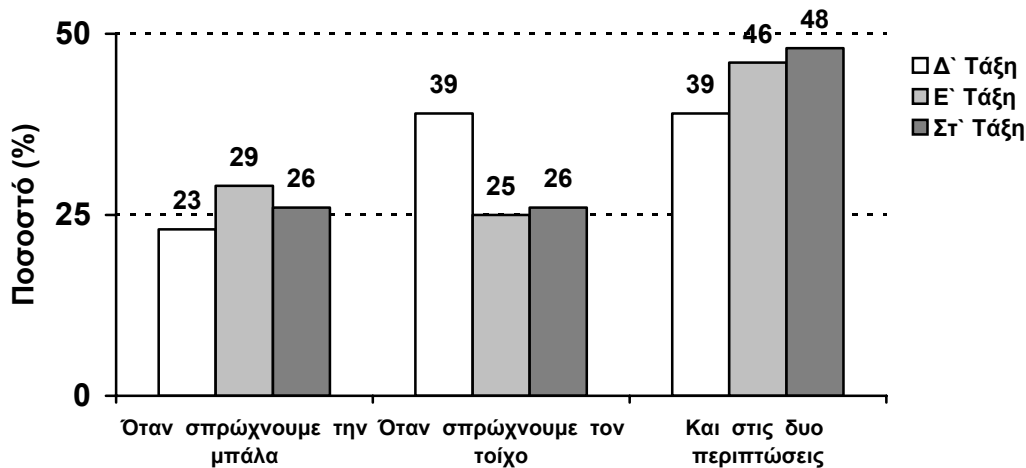


Σχήμα 1: Το ραβδόγραμμα των απαντήσεων των μαθητών στο πρώτο ερώτημα για το τι λέγεται δύναμη

Από τις απαντήσεις των μαθητών προκύπτει ότι τα περισσότερα παιδιά (58%) της Δ' Τάξης συνδέουν τη δύναμη με τη κίνηση των αντικειμένων, ενώ με την έννοια της παραμόρφωσης το συνδέουν το 25% των μαθητών. Η σωστή απάντηση (και τα δύο) σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο δίνεται μόνο από το 18% των μαθητών. Το ποσοστό αυτό σχεδόν διπλασιάζεται (37%) μετά από την διδασκαλία της δύναμης στην Ε' Τάξη. Αυτό οφείλεται στο ότι το σχολικό εγχειρίδιο κάνει αναφορά στα αποτελέσματα της δύναμης επάνω στα σώματα (παραμόρφωση και αλλαγή κινητικής κατάστασης) και έτσι δίνει τον ορισμό της δύναμης. Οι μαθητές που έχουν αποκτήσει αυτή τη γνώση φαίνεται να τη διατηρούν και ένα χρόνο μετά (36%).

Στο δεύτερο ερώτημα, όπου γίνεται η σύνδεση της δύναμης με ακίνητο και κινούμενο αντικείμενο, οι απαντήσεις των μαθητών φαίνεται στο σχήμα 2.

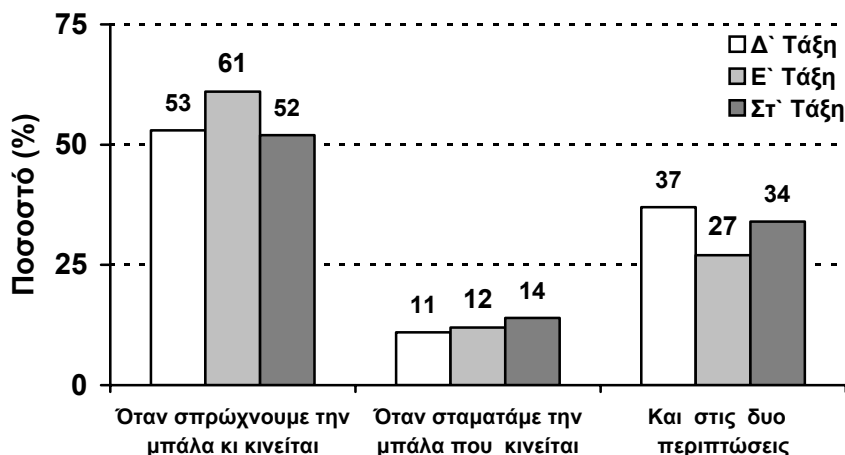
⁶ Κόκκοτας, Π. (1998). Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα



Σχήμα 2: Το ραβδόγραμμα των απαντήσεων των μαθητών στο δεύτερο ερώτημα για το πότε εξασκείται μια δύναμη σε κινούμενο και σε ακίνητο σώμα.

Οι μαθητές πριν διδαχθούν την έννοια της δύναμης έχουν αντίληψη σε ποσοστό (39%), ότι τόσο στη περίπτωση του ακίνητου σώματος (τοίχος), όσο και του κινούμενου (μπάλα) εξασκείται δύναμη. Δηλαδή έχουν σωστά νοητικά διαμορφωμένο το επιστημονικό πρότυπο. Ίδιο ποσοστό νομίζει ότι η δύναμη εφαρμόζεται μόνο στη περίπτωση του τοίχου, διότι συνδέουν την ισχυρή μυϊκή προσπάθεια για τη μετακίνησή του, με την έννοια της δύναμης, ενώ τέλος το 23% συνδέει την δύναμη με την ορατή μετακίνηση του αντικειμένου. Οι αντιλήψεις αυτές μεταβάλλονται, όσον αφορά το επιστημονικό πρότυπο μόνο κατά 18% και από 39% γίνεται 46% στη Ε' Τάξη μετά από διδασκαλία της έννοιας της δύναμης και η γνώση αυτή φαίνεται να διατηρείται (48%) και μετά από ένα χρόνο (48%).

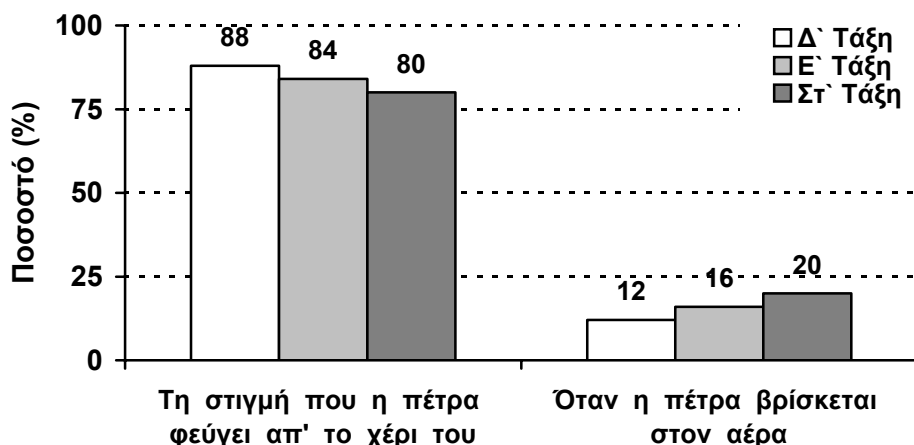
Το τρίτο ερώτημα αναφέρεται πάλι στη μεταβολή της κίνησης ενός σώματος, μιας μπάλας, μόνο που εδώ υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι μεταβολής της κίνησης. Πρώτον, από ηρεμία η μπάλα αρχίζει και κινείται και δεύτερον, ενώ κινείται την σταματάμε. Για το πότε εξασκείται δύναμη οι μαθητές έδωσαν τις απαντήσεις που φαίνεται στο σχήμα 3. Οι μαθητές της Δ' Τάξης, συνδέουν τη δύναμη περισσότερο με την έναρξη της κίνησης (53%), ενώ μόνο το 37% θεωρούν ότι τόσο στο ξεκίνημα, όσο και στο σταμάτημα της μπάλας εξασκείται δύναμη.



Σχήμα 3. Το ραβδόγραμμα των απαντήσεων των μαθητών στο τρίτο ερώτημα για δύο διαφορετικούς τρόπους μεταβολής της κίνησης ενός σώματος

Το ποσοστό της ορθής απάντησης, μετά τη διδασκαλία της έννοιας της δύναμης στη Ε' Τάξη, μειώνεται σε 27%, γεγονός που σημαίνει ότι ο μαθητής δεν αποκομίζει το επιστημονικό πρότυπο και το επαναφέρει μετά από ένα χρόνο σχεδόν, δηλαδή στη ΣΤ' Τάξη, στο προηγούμενο ποσοστό (34%). Με το τρόπο της διδασκαλίας της δύναμης, ο μαθητής συνδέει ακόμα περισσότερο την δύναμη με την ξεκίνημα μιας κίνησης και όχι με το σταμάτημά της. Αυτό σχετίζεται με το γεγονός ότι, είναι πιο εύκολο ο Εκπαιδευτικός να αναφέρει ή και να δείξει ένα παράδειγμα όπου το σώμα από την ηρεμία αρχίζει να κινείται παρά ένα κινούμενο σώμα που σταματά.

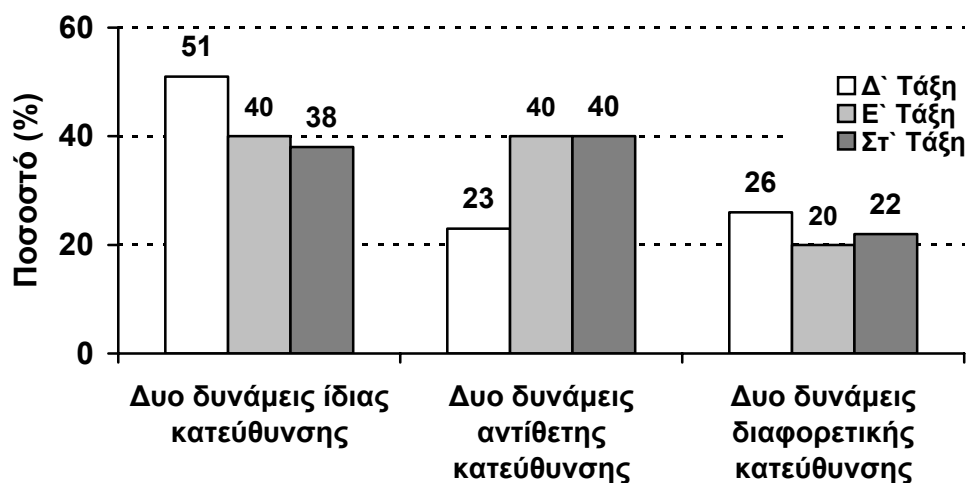
Το τέταρτο ερώτημα αναφέρεται σε ένα σώμα (πέτρα), όπου από επαφή δέχεται μια δύναμη και αρχίζει να κινείται. Το πότε εξασκείται δύναμη οι μαθητές έδωσαν τις απαντήσεις που φαίνεται στο σχήμα 4.



Σχήμα 4. Το ραβδόγραμμα των απαντήσεων των μαθητών στο τέταρτο ερώτημα για το αν υφίσταται η δύναμη όταν σταματήσει η επαφή μεταξύ δύο σωμάτων.

Οι μαθητές πιστεύουν ορθά σε μεγάλο ποσοστό (88%), ότι η δύναμη εξασκείται μόνο τη στιγμή που φεύγει η πέτρα από το χέρι τους. Ένα μικρό ποσοστό 12% θεωρεί ότι η δύναμη εξακολουθεί να υπάρχει και όταν η πέτρα βρίσκεται στον αέρα. Το περίεργο είναι ότι αυτό το ποσοστό αυξάνει λίγο (16%) μετά τη διδασκαλία της δύναμης στην Ε' Τάξη, και ακόμα περισσότερο (20%) ένα χρόνο μετά. Μπορεί η μεταβολή να βρίσκεται στα όρια του στατιστικού σφάλματος, αλλά σαφέστατα εμφανίζεται μια τάση αύξησης που αξίζει περισσότερο έρευνας.

Τέλος στο πέμπτο ερώτημα ανιχνεύεται το αν οι μαθητές μπορούν να συνδέσουν την έννοια της δύναμης με το διανυσματικό χαρακτήρα της. Στην Ε' Τάξη οι μαθητές διδάσκονται το γνώρισμα αυτό της δύναμης. Το ερώτημα τέθηκε με τέτοιο τρόπο που δεν χρησιμοποιεί τις λέξεις διεύθυνση και φορά του επιστημονικού προτύπου χρησιμοποιεί την κατεύθυνση που πιστεύουμε ότι είναι γνωστή και στους μαθητές της Δ' Τάξης. Τα ερωτηματολόγια που απευθύνθηκαν στους μαθητές της Ε' και ΣΤ' Τάξης είχαν αντί της λέξης κατεύθυνσης, τις λέξεις διεύθυνση και φορά. Οι απαντήσεις των μαθητών σε αυτό το ερώτημα φαίνονται στο σχήμα 5.



Σχήμα 5. Το ραβδόγραμμα των απαντήσεων των μαθητών στο πέμπτο ερώτημα για το διανυσματικό χαρακτήρα της δύναμης.

Το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών της Δ' Τάξης δεν αντιλαμβάνονται τον διανυσματικό χαρακτήρα της δύναμης και για αυτό μόνο 23% δίνουν την ορθή απάντηση του επιστημονικού προτύπου. Μετά την διδασκαλία τους στην Ε' Τάξη το ποσοστό αυτό αυξάνεται σε 40%, σχεδόν διπλασιάζεται, αλλά εξακολουθεί να είναι μικρό συγκρινόμενο με το σύνολο των μαθητών. Η διάρκεια γνώσης παραμένει σταθερή και ένα χρόνο μετά, αλλά πάντα στα ίδια χαμηλά επίπεδα (40%).

4. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα μπορούμε να κάνουμε ορισμένες διαπιστώσεις για τις αντιλήψεις των παιδιών στην έννοια της δύναμης και κατά πόσο τις μετέβαλλε η διδασκαλία τους στο σχολείο. Η προσέγγιση των μαθητών στα προβλήματα είναι φαινομενολογική και όχι εννοιολογική. Γίνεται με την βοήθεια των εμπειριών ή

χαρακτηριστικών τα οποία αντιλαμβάνονται με τις αισθήσεις. Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη δύναμη προέρχονται από την καθημερινή εμπειρία της κίνησης, των συγκρούσεων και των προσπαθειών που καταβάλλονται για τη μετακίνηση των σωμάτων. Οι ιδέες τους επηρεάζονται ακόμα από τις σημασίες που αποδίδονται στη λέξη δύναμη στη καθημερινή ζωή.

Τα ευρήματα της έρευνας βρίσκονται σε συμφωνία με αυτά της διεθνούς βιβλιογραφίας⁷⁻⁸. Οι μαθητές πιστεύουν ότι η δύναμη συνδέεται με την κίνηση του σώματος⁹, όπως προκύπτει από τις απαντήσεις των ερωτημάτων 1 και 4. Από το ερώτημα 2 προκύπτει ότι οι μαθητές θεωρούν ότι η δύναμη σχετίζεται με την έννοια της μωϊκής δύναμης¹⁰. Το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει και από την αντίληψη που έχουν μαθητές της Δ΄ Τάξης ότι δύναμη είναι η αιτία που παραμορφώνει ένα σώμα. Από το ερώτημα 5 προκύπτει ότι οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται τον διανυσματικό χαρακτήρα της δύναμης, κάτι που εμφανίζεται και σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης¹¹. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη παρούσα εργασία ανιχνεύθηκε και μια άλλη παρανόηση των παιδιών με την έννοια της δύναμης. Από το ερώτημα 3 προκύπτει ότι τα παιδιά δεν συνδέουν την δύναμη με την ιδιότητα της, να σταματά κινούμενα αντικείμενα. Συνδέουν το αίτιο της δύναμης μόνο με την έναρξη της κίνησης και όχι με το τέλος της.

Οι μαθητές εμφανίζουν μεγάλη προσκόλληση στις εναλλακτικές ιδέες τους και δύσκολα επηρεάζονται από τον τρόπο διδασκαλία που γίνεται σήμερα στο Δημοτικό Σχολείο. Γνωρίσματα της διδασκόμενης έννοιας της δύναμης δεν υιοθετούνται από τους μαθητές, όταν έρχονται σε αντίθεση με την εμπειρία τους. Αυτοί επιστρέφουν στις προηγούμενες εδραιωμένες αντιλήψεις τους οι οποίες έχουν διαμορφωθεί από την διδασκαλία. Το κατά πόσο έχει συντελεσθεί εννοιολογική αλλαγή κατά τη διδασκαλία σε χαρακτηριστικά της έννοιας της δύναμης, παρουσιάζεται στον πίνακα 1, όπου παρουσιάζονται οι ορθές απαντήσεις κατά ερώτημα και τάξη. Μόνο για τα γνωρίσματα της δύναμης ότι μπορεί να παραμορφώνει και να κινεί ένα σώμα (ερώτημα 1) και ότι έχει διανυσματικό χαρακτήρα (ερώτημα 2), διπλασιάστηκε σχεδόν το ποσοστό των μαθητών που ακολουθούν το επιστημονικό πρότυπο και το ποσοστό αυτό παράμενε σταθερό και ένα χρόνο μετά, δηλώνοντας τη διάρκεια της γνώσης.

	Δ΄ Τάξη	Ε΄ Τάξη	ΣΤ΄ Τάξη
Ερώτημα 1	18 %	37 %	36 %
Ερώτημα 2	39 %	46 %	48 %
Ερώτημα 3	37 %	27 %	34 %
Ερώτημα 4	88 %	84 %	80 %
Ερώτημα 5	23 %	40 %	40 %

Πίνακας 1. Τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων κατά τάξη.

Βέβαια και στις δύο αυτές περιπτώσεις το ποσοστό σε σύγκριση με το σύνολο των μαθητών είναι κάτω του μισού (≈40%), οπότε δεν μπορεί να θεωρηθεί επιτυχής ο τρόπος διδασκαλίας της έννοιας της δύναμης στο Δημοτικό Σχολείο. Υπάρχει και η περίπτωση της σύνδεσης της δύναμης με το σταμάτημα της κίνησης ενός σώματος, όπου ο μαθητής μετά την διδασκαλία εμφανίζει υψηλότερα ποσοστά παρανόησης, τα οποία επανέρχονται στα αρχικά επίπεδα μετά από ένα χρόνο. Είναι παράδειγμα κλασσικής επίδρασης των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών στη μάθηση, όπου, όταν ο Εκπαιδευτικός δεν τις λαμβάνει υπόψη του κατά τη διδασκαλία και δεν πραγματοποιεί εννοιολογική αλλαγή, τότε ο μαθητής μετά από αυτή επανέρχεται στην αρχική του αντίληψη. Στα υπόλοιπα ερωτήματα οι μαθητές παρουσιάζουν μικρή μεταβολή στις αντιλήψεις μετά από τη διδασκαλία.

⁷ Clement, J. (1982). Student's preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics* 50 (1), 66

⁸ Brown, D.E. (1989). Student's concept of force: the importance of understanding Newton's third law, *Physics Education* 7 (3), 353

⁹ Driver, R. (1984), Cognitive psychology and pupil's frameworks in mechanics, in Lijnse, P. (ed.), *The many faces of teaching and learning mechanics in secondary and early tertiary education*, Proceedings of conference on physics education, August, Utrecht; GIPERS/SVO-/UNESCO, WCC, Utrecht, 1985, 227

¹⁰ Duit, R. (1984), Work, force, and power- words in everyday language and terms in mechanics, in Lijnse, P. (ed.), *The many faces of teaching and learning mechanics in secondary and early tertiary education*, Proceedings of conference on physics education, August, Utrecht; GIPERS/SVO-/UNESCO, WCC, Utrecht, 1985, 221

¹¹ Terry, C., Jones, G. and Hurford, W. (1985). Children's conceptual understanding of force and equilibrium, *Physics Education* 20(4), 162

Κάθε διδακτική προσέγγιση του Έλληνα Εκπαιδευτικού θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη το γεγονός ότι οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών δεν μπορούν να αγνοηθούν, γιατί τότε η διδασκαλία δεν θα συνδέεται με την μάθηση. Είναι ένα σημείο που πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα από όλους τους φορείς του Ελληνικού Εκπαιδευτικού συστήματος, ώστε από το Δημοτικό Σχολείο, ο μαθητής να αρχίζει να αποκτά την επιστημονική γνώση.