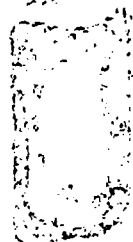


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ  
ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ**

**ΦΟΙΤΗΤΗΣ:  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΠΟΥΣΙΟΣ**



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:  
ΚΩΤΣΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
Π.Τ.Δ.Ε.**

**ΙΩΑΝΝΙΝΑ, 2011**



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



02600321475



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> .....	3
1. Ιδέες των παιδιών –Επισκόπηση Βιβλιογραφίας.....	3
1.1 Το πέρασμα από τη Νευτώνια στην Αριστοτελική Φυσική.....	3
1.2 Τι είναι οι ιδέες των μαθητών.....	9
1.3 Πως δημιουργούνται οι ιδέες των παιδιών.....	12
1.4 Τα χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> .....	16
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	16
2.1 Ο σκοπός και το δείγμα της έρευνας.....	16
2.2 Το ερωτηματολόγιο και οι συνθήκες διεξαγωγής της έρευνας.....	18
2.3 Κύρια χαρακτηριστικά των παιδιών της έρευνας μας.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> .....	24
Ανάλυση των δεδομένων της έρευνας.....	24
3.1 Αξιολόγηση 1 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	24
3.2 Αξιολόγηση 2 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	28
3.3 Αξιολόγηση 3 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	32
3.4 Αξιολόγηση 4 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	35
3.5 Αξιολόγηση 5 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	38
3.6 Αξιολόγηση 6 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	40
3.7 Αξιολόγηση 7 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	45
3.8 Αξιολόγηση 8 <sup>ης</sup> ερώτησης .....	47
3.9 Αξιολόγηση 9 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	49
3.10 Αξιολόγηση 10 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	52
3.11 Αξιολόγηση 11 <sup>ης</sup> ερώτησης .....	55
3.12 Αξιολόγηση 12 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	59
3.13 Αξιολόγηση 13 <sup>ης</sup> ερώτησης .....	62
3.14 Αξιολόγηση 14 <sup>ης</sup> ερώτησης.....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> .....	67
4.1 Συμπεράσματα από την έρευνά μας-Προτάσεις.....	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία διερευνούμε τους τρόπους με τους οποίους μαθητές και μαθήτριες Ε' και Στ' δημοτικού καθώς και Β' Γυμνασίου με διαγνωσμένα, γενικευμένα προβλήματα Μαθησιακών Δυσκολιών και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αναπαριστούν την έννοια της δύναμης σε προβλήματα που συνδέονται άμεσα με τον εμπειρικό τους κόσμο.

Σκοπός μας είναι να καταγράψουμε τις αναπαραστάσεις μαθητών με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γενικευμένες Μαθησιακές Δυσκολίες (ΜΔ) ,για την έννοια της δύναμης μέσα σε οικείο γι' αυτούς περιβάλλον και να το συσχετίσουμε με το γενικευμένο σύστημα εναλλακτικών αναπαραστάσεων που συναντάμε στη βιβλιογραφία.

Ο απώτερος στόχος μας είναι να βοηθηθεί η συγκεκριμένη ομάδα μαθητών, ζητώντας σεβασμό στις δικές τους απόψεις ιδέες και να βρεθούν στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των εν ενεργεία συναδέλφων αλλά και των εκπονητών των Α.Π. για τις φυσικές επιστήμες.

Η εργασία περιλαμβάνει τα παρακάτω κεφάλαια :

1)Το 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο ασχολείται με το θεωρητικό μέρος του θέματος. Μέσα από βιβλιογραφική έρευνα σκιαγραφούμε τις ιδέες των παιδιών για την έννοια της δύναμης.

2)Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο δίνεται η μεθοδολογία της έρευνας, το δείγμα των μαθητών το ερωτηματολόγιο , οι συνθήκες διεξαγωγής της έρευνας καθώς και τα κύρια χαρακτηριστικά των παιδιών της έρευνάς μας.

3)Το 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο ασχολείται με την αξιολόγηση των ερωτηματολογίων. Μέσα από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές αναλύουμε τα δεδομένα καταγράφουμε τις αντιλήψεις των και τις συσχετίζουμε με αυτές της βιβλιογραφίας.

4)Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφονται τα συμπεράσματα της εργασίας μας και δίνονται οι προτάσεις μας για περαιτέρω αξιοποίησή τους.

5)Ως παράρτημα παρατίθεται το ερωτηματολόγιο και οι απομαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις των μαθητών.

Κλείνοντας θέλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς (προσωπικό ΚΕΔΔΥ, Δ/ντές σχολείων, υπεύθυνους τμημάτων, εκπαιδευτικούς ειδικής Αγωγής ) και ιδιαίτερα τους γονείς των μαθητών και τους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα ,διευκόλυναν στην πραγματοποίηση αυτής της έρευνας και που δίχως τη δική τους βοήθεια η έρευνα αυτή δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί.

Στην οικογένειά μου για την στήριξη , την υπομονή και την συμπαράσταση που μου παρείχε.

Ιδιαίτερα όμως είμαι ευγνώμονας στον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή του Παν/μίου Ιωαννίνων κ<sup>ο</sup> Κώστη Κων/νο για την αρχική ιδέα ,την καθοδήγηση και υποστήριξη που αδιάλειπτα μου παρείχε καθ'όλη τη διάρκεια υλοποίησης της έρευνάς μας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### 1. Ιδέες των παιδιών-Επισκόπηση Βιβλιογραφίας

#### 1.1 Το πέρασμα από την Αριστοτελική στη Νευτώνεια Φυσική

Η κίνηση των σωμάτων απασχόλησε τους αρχαίους Έλληνες φυσικούς φιλοσόφους οι οποίοι πρότειναν διάφορες θεωρίες για την ερμηνεία τόσο της έναρξης μιας κίνησης όσο και της παύσης της. Από τις διάφορες αυτές θεωρίες σημαντικότερη είναι αυτή του Αριστοτέλη (389-322π.Χ) διότι επηρέασε τη σκέψη των επόμενων γενεών.

Για τον Αριστοτέλη, το αντικείμενο της φυσικής δεν είναι οι νόμοι κίνησης της ύλης, αλλά η μελέτη της βαθύτερης φύσης των όντων (έμβιων και άβιων). Ο Αριστοτέλης στο έργο του «περί ουρανού» θεωρεί, ότι το κάθε ον έχει μια φύση ή αλλιώς, μια τελική αιτία ύπαρξης, η οποία καθορίζει τη συμπεριφορά του και την εξέλιξή του. Τα γήινα όντα αποτελούνται από τα στοιχεία **γη, νερό, αέρας και φωτιά** ενώ στον ουράνιο κόσμο υπάρχει κι ένα πέμπτο στοιχείο, ο **αιθέρας**. Τα στοιχεία «γη» και «νερό» έχουν την ιδιότητα να είναι βαριά ενώ ο «αέρας» και η «φωτιά» να είναι ελαφριά. Ο Αριστοτέλης πίστευε ότι τα στοιχεία «γη» και «νερό» έχουν τη φυσική τάση να κινούνται προς το κέντρο του κόσμου το οποίο σύμφωνα με τον ίδιο ήταν η Γη.

Έτσι, ένα υλικό σώμα πέφτει στη γη, αν αφηθεί από κάποιο ύψος, γιατί περιέχει το στοιχείο «γη», το οποίο προσδίδει στο σώμα μια κατακόρυφη **φυσική κίνηση**. Αντίθετα τα στοιχεία «φωτιά» και «αέρας» έχουν τη φυσική τάση να κινούνται προς την περιφέρεια του κόσμου, να απομακρύνονται δηλαδή από την επιφάνεια της γης. Για παράδειγμα, ένα ξύλο το οποίο αποτελείται κυρίως από το στοιχείο «γη» θα πέφτει προς την επιφάνεια της γης, ενώ ο καπνός αποτελούμενος περισσότερο από το στοιχείο «αέρας» θα ανεβαίνει προς τον ουρανό. Η «φυσική», δηλαδή η ανεμπόδιστη κίνηση των σωμάτων, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη καθορίζεται από το συνδυασμό των στοιχείων από τα οποία αυτά αποτελούνται. Υπάρχουν, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη και οι άλλες κινήσεις, αυτές που προκαλούνται από κάποια αιτία, και τις οποίες τις αποκαλεί «**βίαιες**». Μία άμαξα εκτελεί μια βίαιη κίνηση όταν σύρεται κατά μήκος ενός δρόμου, ωστόσο η **φυσική της θέση** είναι η ακινησία πάνω την επιφάνεια της γης.

Οι βασικές αρχές της Αριστοτελικής φυσικής μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω σημεία (J. LOSEE, 1990).

- Κάθε κίνηση είναι είτε φυσική, είτε βίαιη
- Κάθε φυσική κίνηση είναι κίνηση προς μία φυσική θέση π.χ. τα στερεά σώματα κινούνται από τη φύση τους προς το κέντρο της γης
- Η βίαιη κίνηση προκαλείται από τη συνεχόμενη δράση ενός μέσου.
- Η δράση από απόσταση αποκλείεται.
- Το κενό (αέρος) είναι αδύνατο να υπάρξει.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα, που φέρεται να επιβεβαιώνει την Τρίτη αρχή, είναι αυτό της άμαξας. Ανακλύπουν, όμως, δυσκολίες ως προς την εξήγηση της κίνησης ενός βέλους, το οποίο συνεχίζει για κάποιο διάστημα την πορεία του



στον αέρα, έχοντας ήδη εκτοξευτεί. Εδώ ο Αριστοτέλης, για να διασώσει τη θεωρία του, ισχυρίζεται ότι ο αέρας είναι το μέσο που σπρώχνει προς τα εμπρός το βέλος. Με μια τέτοια υπόθεση, προβλέπει ουσιαστικά ότι ο χώρος συμμετέχει στην εκδήλωση δράσης πάνω στα σώματα. Εκτός από τη διάκριση σε «φυσικές» και «βίαιες» κινήσεις ο Αριστοτέλης διαχώρισε τις κινήσεις σε αυτές που γίνονται κοντά στην επιφάνεια της Γης και σε αυτές που κάνουν τα ουράνια σώματα, όπως η σελήνη, οι πλανήτες και τα άστρα.

Τα ουράνια σώματα, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, κινούνται ακατάπαυστα πάνω σε κυκλικές τροχιές γύρω από το κέντρο του κόσμου, τη Γη, σύμφωνα με τις απόψεις του. Η αιτία για αυτές τις κινήσεις ήταν το «πρώτο κινούν», η πρωταρχική δηλαδή αιτία της δημιουργίας του κόσμου.

Είναι επίσης ενδιαφέρον ένας συλλογισμός του Αριστοτέλη εναντίον του κενού, όπου αναφέρεται ότι στο κενό, ένα βλήμα «ή θα βρεθεί σε ηρεμία ή αναγκαστικά, η φορά του θα εξακολουθεί επ'άπειρο» (ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ, τα «Φυσικά», 1992).

Για τον Αριστοτέλη όμως, το να κινείται ένα σώμα επ'άπειρο και σε οποιαδήποτε κατεύθυνση «εφόσον το κενό δεν παρουσιάζει αντίσταση» είναι άτοπο, γιατί θα ισοδυναμούσε με την παραδοχή ότι δεν υπάρχει φυσική κίνηση. Εδώ ο Αριστοτέλης ουσιαστικά διατυπώνει το νόμο της αδράνειας (Νευτώνεια φυσική) και τον απορρίπτει συνειδητά, διότι δεν είναι διατεθειμένος να δεχτεί κίνηση χωρίς τελικό σκοπό.

Βλέπουμε λοιπόν ότι η Αριστοτελική φυσική διακατέχεται από μια τελεολογία, από την αναζήτηση δηλαδή ενός σκοπού, που είναι και η τελική αιτία της συμπεριφοράς των όντων. Μια τέτοια αντίληψη ο Αριστοτέλης την υιοθετεί και στη βιολογία του, όπου πραγματοποίησε ένα σημαντικό έργο ταξινόμησης των ζωντανών οργανισμών, ξεκινώντας από μία πρωταρχική διαίρεση των όντων σε τέσσερα είδη, **ορυκτό, φυτό, ζώο, άνθρωπος**.

Πιστεύοντας στη συστηματική παρατήρηση των όντων για την εξαγωγή γενικών αρχών, επεξεργάστηκε μια **επαγωγική – απαγωγική μεθοδολογία** έρευνας που εξακολουθεί να είναι κατά βάση αποδεκτή και στη σημερινή εποχή.

Επαγωγή

Παρατηρήσεις

Ερμηνευτικές Αρχές

Απαγωγή

Κατά το μεγαλύτερο μέρος του Μεσαίωνα επικρατούσε το μοντέλο της αυτάρκους αγροτικής παραγωγής σε τοπική κλίμακα, χωρίς να υπάρχει ενδιαφέρον για αύξηση της παραγωγικότητας με σκοπό τη παραγωγή εμπορευμάτων, οπότε δεν υπήρχε και το ανάλογο ενδιαφέρον για τεχνική καινοτομία και πειραματισμό. Κάτω από τέτοιες συνθήκες, η σκέψη του Αριστοτέλη εξακολουθούσε να είναι αποδεκτή, ως μία συσσωρευμένη γνώση που μπορούσε να δώσει ικανοποιητικές απαντήσεις σε πολλά ερωτήματα φυσικού ή μεταφυσικού χαρακτήρα.

Κατά τον ύστερο Μεσαίωνα, αναπτύχθηκε ένας προβληματισμός για την Αριστοτελική μεθοδολογία (επαγωγικό- απαγωγικό πρότυπο σκέψης), χωρίς αυτή να αμφισβητηθεί θεμελιακά. Ο Roger Bacon επέμενε στη σημασία του πειραματισμού, τόσο για την ασφαλέστερη εξαγωγή επαγωγικών συμπερασμάτων, όσο και για τον έλεγχο της ορθότητας των απαγωγικών συλλογισμών (J. LOSEE 1990).

Το στοιχείο αυτό χωρίς να αντιτίθεται άμεσα στην Αριστοτελική φυσική, έδωσε κατά τους επόμενους αιώνες λαβή για πειραματικό έλεγχο, αμφισβήτηση και τελικά, απόρριψη του «Αριστοτελικού» κοσμοειδώλου.



Το πέρασμα από το Μεσαίωνα στην Αναγέννηση σημαδεύεται από τη δυναμική εμφάνιση του εμπορευματικού τρόπου παραγωγής και την ανάπτυξη τόσο της μεταποίησης, όσο και των κατασκευών. Ο επιστήμονας του 16<sup>ου</sup> αιώνα δεν θέτει αναγκαστικά το ερευνητικό του έργο στην υπηρεσία της παραγωγής, όπως γίνεται σήμερα σε μεγάλη κλίμακα. Ωστόσο, έχοντας διαμορφώσει μια ηθική στάση απέναντι στην εργασία, θεωρώντας την ως βάση για την παραγωγή πλούτου και για ευημερία και αναγνωρίζοντας τη σημασία της τεχνικής προόδου στην κοινωνική ζωή, αρθρώνει έναν επιστημονικό λόγο που στρέφεται προς την κατεύθυνση της επίλυσης προβλημάτων που συχνά έχουν να κάνουν με πρακτικά ζητήματα (μέτρηση χρόνου, άντληση νερού, κίνηση βλήματος, κλπ). Μια τέτοια στροφή στην επιστημονική σκέψη εκδηλώνεται με την **ποσοτικοποίηση και τη μαθηματική περιγραφή των υπό μελέτη φαινομένων**.

Η περίπτωση του Γαλιλαίου (1564-1642) είναι αντιπροσωπευτική του πνεύματος των καιρών. Σύμφωνα με τον Γαλιλαίο, η φυσική θα πρέπει να μελετάει ποσοτικά, με τη βοήθεια των μαθηματικών, την κίνηση της ύλης ως μετατόπιση υλικών σωμάτων, χωρίς να λαμβάνει υπόψη καμία τελεολογία, όπως π.χ. κίνηση σε «φυσική θέση».

Είναι, λοιπόν σαφές ότι ο Γαλιλαίος περιορίζει σημαντικά το πεδίο έρευνας της φυσικής, εκτοπίζοντας τομείς όπως η βιολογία, ή η ψυχολογία, που για τον Αριστοτέλη αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία για μια ενιαία θεώρηση του φυσικού κόσμου. Επίσης, ενώ για τον Αριστοτέλη η κίνηση έχει να κάνει με την εξέλιξη και τη μεταβολή όλων των όντων του φυσικού κόσμου, για το Γαλιλαίο η κίνηση νοείται μόνο ως μετατόπιση υλικού σώματος.

Ένα άλλο στοιχείο ποιοτικής διαφοροποίησης μεταξύ φυσικής Γαλιλαίου και Αριστοτέλη είναι ότι ο πρώτος εξοβελίζει κάθε τελεολογία από το πεδίο έρευνας, προσπαθώντας να εξηγήσει και να περιγράψει το φυσικό σύστημα με ενδογενείς κατηγορίες ύλης και κίνησης, σε αντίθεση με το δεύτερο που ήθελε να βλέπει ένα «τέλος» (σκοπό), ως πρωταρχικό και εξωγενές κινούν αίτιο των όντων. Για την επιβεβαίωση της ορθότητας κάποιων προτάσεων, βασικό ρόλο κατά το Γαλιλαίο παίζει ο πειραματισμός, έστω κι αν ο ίδιος δεν φαίνεται να ακολουθούσε πάντοτε πιστά τις επιταγές ενός αυστηρού πειραματικού ελέγχου για την επαγωγική υποστήριξη και επαλήθευση των θεωριών του. (Drake Stillman 1993).

Βασικό επίσης στοιχείο της μεθοδολογίας του Γαλιλαίου είναι η **εξιδανίκευση** των συνθηκών μελέτης του φαινομένου, ώστε να μη λαμβάνονται υπόψη παράγοντες ξένοι προς το ίδιο το αντικείμενο ενδιαφέροντος, οι οποίοι ωστόσο παρεμβαίνουν μέσα στο φαινόμενο. Έτσι, στη διατύπωση του νόμου ελεύθερης πτώσης των σωμάτων, μιλάει για εξιδανικευμένες συνθήκες, όπου δεν υπάρχει αέρας για να επηρεάσει την επιτάχυνση της πτωτικής κίνησης. Μία τέτοια εξιδανίκευση, που αποτελεί βασική πρακτική της σύγχρονης φυσικής, ήταν κάτι που δεν χώραγε εύκολα στον κοινό νου της εποχής εκείνης, αν ληφθεί υπόψη ότι δεν είχε ακόμα επιτευχθεί ικανοποιητικό κενό αέρα (κάτι που θα γινόταν από τον Φον Γκέρικε, μερικές δεκαετίες μετά το θάνατο του Γαλιλαίου).

Η διάκριση σε φυσικές και βίαιες κινήσεις εξακολούθησε να κυριαρχεί έως την περίοδο του Γαλιλαίου, ο οποίος διατύπωσε το νόμο της αδράνειας σύμφωνα με τον οποίον **«εφόσον ένα σώμα κινείται χωρίς την επίδραση κάποιας δύναμης, θα συνεχίσει να κινείται ασταμάτητα με σταθερή ταχύτητα»**.

Ο Νόμος της Αδράνειας του Γαλιλαίου, αποτελεί ένα άλλο σημαντικό στοιχείο ρήξης με την Αριστοτελική φυσική δεδομένου ότι, σε αντίθεση με τον



Αριστοτέλη, προβλέπει δυνατότητα κίνησης επ' άπειρο, χωρίς τη διαρκή επίδραση κινούντος αιτίου (δύναμης).

Ωστόσο, για τα ουράνια σώματα διατυπώνεται ένας νόμος «κυκλικής αδράνειας», σύμφωνα με τον οποίο οι πλανήτες μπορούν να κινούνται σε κυκλικές τροχιές γύρω από τον ήλιο, χωρίς να επιδρά δύναμη πάνω τους.

Σ' αυτό το σημείο, ο Γαλιλαίος φαίνεται να παραμένει δέσμιος της Αριστοτελικής σκέψης, που θεωρεί ότι η «φυσική κίνηση» των πλανητών είναι η κυκλική κίνηση.

Ο νόμος της αδράνειας δεν είναι τόσο προφανής, όσο φαίνεται. Όταν ανακαλύφθηκε έβαλε τέρμα σε μια πλάνη. Μέχρι τότε, στη διάρκεια πολλών αιώνων κυριαρχούσαν οι απόψεις του Αριστοτέλη, το κύρος του οποίου δύσκολα μπορούσε να αμφισβητηθεί. Ο Αριστοτέλης πίστευε, ότι τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα. Δηλαδή στην περίπτωση, όπου δυο πέτρες διαφορετικού βάρους πέφτουν στη γη, από το ίδιο ύψος, η βαρύτερη πέτρα παρουσιάζει μεγαλύτερη τάση να κινηθεί προς τη φυσική της θέση (δηλαδή πέφτει γρηγορότερα), γιατί περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα του στοιχείου «γη»!! Η Αριστοτελική άποψη επικράτησε, σα δόγμα, μέχρι τις αρχές του 17<sup>ου</sup> αιώνα.

Θεωρούσαν λοιπόν πως αν στο σώμα δεν υπάρχουν εξωτερικές επιδράσεις (ή αν αυτές αλληλοαναιρούνται) το σώμα μπορεί να βρίσκεται μόνο σε κατάσταση ηρεμίας, ότι αυτή η κατάσταση είναι η «φυσιολογική» κατάσταση για ένα σώμα. Νόμιζαν, ότι για να κινηθεί κάποιο σώμα με σταθερή ταχύτητα έπρεπε να επιδρά διαρκώς πάνω του κάποιο άλλο σώμα. Θα έλεγε κανείς πως αυτό αποδεικνύεται από την εμπειρία: για να κινηθεί το κάρο με σταθερή ταχύτητα πρέπει να το σέρνει διαρκώς το άλογο, για να κινηθεί με σταθερή ταχύτητα ένα τραπέζι κάποιος πρέπει να το τραβάει.

Ο Γαλιλαίος αμφισβήτησε τις απόψεις του Αριστοτέλη. Αυτός ήταν ο πρώτος που είπε ότι αυτό δεν είναι σωστό, ότι αν δεν υπάρχουν εξωτερικές επιδράσεις το σώμα μπορεί να βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας, μπορεί όμως να κινείται ευθύγραμμο και ομαλά. Δηλαδή η κατανόηση που ένα σώμα κινείται ευθύγραμμο και ομαλά είναι το ίδιο «φυσιολογικό» όπως η κατάσταση ηρεμίας. Επομένως, αν πρέπει να σπρώχνουμε το τραπέζι να κινηθεί ευθύγραμμο και ομαλά, αυτό σημαίνει, πως εκτός από την επίδραση της Γης, κα του δαπέδου που αλληλοεξουδετερώνονται, υπάρχει ακόμη μια επίδραση του δαπέδου που ονομάζεται τριβή.

Αυτή ακριβώς την επίδραση εξουδετερώνει η επίδραση του ανθρώπου που σπρώχνει. Ο Γαλιλαίος κατέληξε στο συμπέρασμα, πως αν δεν υπήρχε η τριβή, το σώμα (τραπέζι) που το σπρώχναμε λίγο, θα μπορούσε να κινηθεί ευθύγραμμο και ομαλά χωρίς ποτέ να σταματά και χωρίς να χρειάζεται υποβοήθηση. Επίσης σύμφωνα με τη θεώρηση του Γαλιλαίου, ένα σώμα που εκτοξεύτηκε στον αέρα θα συνεχίσει να κινείται λόγω αδράνειας ενώ η δύναμη του βάρους θα προκαλέσει την καμπύλωση της τροχιάς και τελικά την πτώση του στο έδαφος.

Ο Γαλιλαίος ήταν μια προσωπικότητα που είχε τον τρόπο να πείθει και να σχηματίζει κύκλο μαθητών, ενώ γράφοντας στα ιταλικά και όχι στα λατινικά, άρθρωνε ένα λόγο περισσότερο κατανοητό και προσιτό στο πέρα από τους σχολαστικούς κύκλους κοινό. Η σύγκρουση του Γαλιλαίου με την καθολική Εκκλησία και το σχολαστικισμό, σηματοδοτεί την ανάδυση μίας νέας επιστήμης, με χαρακτηριστικά ασυμβίβαστα με εκείνα του Αριστοτελικού κοσμοειδώλου.

Στην Ιταλία, τη χώρα του Γαλιλαίου, ήταν δύσκολη η παραπέρα επεξεργασία και προώθηση αυτού του νέου τρόπου σκέψης. Οι αντιδράσεις ήταν ισχυρές και η ιταλική κοινωνία του 17ου αιώνα, ζώντας πια την Αντιμεταρρύθμιση, είχε χάσει μεγάλο μέρος από τον οικονομικό δυναμισμό





της, με αποτέλεσμα να υποβαθμιστεί η παρουσία της στην Ευρωπαϊκή σκηνή. Η σκέψη του Γαλιλαίου ήταν, ωστόσο, δυνατό να μεταφερθεί σε άλλες κοινωνίες, όπου η επιρροή της Εκκλησίας δεν ήταν τόσο ισχυρή και η νέα αστική τάξη μπορούσε με λιγότερα εμπόδια να προωθήσει την οικονομική και πολιτιστική της ηγεμονία. Μια τέτοια κοινωνία ήταν η Αγγλική, με την ανάπτυξη της βιοτεχνίας- βιομηχανίας, του εμπορίου, των κοινοβουλευτικών θεσμών και την αποδέσμευση από τον καθολικισμό.

Εκεί βρέθηκε πρόσφορο έδαφος για την προπαγάνδισή του νέου τρόπου σκέψης, με την έκδοση του «**Novum Organum**» από τον **Francis Bacon** το 1620. Στο βιβλίο αυτό ασκείται κριτική στον Αριστοτελισμό, πάνω στη βάση ότι οι γενικές αρχές του, που αποτελούν το θεμέλιο της απαγωγικής σκέψης, δεν έχουν επαρκή επαγωγική στήριξη. Από την άλλη πλευρά, πολλές σημαντικές για το όλο οικοδόμημα έννοιες, όπως «το βαρύ, το ελαφρύ, το πυκνό, το αραιό, το υγρό, το ξηρό, η γένεση, η φθορά, η έλξη, η άπωση, το στοιχείο, η ύλη, η μορφή και άλλα παρόμοια προέρχονται από τη φαντασία και είναι άσχημα προσδιορισμένα». [**Francis Bacon, 1984**].

Ο Bacon πρότεινε μια συστηματικότερη παρατήρηση και πειραματισμό πάνω στα φαινόμενα, ώστε να εξαχθούν επαγωγικά οι γενικές αρχές που διέπουν τη λειτουργία της φύσης. Ισχυριζόταν επίσης ότι η επιστήμη μέχρι τότε δεν είχε βοηθήσει σε τίποτα την τεχνική και θα έπρεπε να συνδεθεί περισσότερο με την υλική πρόοδο. Τέλος πίστευε ότι η σχολή του ατομισμού του Δημόκριτου «έχει διεισδύσει περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη μέσα στη φύση».

Ο Bacon δεν διατύπωσε νέες ιδέες πάνω στην επιστημονική μέθοδο, αλλά το έργο του συζητήθηκε πολύ στην εποχή του, αποτέλεσε σημείο αναφοράς για τις επόμενες γενιές επιστημόνων και διανοητών κι επομένως συνέβαλε ουσιαστικά στη διαμόρφωση του νέου κοσμοειδώλου.

Το ζήτημα της μεθοδολογίας το διαπραγματεύτηκε και ο **Καρτέσιος**, στο «Λόγο περί Μεθόδου» το 1637 όπου, σε αντίθεση με τον Bacon, υποστηρίζει τη δυνατότητα μιας διαισθητικής διατύπωσης κάποιων πρώτων αρχών, με μηδενική ως περιορισμένη πειραματική στήριξη. Από αυτές τις πρώτες αρχές είναι δυνατόν, με απαγωγικούς συλλογισμούς, να συναχθούν οι ειδικότερες προτάσεις.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Καρτέσιος αποδέχεται τη διάκριση της φυσικής πραγματικότητας σε πρώτες και δευτερεύουσες ποιότητες συμφωνώντας με το Γαλιλαίο και επί πλέον μιλάει για μια τρίτη περιοχή, αυτή των παθών, της θέλησης, της αγάπης και της πίστης, που δεν μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο της φυσικής. Με τον τρόπο αυτό, χαράζει τα όρια της επιστήμης και αφήνει περιθώρια για τη μεταφυσική, η οποία παραμένει αντικείμενο της φιλοσοφίας και της θεολογίας.

Κατά το δεύτερο μισό του 17ου αιώνα, ήταν ώριμες οι συνθήκες για τη συγκρότηση μιας ολοκληρωμένης μαθηματικής μεθόδου περιγραφής τόσο του ουράνιου, όσο και του γήινου συστήματος.

Το ζητούμενο ήταν πως, με βάση κάποιες όσο το δυνατόν λιγότερες αρχές και με τη βοήθεια των μαθηματικών, θα μπορούσαν, με απαγωγικούς συλλογισμούς, να διατυπωθούν προτάσεις που να εξηγούν τα δεδομένα της παρατήρησης και προβλέψεις που να μπορούν να επαληθευθούν με την παρατήρηση και το πείραμα.

Ένα τέτοιο σύστημα περιγραφής του φυσικού κόσμου επεξεργάστηκε ο Newton (Νεύτων) στο βιβλίο του «**Μαθηματικές Αρχές της Φυσικής Φιλοσοφίας**» (*Principia*) που εκδόθηκε το 1686 και που θεωρείται ορόσημο στην εξέλιξη της φυσικής επιστήμης. Ένα τέτοιο έργο δεν ήταν κεραυνός εν αιθρία μέσα στην επιστημονική κοινότητα. Στην πραγματικότητα ενσωμάτωνε,



έστω και με αλλαγές στον τρόπο θεώρησης, τη δουλειά προγενέστερων επιστημόνων όπως ο Εύδοξος, ο Γαλιλαίος, ο Κέπλερ και ο Καρτέσιος.

Έτσι ο νόμος της αδράνειας είχε πρωτοδιατυπωθεί από το Γαλιλαίο, ο οποίος όμως πίστευε ότι τα ουράνια σώματα εκτελούν κυκλική (και όχι ευθύγραμμη) κίνηση, χωρίς να ασκείται δύναμη πάνω τους.

Ο Καρτέσιος υποστήριζε ότι η αδρανής κίνηση, που εκτελεί ένα σώμα όταν δεν ενεργεί πάνω του άλλο σώμα, είναι πάντα ευθύγραμμη κίνηση. (J. LOSSE, 1990).

Ο νόμος της αδράνειας, κατά το Νεύτωνα, είναι ίδιος για όλα τα σώματα, γήινα και ουράνια. Ο Νεύτων υποστηρίζει ότι κάθε σώμα εκτελεί ευθύγραμμη κίνηση με σταθερή ταχύτητα αν δεν επιδρά σ' αυτό δύναμη (είτε από απόσταση, είτε με επαφή).

**Ο Ισαάκ Νεύτων (1643-1727)** αντιλήφθηκε την κίνηση των σωμάτων σαν κάποιο από τα χαρακτηριστικά τους, και όχι σαν το σκοπό τους να φτάσουν κάπου, όπως πίστευε ο Αριστοτέλης. Οι κινήσεις των σωμάτων, είναι αποτέλεσμα των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων. Οι αλληλεπιδράσεις περιγράφονται με δυνάμεις. Ο Νεύτων διατύπωσε τρία αξιώματα για τη Μηχανική, από τα οποία μπορεί κανείς να υπολογίσει την πορεία όλων των κινήσεων. Ο μεγάλος φυσικός Νεύτων γενίκευσε τα συμπεράσματα του Γαλιλαίου δίνοντάς μας έναν από τους βασικούς νόμους της κίνησης. Στη φυσική του Newton, τα ίδια αίτια προκαλούν τα ίδια αποτελέσματα. Επομένως κάθε μηχανικό γεγονός, μπορεί στην πορεία του να προσδιοριστεί για κάθε χρονική στιγμή. Έτσι μπορεί κανείς να μιλήσει για το προκαθορισμένο της κλασικής μηχανικής.

Το έργο του Νεύτωνα δίνει στη δύναμη το νόημα που και σήμερα δεχόμαστε. Έτσι η δύναμη είναι η αιτία που αλλάζει την κινητική κατάσταση ενός σώματος, ενώ η αδράνεια είναι η εγγενής φυσική δυσκολία για αυτήν την αλλαγή.

Ο 3ος νόμος του Νεύτωνα, προκάλεσε σημαντική αλλαγή στην ιδιότητα «βαρύ» με την οποία είχε προικίσει τα στοιχεία ο Αριστοτέλης. Το βάρος δεν αποτελεί μια ιδιότητα των σωμάτων αλλά είναι εκδήλωση της αμοιβαίας έλξης μεταξύ του οποιουδήποτε σώματος και της γης. Δεν είναι ένα ξεχωριστό είδος δύναμης αλλά μια δύναμη όπως οι άλλες, η οποία προκαλεί αλλαγή στην κινητική κατάσταση των σωμάτων.

Καταργώντας ο Νεύτωνας την ιδιαιτερότητα του βάρους κατέργησε και τη διάκριση των κινήσεων σε «φυσικές» και «βίαιες».

Έτσι η μελέτη της κίνησης των σωμάτων γίνεται με ενιαίο τρόπο σύμφωνα με τους τρεις νόμους που ο Νεύτων πρότεινε.

Για τη μαθηματική περιγραφή των φυσικών φαινομένων ο Νεύτων καταφεύγει στον απειροστικό λογισμό, αναπαριστώντας γεωμετρικά τη στιγμιαία μεταβολή ενός μεγέθους, με το λόγο ευθύγραμμων τμημάτων. Μια τέτοια μαθηματική τεχνική είχε ήδη αναπτυχθεί από γεωμέτρες, όπως ο Εύδοξος και ο Αρχιμήδης και οι απαρχές της εντοπίζονται στους Βαβυλώνιους (J. D. BERNAL, 1982). Την έννοια της στιγμιαίας χρονικής μεταβολής ενός φυσικού μεγέθους, όπως το διάστημα, την είχε ήδη διατυπώσει ο Γαλιλαίος, χωρίς να δώσει έναν ακριβή ορισμό (J. D. BERNAL, 1982).

Ο Leibniz σύγχρονος του Νεύτωνα, έδωσε ένα διαφορετικό λογισμό μια μορφή πιο κοντινή στη σύγχρονη μεθοδολογία του λογισμού των μεταβολών.



## 1.2. Τι είναι οι ιδέες των μαθητών

Σύμφωνα με τους **Kelly** (1955) και **Piaget** (1972), οι μαθητές μαθαίνουν, όταν οι νέες γνώσεις «ταιριάζουν» στην υφισταμένη γνωστική δομή τους και αυτό μπορεί να γίνει μόνο με την ενεργή συμμετοχή τους. Το πρόβλημα όμως που διατυπώνεται στη συνέχεια είναι τι γίνεται όταν οι νέες γνώσεις δεν είναι συμβατές με τις αρχικές γνωστικές δομές των μαθητών. Το μυαλό των μαθητών δεν είναι «άγραφη ταινία».

Η συνεχώς αυξανόμενη επίγνωση της ύπαρξης και λειτουργίας των προ-εννοιών (preconceptions) που φέρνουν μαζί τους οι μαθητές στο μάθημα της φυσικής οδηγεί στην ανάπτυξη ερευνών προσδιορισμού των προ-εννοιών και νέων διδακτικών στρατηγικών για την αντιμετώπισή τους.

Οι προ-έννοιες θεωρούνται υπεύθυνες για πολλές από τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στη φυσική γιατί είναι συχνά διαφορετικές ή και αντίθετες από τις «επίσημες» επιστημονικές αντιλήψεις των φυσικών (**Δ. Αλιμήσης 1993**).

Έτσι, στις πηγές δυσκολίας της φυσικής, που ως τη δεκαετία του 70' εντοπιζόνταν κυρίως στον αφηρημένο χαρακτήρα του περιεχομένου και στην πολυπλοκότητα των τύπων της λογικής ικανότητας που απαιτεί η φυσική (τυπική σκέψη κατά J. Piaget, μαθηματικές δεξιότητες κλπ), προστίθενται τώρα και τα «νοητικά αρχέγονα» (conceptual primitives), που προέρχονται από τις προ-έννοιες των μαθητών για το φυσικό κόσμο (J. Clement 1982, Δ. Αλιμήσης 1993 κ.α).

**Οι Driver and Easley** (1978) σχολιάζουν ότι οι μαθητές για να εξηγήσουν τα φυσικά φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω τους, οδηγούνται σε εναλλακτικές ερμηνείες. Σύμφωνα, επίσης με τους **Gilbert, Osborne and Fensham** (1982) και τον **Shipstone** (1984), οι παρανοήσεις των μαθητών μπορεί να δημιουργηθούν ή να ενισχυθούν και κατά τη διδασκαλία μιας έννοιας ή ενός φαινομένου, και ενδεχομένως να έχουν ως αφετηρία τις προϋπάρχουσες ιδέες / αντιλήψεις.

Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών, οι οποίες αποκλίνουν από τις επιστημονικές απόψεις, αναφέρονται από τον **Ausubel** (1968) ως προαντιλήψεις (preconceptions), από τον **Novac** (1986) ως παρανοήσεις ή εσφαλμένες αντιλήψεις (misconceptions) και από τους **Driver and Easley** (1978) ως εναλλακτικές ιδέες (alternative conceptions).

Επίσης, η οργάνωση των ιδεών/ αντιλήψεων και η μεταξύ τους σχέση συναντώνται με τους όρους γνωστική δομή (cognitive structure) ή εναλλακτικό πλαίσιο (alternative Framework), για να διαχωριστούν από τις επιστημονικές (**Driver et.al 1985/93**).

**O R. Osborne** (1984) προσπαθώντας να ερμηνεύσει τις δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση των εννοιών της Μηχανικής, κάνει λόγο για τρεις «δυναμικές» που λειτουργούν στο χώρο της Μηχανικής:

□ **Την «Εσωτερική Δυναμική» (Gut Dynamics) των παιδιών.** Η Εσωτερική Δυναμική αναφέρεται στις μίνι θεωρίες που λειτουργούν κατά κανόνα υποσυνειδήτως, εφαρμόζονται διαισθητικά και αναπτύσσονται σε πολύ μικρή ηλικία. Η Εσωτερική Δυναμική δίνει στον άνθρωπο την δυνατότητα να αλληλεπιδρά φυσικώς με το περιβάλλον του είτε για εργασία είτε για ευχαρίστηση. Τα διάφορα σπορ παίζονται κατά κύριο λόγο διαχρησιμοποίησεως της Εσωτερικής Δυναμικής. Παραδείγματα Εσωτερικής Δυναμικής είναι ότι

«τα βαριά σώματα πέφτουν ταχύτερα»,

«τα αντικείμενα χρειάζονται σπρώξιμο για να κινηθούν, και ότι πρέπει να εξακολουθούμε να τα σπρώχνουμε για να εξακολουθούν να κινούνται».



### □ Την «Λαϊκή Δυναμική» (Lay Dynamics) των φυσικών

Η Λαϊκή Δυναμική είναι συνέπεια των σύγχρονων μέσων επικοινωνίας, περιοδικών, εφημερίδων, κινηματογράφου, τηλεοράσεως κλπ. Με αυτήν φθάνουμε σε συμπέρασμα όπως

«οι αστροναύτες δεν έχουν βάρος μέσα στο διαστημόπλοιο»,

«το ορुकτέλαιο μειώνει την τριβή, άρα ελαττώνει την φθορά»,

«τα διαστημικά ταξίδια απαιτούν πάντοτε δυνατές μηχανές»,

«η δύναμη μιας εκρήξεως μπορεί να φανεί από τις προκληθείσες ζημιές»,

«το πεδίο δυνάμεως κράτησε τον αστροναύτη έξω από το πεδίο της γης».

### □ Της «Δυναμικής των φυσικών» (Physicists dynamics)

Η Δυναμική των φυσικών είναι κατά κύριο λόγο Νευτώνεια Μηχανική, που δεν έχουμε τριβές, όπου έχουμε ομοιόμορφα πεδία βαρύτητας και σημειακές μάζες. Ακόμη και στο εργαστήριο δείχνεται ένας φανταστικός κόσμος που απέχει από τον πραγματικό, αφού χρησιμοποιούμε αεροδιάδρομους, αεροτράπεζες και αεροτροχαλίες.

Η Δυναμική των φυσικών έχει μια δική της γλωσσική και μαθηματική υποδομή. Μερικές φορές αντιτίθεται στην κοινή λογική, π.χ. λέμε ότι ένα αυτοκίνητο που κινείται με σταθερή ταχύτητα σε κυκλική τροχιά υφίσταται επιτάχυνση.

Άλλα παραδείγματα Νευτώνειας Δυναμικής που παραβιάζουν την Εσωτερική και την Λαϊκή Δυναμική είναι

«όλα τα σώματα που εκτελούν ελεύθερη πτώση επιταχύνονται προς την γη με επιτάχυνση  $9.81 \text{ m/sec}^2$ ».

«Η συνισταμένη δύναμη που δρα σε σώμα κινούμενο με σταθερή ταχύτητα ευθύγραμμης κίνησης είναι μηδέν»,

«η δύναμη βαρύτητας δρα στον σε τροχιά περί την γη κινούμενου αστροναύτη και την επιταχύνει προς το κέντρο της γης».

Είναι φανερό ότι η κυριαρχία των δυο πρώτων δυναμικών στη σκέψη του παιδιού συνιστά εμπόδιο για την ανάπτυξη της τρίτης δυναμικής των φυσικών, που γι' αυτό ακριβώς οφείλουν να πάρουν υπ' όψη τους πολύ σοβαρά κατά τη διδασκαλία της φυσικής τις δυο πρώτες δυναμικές (Osborne 1984).

Αντίθετα, όπως επισημαίνει ο **Fensham** (1980) η «φυσική των παιδιών» συνήθως αγνοείται ή ανεπαρκώς παίρνεται υπ' όψη κατά την ανάπτυξη των προγραμμάτων φυσικής. Κατά την **L.m. Dermott** (1984), η μη ενημέρωση των εκπαιδευτικών για τις δυσκολίες αυτές των μαθητών τους συνιστά σοβαρή ανεπάρκεια της Εκπαίδευσης των Φ.Ε.

Οι έρευνες για τον προσδιορισμό των αυθόρμητων και συχνά λαθεμένων αντιλήψεων των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα συνοδεύονται συνήθως και από προτάσεις για τη διδακτική τους αντιμετώπιση. Κοινή διαπίστωση των ερευνητών είναι η ανθεκτικότητα και η επιμονή, των προενηνοίων στις διδακτικές προσπάθειες αλλαγής τους με τις επιστημονικές ιδέες.

Φαίνεται ότι η αντίσταση στην αποδοχή νέων ιδεών, για να θυμηθούμε τον Ausubel, είναι χαρακτηριστικό της ανθρώπινης μάθησης.

Όπως σημειώνει ο **Peters** (1982), ακόμη και οι καλύτεροι μαθητές παρουσιάζουν δυσκολίες κατανόησης των ιδεών της φυσικής παρόμοια μ' αυτή που αντιμετωπίζουν οι συνηθισμένοι μαθητές. (**Δ. Αλιμήσης 1993**).

Από τα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1970, σειρά από παρατηρήσεις και εμπειρικές έρευνες έδειξαν ότι, παρά τις μεταρρυθμίσεις που προκάλεσαν τα Αναλυτικά Προγράμματα της δεκαετίας του 1960 στη διδασκαλία των Φ.Ε, πολλοί μαθητές συναντούσαν σημαντικές δυσκολίες στην εφαρμογή του επιστημονικού προτύπου για να προβλέψουν, να περιγράψουν και να ερμηνεύσουν φυσικά φαινόμενα. Ακόμη και οι μαθητές με υψηλούς βαθμούς στις εξετάσεις παρουσίαζαν ανάλογα προβλήματα.



Αυτά τα δεδομένα οδήγησαν τους ερευνητές στην ποιοτική ανάγκη των «παρανοήσεων» των μαθητών, των λαθών δηλαδή που έκαναν όταν χρησιμοποιούσαν τις έννοιες των Φ.Ε με μη επιστημονικό τρόπο.

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να εγκαταλειφθεί η άποψη που επικρατούσε, ότι οι μαθητές έρχονται στο σχολείο χωρίς προϋπάρχοντα νοητικά σχήματα και ιδέες για τα φυσικά φαινόμενα και τις έννοιες που πρόκειται να διδαχθούν (*tabula rasa*) ή τουλάχιστον ότι αυτές αλλάζουν εύκολα με μια καλή διδασκαλία. (Ραβάνης Κ. 2002).

Σήμερα παραδεχόμαστε όχι μόνο την προϋπάρχουσα γνώση, αλλά και ότι αυτή εμποδίζει ή διευκολύνει τη μάθηση της επιστημονικής γνώσης και ότι η γνώση που διδάσκεται δύσκολα αντικαθιστά την προϋπάρχουσα.

Οι ιδέες των μαθητών στις Φ.Ε. έχουν καταγραφεί σ' ένα φάσμα εννοιών όπως: για το φως, τη δύναμη, την ενέργεια, τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, τον ηλεκτρισμό, τη σωματιδιακή δομή της ύλης (Driver κ.α. 1993).

Από έρευνες που έγιναν σε διάφορες χώρες σχετικά με τις ιδέες των παιδιών προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα.

1) Μέχρι σήμερα κάθε μαθητής έχει ν' αγωνισθεί στη στοιχειώδη φυσική με τα ίδια λάθη και τις ίδιες «παρεξηγημένες» έννοιες, που είχαν ν' αντιμετωπίσουν οι φυσικοί από την εποχή του G. Galilei. Φαίνεται, λοιπόν, ότι η ιστορία επαναλαμβάνεται κάθε χρόνο.

Ο J. Clement (1982), μελετώντας την αντίληψη των μαθητών ότι η κίνηση υπονοεί μια δύναμη ("motion implies a force") και συγκρίνοντας τις αντιλήψεις των σημερινών μαθητών πάνω στο θέμα με τα γραφτά του G. Galilei, διαπιστώνει την ομοιότητα των επιχειρημάτων των σημερινών μαθητών με εκείνα της εποχής του Galilei (Δ. Αλιμήσης 1993).

2) Οι αντιλήψεις των παιδιών είναι συχνά διαφορετικές από τον επιστημονικό πρότυπο, όπως αυτό παρουσιάζεται στα σχολικά εγχειρίδια. Ωστόσο οι αντιλήψεις αυτές είναι χρήσιμες και λογικές επειδή αποτελούν το σκελετό της ερμηνείας των σχετικών φαινομένων.

3) Οι διαισθητικές ιδέες των μαθητών ασκούν ισχυρή επιρροή στη μεταγενέστερη μάθηση.

4) Οι αντιλήψεις τους είναι δυνατό να επηρεαστούν από τη διδασκαλία ή να παραμείνουν ανεπηρέαστη από αυτή.

**Ορισμένα παραδείγματα προϋπαρχουσών – εναλλακτικών ιδεών που έχουν προκύψει από έρευνες για τις δυνάμεις είναι:**

- Ένα κινούμενο σώμα έχει μέσα του μια δύναμη
- Μια ισχυρότερη δύναμη θα επιβληθεί πλήρως μιας ασθενέστερης δυνάμεως
- Όλα τα σώματα πέφτουν κάτω, αλλά τα βαρύτερα πέφτουν ταχύτερα
- Η τριβή είναι κάτι που συμβαίνει μόνον, όταν τα σώματα κινούνται
- Η τριβή αυξάνεται, όταν αυξάνεται η ταχύτητα ολισθήσεως
- Τα σώματα μπορούν να αντισταθούν στην ολίσθηση λόγω του ότι κολλάνε
- Η κατάσταση ηρεμίας είναι θεμελιωδώς διαφορετική από την κατάσταση κινήσεως
- Η βαρύτητα αυξάνεται με το ύψος πάνω από την γη
- Αν δεν υπάρχει αέρας δεν υπάρχει βαρύτητα
- Η κίνηση προϋποθέτει πάντα την ύπαρξη δύναμης που έχει τη φορά της κίνησης
- Η δράση και αντίδραση ασκούνται στο ίδιο σώμα
- Όταν δυο σώματα βρίσκονται σε επαφή το μεγαλύτερο μάζας σώμα ασκεί στο άλλο μεγαλύτερη δύναμη κ.α.



### 1.3. Πως δημιουργούνται οι ιδέες των παιδιών

Αν και ο Πλάτωνας είχε υποστηρίξει ότι για να μάθουμε κάτι πρέπει πρώτα να το γνωρίζουμε, καταλήγοντας έτσι στο γνωστό παράδοξο (σύμφωνα με το οποίο η μάθηση είναι μια διαδικασία αδύνατη), η ιστορία των φυσικών επιστημών (Φ.Ε.) δείχνει ότι οι προηγούμενες γνώσεις γίνονται «τα εργαλεία της αποτελεσματικής σκέψης» και έτσι γίνεται δυνατή η ανάπτυξη της γνώσης και επομένως η επιστημονική πρόοδος.

Η γνώση δεν ξεκινάει να αναπτύσσεται από το τίποτα αλλά από κάποια γνώση που ήδη υπάρχει, και η ανάπτυξή της είναι αποτέλεσμα της τροποποίησης της προϋπάρχουσας αυτής γνώσης ή της ολικής απόρριψής της.

Πολλά παιδιά έρχονται στις τάξεις των φυσικών επιστημών με ιδέες και ερμηνείες που αφορούν σε φαινόμενα τα οποία μελετούν, ακόμη και όταν δεν έχουν δεχτεί οποιαδήποτε συστηματική διδασκαλία αυτών των αντικειμένων.

Τα παιδιά σχηματίζουν αυτές τις ιδέες και ερμηνείες ως αποτέλεσμα των καθημερινών εμπειριών από όλες τις πλευρές της ζωής τους: με τις πρακτικές σωματικές δραστηριότητες, από συζητήσεις με άλλους ανθρώπους γύρω τους και από τα μέσα ενημέρωσης. Μέσω των αλληλεπιδράσεων και μέσα από την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα, τα παιδιά αρχίζουν να οικοδομούν ένα ευρύ φάσμα ιδεών για το πώς λειτουργεί ο κόσμος.

Οι ιδέες αυτές χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ό,τι υποπίπτει στην αντίληψή τους.

Οι ιδέες των παιδιών δεν είναι απλές παρανοήσεις που οφείλονται σε κακή πληροφόρηση, αλλά δημιουργούνται από τους μηχανισμούς, που ίσως διαθέτουν και με τους οποίους αντιλαμβάνονται ό,τι συμβαίνει γύρω τους.

Φαίνεται ότι τα παιδιά από την ημέρα που γεννιούνται αναπτύσσουν «μίνι θεωρίες» για να κάνουν προβλέψεις και να αποφασίζουν για συγκεκριμένες ενέργειές τους.

Οι θεωρίες αυτές λειτουργούν υποσυνείδητα, δεν διατυπώνονται με λόγια και εφαρμόζονται αυθόρμητα και διαισθητικά.

Για παράδειγμα, ένα παιδί χρειάζεται μια «θεωρία» για την κίνηση βλημάτων, προκειμένου να καταφέρει να πιάσει την μπάλα που του πετάνε οι φίλοι του. Οι μίνι θεωρίες επιπροσθέτως, δίνουν την δυνατότητα για περιγραφή και ερμηνεία, αλλά στη περίπτωση αυτή οι θεωρίες, πρέπει να διατυπώνονται γλωσσικά.

Οι πρώτες εμπειρίες με το σώμα του μικρού παιδιού, και συγκεκριμένα εμπειρίες στις οποίες εμπλέκονται η άσκηση δυνάμεων και η κίνηση είτε του ίδιου του σώματος του παιδιού είτε αντικείμενα που απομακρύνονται ή πλησιάζουν σε σχέση με αυτό, αλλά και αργότερα οι διάφορες καθημερινές εμπειρίες, είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία νοητικών μοντέλων, δηλαδή γενικών εικόνων που εφαρμόζονται σε πολλές καταστάσεις προκειμένου να κατανοηθούν.

Για παράδειγμα, η καθημερινή εμπειρία των μικρών παιδιών με το τράβηγμα και το σπρώξιμο των αντικειμένων είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία ενός μοντέλου το οποίο συνδέει τη δύναμη με την κίνηση. Με βάση το μοντέλο αυτό τα παιδιά αντιμετωπίζουν καθημερινές καταστάσεις στις οποίες εμπλέκεται η κίνηση των αντικειμένων. Ένα τέτοιο μοντέλο μπορεί να επεκταθεί και να συμπεριλάβει και τη μάζα (ή το βάρος) των αντικειμένων, αφού σε μεγαλύτερης μάζας αντικείμενα πρέπει να ασκηθεί μεγαλύτερη δύναμη για να κινηθούν.

Βέβαια, και εμπειρίες με ελαφρά σώματα που πέφτουν αργά, όπως χαρτιά, πούπουλα (λόγω της αντίστασης του αέρα) και βαριά σώματα που πέφτουν γρηγορότερα (π.χ. πέτρες) συμβάλλουν στη δημιουργία μοντέλων.

Ωστόσο, αυτό το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να κατανοηθεί η ελεύθερη πτώση των σωμάτων και να οδηγήσει στη λανθασμένη



ιδέα ότι τα βαρύτερα σώματα πέφτουν στο έδαφος γρηγορότερα.

Μπορεί το εικονικό στοιχείο να υπερισχύει σε ορισμένες περιπτώσεις του λεκτικού, ωστόσο, το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται (τα μοντέλα) για να απαντήσουμε σε παραγωγικές ερωτήσεις, δηλαδή ερωτήσεις που ακούμε πρώτη φορά, δείχνει ότι το λεκτικό στοιχείο αποτελεί βασική συνιστώσα ενός νοητικού μοντέλου.

Τόσο η καθημερινή γλώσσα με εκφράσεις όπως «η δύναμη της μπάλας», «το σώμα κινούνταν με μια τέτοια δύναμη», «φόρεσε μάλλινα ρούχα να ζεσταθείς», «κλείσε το παράθυρο να μην μπει το κρύο», όσο και ορισμένες λέξεις, το νόημα των οποίων είναι διαφορετικό απ' ό,τι στις φυσικές επιστήμες (π.χ. η λέξη «παχύρευστο» μπορεί να θεωρηθεί συνώνυμο της λέξης «πυκνός»), ενισχύουν ορισμένες διαισθητικές ιδέες.

Επίσης, αν ο μαθητής λείπει, στην περίπτωση για παράδειγμα που λύνει μια άσκηση «η δύναμη του σώματος» και δεν διορθωθεί από τον διδάσκοντα ώστε να πει «η δύναμη που ασκείται πάνω στο σώμα», η ιδέα ότι τα σώματα έχουν δύναμη θα ενισχυθεί και θα παραμείνει, χωρίς σύγκρουση με αυτά που ακούει στο μάθημα.

Τον ιδιαίτερο ρόλο της χρησιμοποίησης στη σχολική τάξη γλώσσας επισημαίνει ο Φλουρής Γ. (1986) χαρακτηρίζοντας σαν πολύ σοβαρό πρόβλημα την επικοινωνία διαμέσου της γλώσσας με τους μαθητές. Δάσκαλος και μαθητές μπορεί να χρησιμοποιούν τις ίδιες επιστημονικές λέξεις- όρους (δύναμη, βάρος, ταχύτητα κλπ) αλλά με διαφορετική σημασία, που καθορίζεται από το φορτίο των προ-εννοιών, που φέρουν οι μαθητές για την αντίστοιχη φυσική έννοια.

Έτσι π.χ. για τους μαθητές το βάρος σημαίνει πάντοτε κάτι το βαρύ, η ταχύτητα κάτι πολύ γρήγορο, η δύναμη κάτι πολύ ισχυρό κλπ.

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών, τις οποίες αποκαλούν και επιστήμη των μαθητών, δεν αποτελούν τα συνηθισμένα λάθη χωρίς ιδιαίτερη σημασία, αλλά νοητικές κατασκευές τις οποίες τα παιδιά χρησιμοποιούν για να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα. Με αυτή την έννοια οι ιδέες των παιδιών αποτελούν αυτοδύναμα σχήματα που όμως διαφέρουν από το επιστημονικό πρότυπο στο ότι ερμηνεύουν διαφορετικά τα φαινόμενα.

Οι εναλλακτικές απόψεις των μαθητών έχουν γενικότητα καθώς και διαχρονική ισχύ, παρόλο που μερικές από αυτές διαφοροποιούνται κατά την ανάπτυξη του μαθητή ή την επίδραση της διδασκαλίας.

Οι ιδέες αυτές είναι επαρκείς για τους μαθητές για την ερμηνεία των φαινομένων και συγκροτούν μια, ως ένα βαθμό γνωστική δομή με περιορισμένη ισχύ εσωτερικά συνεπή.

Πολλές φορές επηρεάζονται ελάχιστα.

Μερικές από τις ιδέες που χρησιμοποιούν τα παιδιά για το φυσικό κόσμο είναι τόσο εδραιωμένες που δεν ξεριζώνονται με τη διδασκαλία.

Έτσι παρόλο που μερικά παιδιά μπορούν να εφαρμόζουν τις επιστημονικές ιδέες σε προβλήματα των εξετάσεων, αποτυγχάνουν να τις εφαρμόσουν εκτός του σχολείου για να ερμηνεύσουν μερικά φαινόμενα. Οι ιδέες των παιδιών είναι δυνατά να παραμένουν όχι μόνο μετά τη διδασκαλία, αλλά και μετά την ενηλικίωσή τους ( Π. Β. Κόκκοτας 2001).

#### 1.4. Τα χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών

Οι ιδέες των μαθητών προέρχονται από τα νοητικά σχήματα τα οποία οι μαθητές έχουν διαμορφώσει για το φυσικό κόσμο και με αυτή την έννοια είναι ατομικές. Μπορούμε όμως να διακρίνουμε κάποιες ομοιότητες δηλαδή κοινά



χαρακτηριστικά, σε μια φυσική κατάσταση ή για μια έννοια και άρα να τις **ομαδοποιήσουμε**.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους είναι τα εξής:

- Δεν τροποποιούνται και δεν απορρίπτονται εύκολα
- Είναι προσωπικές αλλά πολλές από αυτές είναι κοινές σε μαθητές από διάφορες χώρες
- Ομοιάζουν σε πολλές περιπτώσεις με τις ιδέες που είχαν οι επιστήμονες στο παρελθόν.
- Μπορούν να συνυπάρχουν χωρίς αντίφαση στο νου των μαθητών με άλλες επιστημονικές ιδέες

Σε μια προσπάθεια ταξινόμησης των ιδεών των μαθητών οι ερευνητές κατέληξαν στις παρακάτω κατηγορίες, οι οποίες έγιναν με βάση τα κοινά χαρακτηριστικά των ιδεών των παιδιών:

### **1. Η ανθρωποκεντρική άποψη**

Οι μαθητές θεωρούν ότι το οξυγόνο υπάρχει για να αναπνέουν οι άνθρωποι και βρέχει για να διατηρηθεί η τροφική αλυσίδα με πρωταγωνιστή τον άνθρωπο κτλ.

### **2. Η ανιμιστική άποψη**

Οι μαθητές θεωρούν ότι τα σύννεφα ιδρώνουν, οι άγγελοι παίζουν bowling και δημιουργούν τις βροχές κτλ.

### **3. Τα μη ορατά δεν υπάρχουν**

Οι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα, η διαλυμένη ουσία στο διαλύτη, η καμπυλότητα της γης κλπ

### **4. Η περιορισμένη εστίαση σε ένα εμφανές χαρακτηριστικό.**

Για τους μαθητές η θερμοκρασία και όχι η ατμοσφαιρική πίεση ή η υγρασία είναι το χαρακτηριστικό στο σχηματισμό των καιρικών φαινομένων.

### **5. Η εστίαση της προσοχής σε αλλαγές και όχι σε σταθερές καταστάσεις.**

Σε πολλές έρευνες παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές εστιάζουν την προσοχή τους μάλλον σε καταστάσεις **κίνησης** και **αλλαγής**, παρά σε καταστάσεις **ισορροπίας**. Έτσι, για παράδειγμα, οι μαθητές αναγνωρίζουν την επίδραση δυνάμεων όταν τα σώματα κινούνται, αλλά όχι όταν ηρεμούν.

Η άποψη αυτή βρίσκεται κοντά στην αντίστοιχη Αριστοτελική, που θεωρούσε τη θέση ισορροπίας ως φυσική θέση των σωμάτων, άρα δεν είχε ανάγκη δυνάμεων για την εξήγησή της.

Η **Viennot (1985)** διαπίστωσε ότι οι μαθητές έχουν αριστοτελικές απόψεις για την κίνηση και τη δύναμη. Για τα παιδιά

Η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση αποδίδεται στην ύπαρξη μιας δύναμης που ασκείται στο κινητό.

Όταν ένα σώμα ρίχνεται προς τα πάνω, κινείται με την επίδραση της δύναμης που του δώσαμε, η οποία μειώνεται καθώς το σώμα ανεβαίνει. Το σώμα θα αρχίσει να κατεβαίνει όταν «τελειώσει» η δύναμη. Αυτή η τάση, να εξετάζουν μεταβαλλόμενες μάλλον καταστάσεις, παρά καταστάσεις ισορροπίας, είναι ίσως κατανοητή αναφορικά με αυτό που νομίζουν τα παιδιά ότι είναι αναγκαίο να εξηγήσουν. Αντανακλά μια σημαντική πλευρά του αιτιακού συλλογισμού των παιδιών, ότι δηλαδή η αλλαγή χρειάζεται μια εξήγηση, απαιτεί απ' αυτά να αναζητήσουν ένα μηχανισμό, οπωσδήποτε απλό, που να συνδέει τις διαφορετικές καταστάσεις ενός συστήματος στο χρόνο. οι καταστάσεις ισορροπίας, εξάλλου επειδή δεν υπάρχει αλλαγή με το χρόνο, δεν απαιτούν εξήγηση είναι «όπως έχουν τα πράγματα». (**R. Driver et. al, 1993**).

### **6. Ο γραμμικός αιτιακός συλλογισμός και όχι η αλληλεπίδραση.**





Όταν τα παιδιά εξηγούν τις αλλαγές, οι συλλογισμοί τους τείνουν ν' ακολουθούν μια γραμμική αιτιακή ακολουθία. Υιοθετούν μία αιτία που παράγει μια αλυσίδα αποτελεσμάτων ως μια ακολουθία εξαρτωμένη από το χρόνο.

Αυτή η τάση, να σκέφτονται τις εξηγήσεις με βάση προτιμώμενες κατευθύνσεις στις αλυσίδες των γεγονότων, σημαίνει ότι οι μαθητές μπορεί να έχουν προβλήματα όταν εκτιμούν τη συμμετρία στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ συστημάτων. Στη μηχανική, όπως έχουμε δει, οι μαθητές έχουν την τάση να σκέπτονται ότι μια δύναμη ή μια δράση παράγει ένα αποτέλεσμα όπως είναι η κίνηση. η αμοιβαία φύση των δυνάμεων που δρουν (με άλλα λόγια ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα) δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί από αυτή την οπτική γωνία, επειδή απαιτεί από τους μαθητές να εγκαταλείψουν αυτό τον αλυσιδωτό τρόπο της σκέψης με την «προτιμώμενη» του κατεύθυνση (R.Driver et.al 1993).

Π.χ. οι μαθητές ερμηνεύουν ως ένα σημείο τη σχέση μεταξύ δύναμης – κίνησης, ενώ έχουν δυσκολία να εντοπίσουν τη σχέση δράσης- αντίδρασης.

### **7. Μη διαχωρισμός εννοιών**

Το γεγονός ότι οι ιδέες των παιδιών τείνουν να είναι περισσότερο περιεκτικές και σφαιρικές από εκείνες των επιστημόνων σημαίνει ότι, σε μερικές περιπτώσεις τα παιδιά παρουσιάζουν την τάση να διολισθαίνουν από τη μία σημασία στην άλλη, χωρίς αναγκαστικά να το συνειδητοποιούν. Για παράδειγμα, η λέξη αγωγός ή μονωτής μπορεί να χρησιμοποιείται για να σημαίνει και το «να ζεσταίνεται γρήγορα ή αργά» και το «να κρατά τη ζέστη ή το κρύο». Αυτές είναι ιδέες που ξεκάθαρα διαφοροποιούνται από την οπτική γωνία του επιστήμονα, οι μαθητές όμως, στο δικό τους επίπεδο ερμηνείας των γεγονότων, δε βλέπουν την ανάγκη να κάνουν τέτοιους διαχωρισμούς. Οι μαθητές συγχέουν τις έννοιες πίεση- δύναμη, ηλεκτρισμός – φορτίο τάση /ενέργεια/ ισχύς, βαρύτητα –μάζα/ όγκο κλπ.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

#### 2.1 Ο σκοπός και το δείγμα της έρευνας.

Σκοπός της έρευνάς μας είναι να ανιχνευτούν οι προϋπάρχουσες ιδέες μαθητών Ε΄κ΄Στ΄ δημοτικού καθώς και Β΄ γυμνασίου με διαγνωσμένα προβλήματα Μαθησιακών Δυσκολιών και χαρακτηρισμένα με χαμηλό Δείκτη Νοημοσύνης για την έννοια της δύναμης σε προβλήματα καθημερινά, οικεία σ΄ αυτά. Επιπλέον να τις συσχετίσουμε με τα ευρήματα άλλων σημαντικών εργασιών που επιχειρούν ανάλογες διερευνήσεις με διάφορες κατηγορίες μαθητών, εκπαιδευτικών, φοιτητών κ.α.

Απώτερος βέβαια στόχος μας δεν είναι η απλή καταγραφή των ιδεών αυτών αλλά να θέσουμε τους μαθητές αυτούς με τα ιδιαίτερα αυτά χαρακτηριστικά στο κέντρο του ενδιαφέροντος, ζητώντας να τους καταστήσουμε δημιουργούς της δικής των «γνώσης» με σεβασμό στις δικές τους ανάγκες, τα δικά τους ενδιαφέροντα και τις δικές τους κλίσεις.

Για την πραγματοποίηση του ερευνητικού κομματιού της εργασίας μας συνεργάστηκα με προσωπικό των ΚΕΔΔΥ Ηπείρου, με διευθυντές δημοτικών σχολείων και γυμνασίων της Ηπείρου, με εκπαιδευτικούς ειδικής αγωγής των σχολείων αυτών και με εκπαιδευτικούς υπεύθυνους τάξεων δασκάλους και καθηγητές. Όλους αυτούς έναν έναν και όλους μαζί τους ευχαριστώ θερμά ,γιατί χωρίς τη δική τους συνδρομή δε θα ήταν δυνατόν η πραγματοποίηση της έρευνάς μας.

Οι πληροφορίες που μου έδωσαν, η εμπιστοσύνη που με περιέβαλαν και οι διευκολύνσεις που μου παρείχαν ήταν καθοριστικές για το ξεπέρασμα γραφειοκρατικών εμποδίων, που σε κάποιες περιπτώσεις, ευτυχώς ελάχιστες δεν έλειψαν.

Η διαχείριση ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων και η διασφάλιση του απόρρητου απαιτούσε ιδιαίτερη διαχείριση τόσο εκ μέρους μου αλλά και εκ μέρους των εκπαιδευτικών των τάξεων στις οποίες ανήκε ο συγκεκριμένος πληθυσμός της έρευνάς μας. Με ιδιαίτερο όμως σχεδιασμό, υπευθυνότητα και σεβασμό στην προσωπικότητα των παιδιών αυτής της ομάδας αλλά και όλων των συμμαθητών τους διαμορφώσαμε το κατάλληλο επικοινωνιακό κλίμα και πραγματοποιήσαμε τις προσωπικές συνεντεύξεις τις οποίες απομαγνητοφωνήσαμε και παραθέτουμε ως παράρτημα στο τέλος της εργασίας μας.



Ο πληθυσμός στον οποίο απευθύνθηκε η έρευνα ήταν μαθητές που από τα ΚΕΔΔΥ είχαν αξιολογηθεί και σύμφωνα με το test Wisk είχαν χαρακτηριστεί ως άτομα με γενικευμένα Μαθησιακά Προβλήματα και με χαμηλό Δείκτη Νοημοσύνης.

Φοιτούσαν σε τάξεις Υποδοχής ή σε ειδικό σχολείο και έχουν γενικά χαρακτηριστικά που θα τα περιγράψουμε παρακάτω.

Από τους 42 συνολικά μαθητές που πήραμε συνέντευξη (πίνακας 4), έχουμε τις παρακάτω διακεκριμένες ομάδες μαθητών:

- 1) Μαθητές της Ε' τάξης Δημοτικού (πίνακας 1)
- 2) Μαθητές της Στ' τάξης Δημοτικού (πίνακας 2)
- 3) Μαθητές της Β' Γυμνασίου (πίνακας 3)
- 4) Συνολικός αριθμός μαθητών (πίνακας 4)

Πίνακας 1:

Ε' Δημοτικού

ΦΥΛΟ	f	f%
Αγόρια	12	66,67
Κορίτσια	6	33,33
Σύνολο	18	100,00

Πίνακας 2:

Στ' Δημοτικού

ΦΥΛΟ	f	f%
Αγόρια	9	75,00
Κορίτσια	3	25,00
Σύνολο	12	100,00

Πίνακας 3:

Β' Γυμνασίου

ΦΥΛΟ	f	f%
Αγόρια	8	66,67
Κορίτσια	4	33,33
Σύνολο	12	100,00



Πίνακας 4:

Συνολικός πληθυσμός

ΦΥΛΟ	f	f%
Αγόρια	29	69,05
Κορίτσια	13	30,95
Σύνολο	42	100,00

Το ερωτηματολόγιο και οι συνθήκες διεξαγωγής της έρευνας

Για να απευθυνθούμε σ' αυτούς τους μαθητές αναπτύξαμε ερωτηματολόγιο, που δίνεται παρακάτω

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1. Ένας Φίλος μου ζητά να του εξηγήσεις όσο πιο απλά μπορείς τι είναι δύναμη;  
Τι απάντηση θα του έδινες;
2. Ένας σιδερένιος βόλος κύλησε από τα χέρια του Νίκου και βρέθηκε να κυλάει στο καλογραλισμένο δάπεδο ενός διαδρόμου με σταθερή ταχύτητα, πάνω στο οριζόντιο διακοσμητικό μάρμαρο, που στόλιζε το σχολικό διάδρομο.  
Τι λες ασκούνται δυνάμεις πάνω στο βόλο ;
3. Αν ναι, μπορείτε να ζωγραφίσετε πάνω στο βόλο, που κινείται προς τα δεξιά, τη δύναμη ή τις δυνάμεις, που θεωρείτε ότι του ασκούνται;



Πες μου από πού προέρχονται αυτές οι δυνάμεις; Πώς τις λένε; Γιατί τις σχεδίασες έτσι ;

4. Καθώς ο σιδερένιος βόλος κινούνταν με σταθερή ταχύτητα χτύπησε πάνω σε μια μεταλλική ξύστρα και άλλαξε πορεία κίνησης.

Τι λες η ξύστρα άσκησε κάποια δύναμη στο βόλο μας; Δικαιολόγησε το.



5. Ο βόλος άσκησε στην ξύστρα δύναμη; Πώς το δικαιολογείς;
6. Αν ναι ποια δύναμη είναι μεγαλύτερη του βόλου ή της ξύστρας ; Ποια ασκήθηκε πρώτα και ποια μετά;
7. Μόλις ο βόλος άλλαξε πορεία η Μαρία παρεμβαίνει και σπρώχνει το βόλο κάνοντάς τον να κινείται και πάλι πάνω στο ευθύγραμμο μάρμαρο με σταθερή και πάλι ταχύτητα.  
Τι λες, η Μαρία άσκησε δύναμη στο βόλο; Πώς το δικαιολογείς;
8. Ο βόλος άσκησε στη Μαρία δύναμη ; Πώς το δικαιολογείς;
9. Καθώς ο βόλος μας κινείται με σταθερή ταχύτητα παρεμβάλλεται ένας μαγνήτης και τον εκτρέπει από την πορεία του.  
Πώς δικαιολογείς την αλλαγή κίνησης του βόλου.  
Ασκήθηκαν δυνάμεις πάνω στο βόλο; Από πού προέρχονται; Πώς τις λένε;
10. Καθώς ο βόλος εκτράπηκε πέρασε σε αίθουσα στρωμένη με μοκέτα και κινείται τώρα πάνω της σε ευθεία γραμμή και ελαττώνοντας σταθερά την ταχύτητά του.  
Πού οφείλεται το γεγονός ότι ο βόλος ελαττώνει σταθερά την ταχύτητά του;  
Ασκούνται τώρα δυνάμεις στο βόλο; Αν ναι ποιες είναι αυτές;
11. Μετά από λίγο ο βόλος ακινητοποιείται. Ποια κατά τη γνώμη σου είναι η αιτία που ακινητοποίησε το βόλο;  
Πάνω στον ακινητοποιημένο βόλο ασκούνται δυνάμεις;  
Αν ναι, ποιες είναι αυτές;
12. Η Ελένη παίρνει το βόλο και τον πετάει ευθεία κατακόρυφα προς τα πάνω.  
Καθώς ο βόλος ανεβαίνει προς τα πάνω , ποιες δυνάμεις νομίζεις ότι του ασκούνται; Από πού προέρχονται; Πώς τις λένε; Τι αποτελέσματα έχουν στην κίνηση του βόλου;
13. Ο βόλος κάποια στιγμή σταματάει να ανεβαίνει και αρχίζει να πέφτει προς τα κάτω.  
Ποιες δυνάμεις νομίζεις ότι ασκούνται τώρα στο βόλο;  
Από πού προέρχονται ; Πώς τις λένε; Τι αποτελέσματα έχουν στην κίνηση του βόλου;
14. Ο βόλος πέφτει τελικά σε ένα βαρέλι γεμάτο με άμμο, εισχωρεί στην άμμο και ακινητοποιείται.  
Νομίζεις ότι στον ακινητοποιημένο βόλο ασκούνται δυνάμεις;



Αν ναι, ποιες είναι αυτές και τι αποτελέσματα έχουν;

Το ερωτηματολόγιο αυτό χρησιμοποιήθηκε ως πλαίσιο προσωπικής συνέντευξης που πήρα ο ίδιος προσωπικά από τους όλους τους μαθητές. Έτσι ξεπεράστηκαν προβλήματα επικοινωνίας που περιμέναμε να δημιουργηθούν με αρκετούς από τους μαθητές αυτούς σε σχέση με το να τους δίνονταν γραπτό κείμενο και να ζητούσαμε τη γραπτή απάντησή τους.

Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης οι μαθητές άκουγαν και απαντούσαν προφορικά στα ερωτήματα και όλη η διαδικασία μαγνητοφωνούνταν χωρίς αυτό να γίνεται αντιληπτό από τα παιδιά. Οι ερωτήσεις ήταν ανοιχτές και όπου χρειάζονταν επαναλαμβάνονταν ή δίνονταν περαιτέρω εξηγήσεις προσέχοντας κυρίως οι μαθητές να εκφράζουν ελεύθερα τις απόψεις τους χωρίς καμιά καθοδήγηση ή επηρεασμό.

Για να εστιάσει ο μαθητής σε εκείνο το σημείο της περιγραφής που θέλαμε δεν αρκούμασταν στην απλή περιγραφή αλλά εκτελούσαμε πειραματικά την όλη διαδικασία.

Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε ανοικτές ερωτήσεις και οργανώθηκε γύρω από μια τοπική αφήγηση, που περιλάμβανε τον παρατηρητή, με τον οποίο επιδιώκαμε να ταυτιστεί ο μαθητής. Η αφήγηση εξελισσόταν στο χρόνο και οι ερωτήσεις αφορούσαν στιγμιότυπα των αφηγήσεων. Ουσιαστικά το ερωτηματολόγιο οργανώνεται γύρω από την ιστορία ενός βόλου που ξέφυγε από τα χέρια ενός παιδιού και περιλαμβάνει διάφορα στιγμιότυπα.

Έτσι με απλή αφήγηση αποφεύγουμε προβλήματα επικοινωνίας που ενδεχομένως να δημιουργούσαν εκφράσεις επιστημονικών αναφορών και επιπλέον δημιουργήσαμε περιβάλλον αναφοράς οικείο, γνωστό, καθημερινό στους μαθητές.

Περιβάλλον που ενισχύει τη συγκέντρωση του μαθητή στο "παρατηρούμενο" και δεν τον αποπροσανατολίζει. Η επιλογή του να πάρω τις συνεντεύξεις των μαθητών εγώ ο ίδιος προσωπικά και όχι να τις αναθέσω σε άλλους εκπαιδευτικούς στόχευε στη δημιουργία ενός ενιαίου και όσο το δυνατόν ίδιου σταθερού κλίματος συνέντευξης για όλα τα παιδιά. Κλίμα ασφάλειας, αποδοχής, σταθερότητας, περιέργειας που δεν από-βλέπει σε έλεγχο γνώσεων και δεν έχει ως στόχο τη βαθμολόγηση της προσπάθειάς των. Κλίμα παιγνιώδους διαδικασίας, που αποβάλλει το φόβο και δίνει την άνεση για ελεύθερη έκφραση και αυθόρμητες απαντήσεις των παιδιών.

Μετά την μαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων προχωρήσαμε στις απομαγνητοφωνήσεις των τις οποίες και παραθέτουμε σε παράρτημα στο τέλος της εργασίας μας.

Κωδικοποιήσαμε την κάθε συνέντευξη σημειώνοντας τον αύξοντα αριθμό της, το φύλο θέτοντας 1 για τα αγόρια και 2 για τα κορίτσια και την τάξη στην οποία ανήκε Ο κάθε μαθητής, θέτοντας 1 για την Ε' δημοτικού, 2 για την Στ' δημοτικού και 3 για την Β' γυμνασίου.

### 2.3 Κύρια χαρακτηριστικά των παιδιών της έρευνάς μας



Οι μαθητές της έρευνάς μας, όπως ήδη έχουμε προαναφέρει, είναι μαθητές με γενικευμένα προβλήματα Μαθησιακών Δυσκολιών, με χαμηλό Δείκτη Νοημοσύνης και με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που τα περιγράφουμε παρακάτω. Ως εκπαιδευτικοί έχουμε συνηθίσει να ομαδοποιούμε τους μαθητές αυτούς δίνοντάς τους διάφορους χαρακτηρισμούς, όπως:

- Μαθητές χαμηλών επιδόσεων
- Αδύνατοι μαθητές
- Αποτυχόντες μαθητές
- Εκπαιδευτικά μειονεκτούντες
- Πολιτισμικά αποστερημένοι
- Συναισθηματικά διαταραγμένοι
- Διανοητικά αδύνατοι

Ένας χαρακτηρισμός από τους πιο πάνω, συνήθως χρησιμοποιείται και ως αιτιολογία της 'κατάστασης' στην οποία τους κατατάσσουμε!

Για πολλούς εκπαιδευτικούς το σχολείο είναι ένα ίδρυμα στο οποίο ο βασικός υπεύθυνος για τη μη βελτίωση της κατάστασης ενός 'προβληματικού μαθητή' είναι ο ίδιος μαθητής. Σπάνια καταλογίζονται ευθύνες στους εκπαιδευτικούς, στα προγράμματα, στα μέσα και στις μεθόδους διδασκαλίας ή όπου αλλού. (Συνήθως 'νύπτομεν τας χείρας μας').

Παρόλο που ομαδοποιούμε τους μαθητές με κάποιο χαρακτηριστικό τους, ο κάθε μαθητής έχει τις ιδιαίτερες ικανότητές του καθώς και τις αδυναμίες του σε σχέση με τους υπόλοιπους. Ταυτόχρονα όμως έχει και κοινά χαρακτηριστικά με τους υπόλοιπους, όπως

- ενδιαφέροντα,
- ανάγκες και
- δικαιώματα. (Παντελιάδου Σουζάνα, 2000)

Η Sally Smith αναφέρει ότι το κάθε παιδί της έρευνάς μας φέρει τα παρακάτω Χαρακτηριστικά:

- Ασταθές, ασυνεπές. Έχει καλές και κακές μέρες.
- Ελλειμματική προσοχή – διάσπαση.
- Δουλεύει με πολύ αργούς ρυθμούς. Δεν τελειώνει στην ώρα του.
- Απρόσεχτο, βιαστικό, γράφει ή δίνει απαντήσεις χωρίς να σκεφτεί.
- Κακή οργάνωση, το γραφείο του είναι ακατάστατο, χάνει πράγματα, ανοργάνωτο σε εργασιακές συνήθειες.
- Χαμηλή ανοχή σε απογοητεύσεις. Τα παρατάει εύκολα ή εκρήγνυται.
- Δυσκολεύεται να εκτελέσει οδηγίες, ειδικά όταν πρόκειται για μακρά αλληλουχία οδηγιών.
- Τα εκλαμβάνει όλα κυριολεκτικά. Δεν αντιλαμβάνεται τα αστεία, τα λογοπαίγνια, το σαρκασμό, τις πολλαπλές έννοιες των λέξεων.
- Δυσκολεύεται να επικεντρωθεί στο κεντρικό θέμα. Αναφέρει άσχετα θέματα.
- Δεν αντιλαμβάνεται σχέσεις αιτίας-αιτιατού. Δεν προβλέπει ούτε αξιολογεί.
- Δυσκολεύεται να μεταφέρει τη γνώση από ένα μάθημα ή μια



κατάσταση σε μια άλλη.

- Πάντα ρωτάει «Γιατί;» και χρειάζεται να του επαναλαμβάνουν τα ίδια πράγματα.
  - Προβλήματα στο γραφοκινητικό συντονισμό. Κακός γραφικός χαρακτήρας.
  - Αργό κι ανακριβές όταν προσπαθεί να αντιγράψει από τον πίνακα.
- (Sally Smith, 1995)

Συνήθως στους *αδύνατους μαθητές* συναντούμε άτομα με χαμηλή αυτοεικόνα ή/και με δυσκολίες κατανόησης. Η μαθησιακή βραδύτητα (slow learning) μπορεί να είναι αποτέλεσμα και των δύο.

### **Μαθητές με χαμηλή αυτοεικόνα.**

Οι μαθητές αυτοί έχουν πειστεί ότι 'δεν τα καταφέρνουν'. Σε κάθε πρόκληση του σχολείου και σε κάθε νέα ευκαιρία οδηγούνται (σχεδόν με βεβαιότητα) σε αποτυχία, σε απογοήτευση, σε συναισθήματα ντροπής, ενοχής. Δεν έχουν εμπιστοσύνη στο μέλλον τους. Χωρίς να το θέλουν εμπλέκονται σε καταστάσεις που όλοι μας θέλουμε να αποφύγουμε, όπως φόβος, (να ταπεινωθούν στην τάξη, να δεχτούν ποινή), άγχος (δεν προφταίνουν το μάθημα), απογοήτευση (δεν μπορούν να καταλάβουν τι λέει ο δάσκαλος).

Τι μπορεί να 'κρύβεται' πίσω από ένα μαθητή με χαμηλή αυτοεικόνα:

- Σειρά από προηγούμενες αρνητικές εμπειρίες και απογοητεύσεις.
  - Αυταρχικοί καθηγητές.
  - Αυταρχικοί γονείς.
  - Συγκρίσεις (αρνητικές) στο χώρο του σπιτιού ή του σχολείου.
  - Υπερπροστασία.
  - Ατομικές ιδιαιτερότητες (φυσικές, κοινωνικές ή στο χαρακτήρα του) σε συνδυασμό με τα πιο πάνω.
- Πώς συμπεριφέρεται ή 'αμύνεται' στην τάξη ένας τέτοιος μαθητής;
- Αναπτύσσει αντισταθμίσεις, καλλιεργεί και προβάλλει κάτι άλλο στο οποίο είναι καλός.
  - Προβάλλεται στην ομάδα του με κάτι που οι άλλοι θεωρούν ως 'σπουδαίο' (έστω και αν δεν είναι κοινωνικά αποδεκτό).
  - Προσπαθεί να κρύψει το πρόβλημα (δεν θέλω, όχι δεν μπορώ).
  - Εξευτελίζει, τον καθηγητή αν αυτόν θεωρεί ως αιτία ή 'φορέα' του προβλήματος.
  - Αντί να 'επιτεθεί' δηλ. να αντιμετωπίσει το μάθημα, 'επιτίθεται' στον καθηγητή.
  - Προβάλλει έντονα την αδυναμία του επιζητώντας 'οίκτο' ή απαλλαγή (εγκαταλείπει κάθε προσπάθεια).

### **Μαθητές με ενδείξεις μειωμένων διανοητικών ικανοτήτων.**

Συνήθως (χωρίς να αποτελεί κανόνα), παρουσιάζουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά ενός πτωχού λεκτικού-συμβολικού συστήματος:

- Περιορισμένο λεξιλόγιο
- Κακή χρήση της γραμματικής
- Καθυστέρηση στη χρήση του λόγου
- Αδυναμία χρήσης αφηρημένων συμβόλων
- Περιορισμένη ικανότητα κατανόησης γραπτού ή προφορικού λόγου
- Περιορισμένα νοητικά σχήματα πληροφοριών, εννοιών, σχέσεων





- Περιορισμένη ικανότητα ταξινόμησης ή ομαδοποίησης γεγονότων
- Περιορισμένη αντίληψη της σχέσης αιτίου-αποτελέσματος
- Περιορισμένη ικανότητα γενίκευσης, ανάλυσης, επίλυσης αφηρημένων λεκτικών προβλημάτων
- Δυσκολία συγκράτησης στη σκέψη τους μιας σειράς συλλογισμών.

Όλα τα πιο πάνω θεωρούνται απαραίτητα για τη συμμετοχή των μαθητών σε μαθησιακές δραστηριότητες ενός τυπικού σχολείου. Μαθητές που παρουσιάζουν καθυστέρηση σε (ορισμένες έστω) διανοητικές ικανότητες φαίνεται να έχουν διαφορά μεταξύ

πραγματικής και «νοητικής» ηλικίας.

Παρατηρείται επίσης συνεχής επιβράδυνση της προόδου που παρουσιάζουν.

Μαθητές που έχουν προτίμηση σε άντληση πληροφοριών από το φυσικό περιβάλλον τους μέσω δράσεων, δείχνουν την τάση να εκδηλώνουν τα συναισθήματά τους ή τις σκέψεις τους επίσης με δράσεις.

Έχουμε πολλές φορές παρατηρήσει μαθητές σε τέτοιες εκδηλώσεις συμπεριφοράς, όπου:

- Κτυπούν το μολύβι τους
- Κτυπούν νευρικά-ρυθμικά τα πόδια τους στο πάτωμα
- Τακτοποιούν διαρκώς τα βιβλία τους
- Τσαλακώνουν και σκίζουν χαρτιά
- Συνομιλούν συνέχεια ψιθυριστά με τους διπλανούς τους
- Μιλούν μόνοι τους
- Βγαίνουν συχνά από την τάξη
- Έχουν νευρικά ξεσπάσματα
- Προκαλούν καβγάδες

Όταν ο καθηγητής προσπαθεί να σταματήσει ή να περιορίσει μια τέτοια συμπεριφορά, προκαλούνται ανεπιθύμητες εκδηλώσεις από τους μαθητές όπως:

- επιθετικότητα,
- σκυθρωπότητα,
- απόσυρση από το μάθημα,
- ονειροπόληση.

Κάθε μια από τις εκδηλώσεις αυτές καταστρέφει το κλίμα της τάξης και κάνει τη μαθησιακή διαδικασία πιο δύσκολη. (Miller Bonnie , 2002 )

### **Μαθητές που μαθαίνουν «πιο αργά».**

Μερικοί μαθητές χρειάζονται περισσότερο χρόνο σε σχέση με τους υπόλοιπους για να μελετήσουν και να μάθουν κάτι, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οπωσδήποτε έχουν κάποια νοητική υστέρηση ή άλλο διανοητικό ή συναισθηματικό πρόβλημα. Ορισμένα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας αυτών των μαθητών συντελούν στο να δαπανούν περισσότερο χρόνο σε σχέση με τους συμμαθητές τους, όταν εμπλέκονται σε διάφορες μαθησιακές διαδικασίες, όπως:

- Είναι υπερβολικά προσεκτικοί, λεπτολόγοι, επιφυλακτικοί
- Δεν προβαίνουν εύκολα σε γενικεύσεις
- Δεν δέχονται μια πρόταση ή δεν κατανοούν μια έννοια χωρίς ένα πρακτικό παράδειγμα ή μια δική τους 'δοκιμή'
- Έχουν 'μονοδιάστατη σκέψη' με περιορισμένη ευρύτητα και προσαρμοστικότητα
- Δεν υιοθετούν εύκολα άλλα πλαίσια αναφοράς, πέρα από το δικό τους

Το εκπαιδευτικό σύστημα εκτιμά (και αμείβει) την ταχύτητα στην απάντηση, πράγμα στο οποίο οι πιο πάνω μαθητές, λόγω των ιδιομορφιών τους στο μαθησιακό τους τύπο, μειονεκτούν.



Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι καθηγητές περιμένουν τους αργούς ή αδύνατους μαθητές λιγότερο χρόνο για να απαντήσουν σε σχέση με τους υπόλοιπους! Οι ίδιοι οι μαθητές που παρουσιάζουν μια βραδύτητα στη μάθηση έχουν παρατηρήσει ότι η προσπάθειά τους να είναι πιο γρήγοροι στις δραστηριότητές τους αυξάνει την πιθανότητα να κάνουν λάθη και ενεργοποιούν δραστηριότητες οι οποίες βλάπτουν την αυτοεικόνα τους. Έτσι εμμένουν στις συνήθειές τους και παραμένουν αργοί μαθητές! (N.C.T.M. Reston vi , 1972 )

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### 3.Ανάλυση των δεδομένων της έρευνας

#### 3.1 Αξιολόγηση 1<sup>ης</sup> Ερώτησης

**Ένας Φίλος μου ζητά να του εξηγήσεις όσο πιο απλά μπορείς τι είναι δύναμη; Τι απάντηση θα του έδινες;**

Στόχος της 1<sup>ης</sup> ερώτησης του ερωτηματολογίου μας είναι να διερευνήσει γενικά πώς οι μαθητές με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά αντιλαμβάνονται την έννοια της δύναμης και αν και πως το σχολικό μάθημα των Φ.Ε έχει επηρεάσει στη διαμόρφωση παγιωμένων αντιλήψεων συμβατό απόλυτα ή μερικά με τον Νευτώνειο μοντέλο, στο οποίο και αποκωδικοποιεί η διδασκαλία Φ.Ε.

Τα δεδομένα τα αναλύσαμε με βάση ανάλυσης όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ (5 )

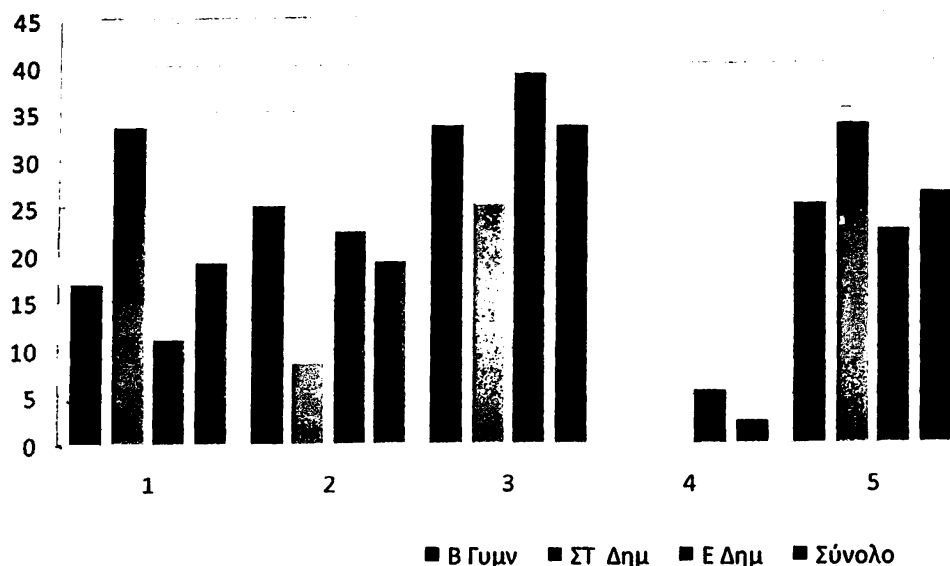


	Δύναμη	Β' Γυμν.		Στ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο	
1	Μυϊκή δύναμη επηρεασμένη από καθημερινές δοκιμασίες της λέξης	2	16,70%	4	33,30%	2	11,10%	8	19,05%
2	Μετακίνηση, πραγμάτων σηκώνω, λυγίζω, συμπιέζω, κλωτσάω	3	25%	1	8,40%	4	22,20%	8	19,05%
3	Αιτία μετακίνησης, αλλαγή μορφής, επηρεασμένα από το σχολικό μάθημα χωρίς όμως ολοκληρωμένη άποψη	4	33,30%	3	25%	7	38,90%	14	33,30%
4	Όπως στα σχολικά μαθήματα με σαφήνεια και ολοκληρωμένα	0	0%	0	0%	1	5,60%	1	2,40%
5	Σύγχυση = άγνοια	3	25%	4	33,30%	4	22,20%	11	26,20%
ΣΥΝΟΛΟ		12	100%	12	100%	18	100%	42	100%

Παρακάτω δίνεται το ραβδόγραμμα της στατιστικής επεξεργασίας της 1ης ερώτησης για κάθε ομάδα μαθητών



## Ραβδόγραμμα 1



1. Μυϊκή δύναμη επηρεασμένη από τις καθημερινές σημασίες της λέξης.
2. Μετακίνηση πραγμάτων, σηκώνω, λυγίζω, συμπιέζω, κλωτσάω (επηρεασμένο από προσωπικές συνθήκες)
3. Αιτία μετακίνησης επηρεασμένο από το σχολικό μάθημα χωρίς όμως ολοκληρωμένη άποψη.
4. Όπως στα σχολικά μαθήματα με σαφήνεια και ολοκληρωμένα.
5. Ολική σύγχυση = άγνοια.

### 3.2. Αξιολόγηση 2<sup>ης</sup> ερώτησης Από το παραπάνω πίνακα βλέπουμε:

- Ένα ποσοστό 16,70%- (2/12) των παιδιών της Β΄ γυμν., 33,30%- (4/12) της Στ΄ Δημ και 11,10%- (2/18) της Ε΄ Δημ. θεωρεί τη δύναμη σαν ένα πράγμα ή μια ενέργεια που έχουν οι ζωντανοί οργανισμοί και που προκαλεί κύρια την κίνηση των πραγμάτων . Συνδέουν δηλαδή άμεσα τη δύναμη με τους ζωντανούς οργανισμούς , λέγοντας χαρακτηριστικά :

« ο δυνατός άνθρωπος με μπράτσα έχει δύναμη »

«Τα ζωντανά πρόσωπα ασκούν δύναμη»

«δύναμη είναι ένα πράγμα που έχουμε στα χέρια μας ,στα μπράτσα μας και στα πόδια μας »

Μέσα από τις απαντήσεις τους φαίνεται να πιστεύουν ότι στα «δυνατά» αντικείμενα η άσκηση δύναμης δεν επιφέρει κανένα αποτέλεσμα , ενώ «τα αδύνατα παθαίνουν κάτι . »



- Ένα ποσοστό 25%- (3/12) των παιδιών της Β΄ γυμν., 8,40%- (1/12) της Στ΄ Δημ και 22,20%-(4/18) της Ε΄ Δημ. θεωρεί τη δύναμη ως αιτία μετακίνησης πραγμάτων , που προέρχονται από τις καθημερινές τους εμπειρίες στη προσπάθεια μετακίνησης , ώθησης, λυγίσματος, συμπίεσης , κλπ, των πραγμάτων.

Χαρακτηριστικές απαντήσεις των παιδιών της έρευνάς μας είναι :

« ..όταν σπάζω, σπρώχνω ,κινώ...»

«βάζω δύναμη για να σηκώσω την πέτρα ψηλά»

« ..όταν χτυπάμε τη μπάλα ,λυγίζουμε το σίδερο ,σκίζουμε το χαρτί .»

«δύναμη είναι, όταν ένα ελατήριο συμπιέζεται, μετά τινάζεται προς τα επάνω.»

Φαίνεται λοιπόν πως οι αντιλήψεις των παιδιών για την έννοια της δύναμης επηρεάζονται καθοριστικά από τις καθημερινές τους εμπειρίες.

- Ένα ποσοστό 33,30% - (4/12) των παιδιών της Β΄ γυμν., 25%-( 3/12) της Στ΄ Δημ και 38,90% - (7/18) της Ε΄ Δημ. συσχετίζουν την έννοια της δύναμης με την αιτία μετακίνησης ή αλλαγής μορφής επηρεασμένα από το σχολικό μάθημα χωρίς όμως ολοκληρωμένη άποψη. Με χαρακτηριστικές απαντήσεις τις παρακάτω :

«Η δύναμη είναι μία ενέργεια που ασκείται πάνω στα σώματα και αυτά τα σώματα μεταμορφώνονται, παίρνουν άλλα σχήματα, ...»

«...η δύναμη...το παραμορφώνει, το σκίζει, το κινεί , το σταματάει ..»

Από τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε πως το σχολικό μάθημα των Φ.Ε, ασκεί κάποια επίδραση στη διαμόρφωση των αντιλήψεων των παιδιών για την έννοια της δύναμης.

- Μόνο ένας μαθητής της Ε΄ Δημ., από το σύνολο των μαθητών, μας έδωσε με σαφήνεια και ολοκληρωμένα τον ορισμό της δύναμης όπως διδάχθηκε στο σχολικό του μάθημα των Φ.Ε.
- Επίσης ένα ποσοστό 25%- (3/12) των παιδιών της Β΄ γυμν., 33,30%-( 4/12) της Στ΄ Δημ και 22,20%-(4/18) της Ε΄ Δημ. δηλώνει ότι δεν γνωρίζουν τι είναι δύναμη ή δε θυμούνται τι είναι δύναμη.

Το γεγονός αυτό δείχνει ότι ένα σημαντικό ποσοστό των παιδιών αυτών δυσκολεύονται να χειριστούν πληροφορίες από την προϋπάρχουσα σχολική τους γνώση.

- Τέλος λαμβάνοντας υπόψη τη χρονική απόσταση διδασκαλίας- έρευνας που είναι για την ΣΤ΄ Δημ. (1) χρόνος για την Β΄ Γυμν. έξι (6) μήνες και για την Ε΄ Δημ. (15) μέρες σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα ποσοστά εμφάνισης της



κατηγορίας αυτής (3), όπου το υψηλότερο ποσοστό έχουν οι μαθητές της Ε' τάξης (7/18), έπονται της Β' Γυμν (4/12) και ακολουθούν της ΣΤ' Δημ, (3/ Δημ, (12) καθώς και με το γεγονός η μοναδική περίπτωση που απάντησε σύμφωνα με τη σχολική άποψη ανήκει σε μαθητή της Ε' Δημ. μας δείχνει ότι όσο πιο πρόσφατες υπάρχουν σχολικές επιρροές τόσο πιο έντονες και ισχυρές είναι αυτές για τη δημιουργία αντιλήψεων.

### 3.2 Αξιολόγηση 2<sup>ης</sup> Ερώτησης

**Ένας σιδερένιος βόλος κύλησε από τα χέρια του Νίκου και βρέθηκε να κυλάει στο καλογουαλισμένο δάπεδο ενός διαδρόμου με σταθερή ταχύτητα, πάνω στο οριζόντιο διακοσμητικό μάρμαρο, που στόλιζε το σχολικό διάδρομο. Τι λες ασκούνται δυνάμεις πάνω στο βόλο ;**

Στόχος της 2<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να αποτυπωθούν τα χαρακτηριστικά των δυνάμεων που αναγνωρίζουν οι μαθητές της έρευνας μας, σε περιβάλλον κίνησης με σταθερή ταχύτητα οικείο σε αυτά και χωρίς να τονίζεται το αίτιο κίνησης αλλά σκόπιμα απλά να υποδηλώνεται. Να καταγραφούν οι αιτιολογήσεις των και να αναδειχτούν οι αναπαραστάσεις των για τη δύναμη στις προαναφερθείσες συνθήκες.

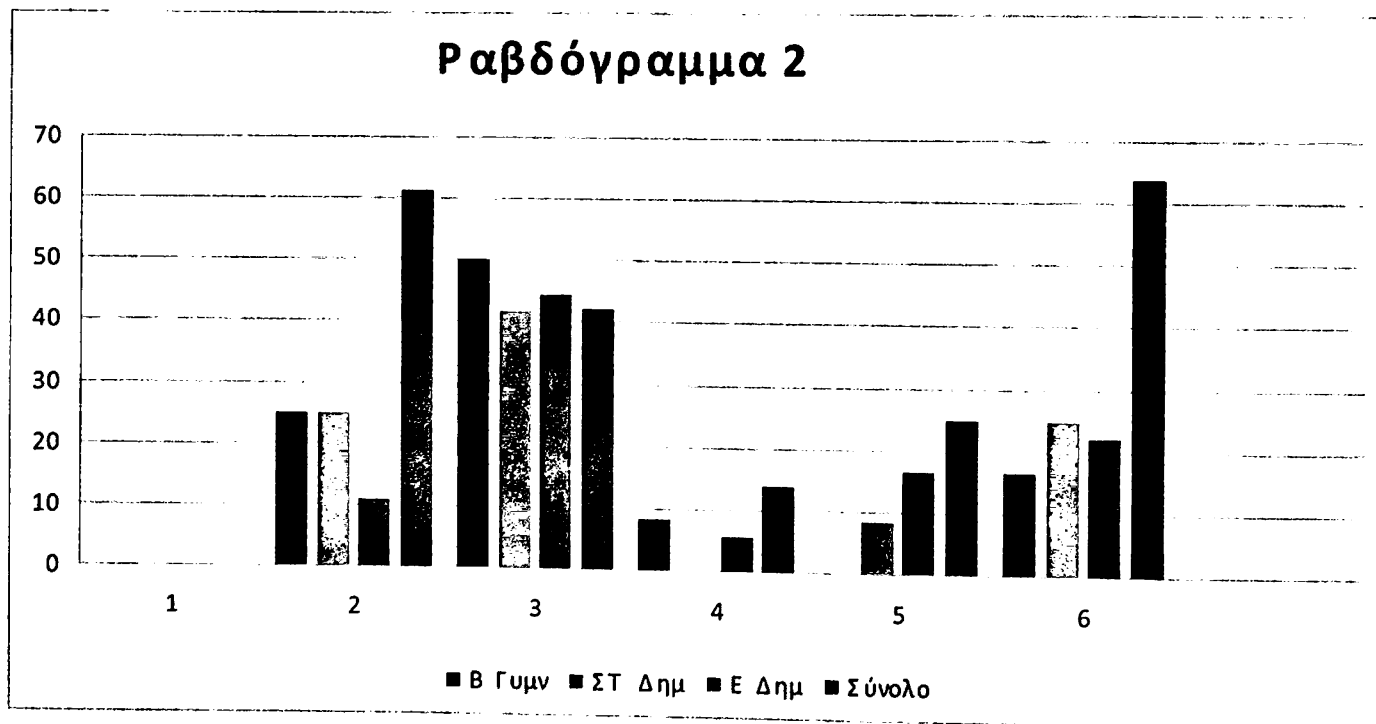
Αναλύσαμε τις απαντήσεις των παιδιών, τις κατηγοριοποιήσαμε και τις κατατάξαμε στον πίνακα που ακολουθεί:



ΠΙΝΑΚΑΣ ( 6 )

Α/Α	Χαρακτηριστικά δύναμης	Αιτιολόγηση	Αναπαράσταση	Β' Γυμν.		ΣΤ' δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο.	
1	Βάρος- Αντίδραση συνιστάμενη δύναμη μηδέν	Ευθεία και ομαλή	Νευτώνεια	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	Εφαρμόζεται στην κατεύθυνση, κίνησης ή στο εσωτερικό του	Γιατί κινείται κινητική, την έχει εκεί μέσα από την κίνηση	Εσωτερική «ζωντανή» δύναμη συνδεδεμένη με την κίνηση	3	25 %	3	25%	2	11,1%	8	19%
3	Εφαρμόζεται στην κατεύθυνση, κίνησης ή στο εσωτερικό του	Την πέταξε κινητική απ' το χέρι του παιδιού	Εσωτερική «ζωντανή» δύναμη συνδεδεμένη με το πρώτο αίτιο	6	50 %	5	41,7%	8	44,5%	19	45,20% ξ
4	Δύο ή περισσότερες δυνάμεις στην κατεύθυνση κίνησης	Την κινεί το μάρμαρο και το παιδί ο αέρας και το παιδί	Δύναμη που συντηρείται, από το μέσο και είναι συνδεδεμένη με το πρώτο αίτιο	1	8,3 %	0	0%	1	5,55%	2	4,80%
5	Καμία Δύναμη	Γιατί κινείται σε ευθεία	Δύναμη συνδεδεμένη με το πρώτο αίτιο	0	0%	1	8,3%	3	16,7%	4	9,60%
6	Καμία δύναμη ή Μία δύναμη	Έτσι... πλήρης σύγχυση	Χωρίς συγκεκριμένη αναπαράσταση	2	16,7 %	3	25%	4	22,15%	9	21,40%
Σύνολα				12	100 %	12	100%	18	100%		100%

Το ραβδόγραμμα της στατιστικής επεξεργασίας της 2<sup>ης</sup> ερώτησης είναι:



1. Νευτώνειο μοντέλο.
2. Εσωτερική δύναμη συνδεδεμένη με την κίνηση.



3. Εσωτερική δύναμη συνδεδεμένη με το πρώτο αίτιο.
4. Δυνάμεις που μία συντηρείται από το μέσο και η άλλη είναι συνδεδεμένη με το πρώτο αίτιο.
5. Καμία δύναμη συνδεδεμένη με το πρώτο αίτιο.
6. Χωρίς κάποιο μοντέλο αναπαράστασης.

Η έρευνα έδειξε ότι:

- Κανένας από τους μαθητές μας σε κατάσταση κίνησης με σταθερή οριζόντια ταχύτητα, δεν αναγνωρίζει την ύπαρξη βάρους-αντίδρασης και μηδενικής συνισταμένης δύναμης. Κανένας δηλαδή από τους μαθητές της έρευνας μας δε χρησιμοποιεί αναπαραστάσεις συμβατές με το Νευτώνειο μοντέλο.
- Σημαντικό ποσοστό 83,30%- (10/12) για την Β' Γυμν.- 75%-(9/12) για την Στ' Δημ. και 61,10%-(11/18) για την Ε' Δημ. συνδέει την κίνηση με τη σταθερή οριζόντια ταχύτητα με την ενέργεια μιας τουλάχιστον δύναμης και ειδικότερα:
- 25%-(3/12), 25%-(3/12) κ' 11,10%-(2/18) από τους μαθητές Β' Γυμν., ΣΤ' Δημ., Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρούν ότι αν υπάρχει κίνηση με οριζόντια σταθερή ταχύτητα ασκείται δύναμη που εφαρμόζεται στην κατεύθυνση κίνησης ή στο εσωτερικό του, που υπάρχει κατά κάποιο τρόπο στο εσωτερικό του και συντηρεί την κίνηση (κατηγ. 2).  
Τα παιδιά αυτά θεωρούν ότι στο βόλο ασκείται δύναμη , που προέρχεται από τον ίδιο το βόλο λέγοντας χαρακτηριστικά :  
*«είναι η κινητική , την έχει μόνη της η μπίλια .»*  
*«από τη ταχύτητα που έρχεται .»*  
*« από τον ίδιο το βόλο .»*
- 50%-(6/12),- 41,70%-(5/12) κ' 44,50%-(8/18) από τους μαθητές Β' Γυμν.. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρούν ότι η δύναμη εφαρμόζεται πάλι στην κατεύθυνση κίνησης ή στο εσωτερικό του και την αποδίδουν στην αιτία που έθεσε σε κίνηση το σώμα (κατηγ. 3).  
Τα παιδιά εδώ πιστεύουν ότι ο βόλος κινείται από μια δύναμη που προέρχεται από το παιδί ,το Νίκο , που από τα χέρια του κύλησε ο βόλος .Δίνοντας τις παρακάτω χαρακτηριστικές απαντήσεις :  
*« Η δύναμη προέρχεται από τα χέρια του Νίκου . »*





« Η κινητική που άσκησε ο Νίκος . »

« Από τα χέρια του παιδιού . »

Φαίνεται ότι τα μισά σχεδόν παιδιά , από κάθε τάξη , πιστεύουν ότι η κίνηση του βόλου οφείλεται στη δύναμη που αρχικά ασκήθηκε από το Νίκο , παρά το γεγονός , ότι στην ερώτησή μας , αποφύγαμε να δηλώσουμε ότι το παιδί άσκησε κάποια δύναμη στο βόλο .

- 8,30%-(1/12),-0%-(0/12) κ' 5,55%-(1/18) από τους μαθητές Β' Γυμν.. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρούν ότι ασκούνται δύο δυνάμεις στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση και που συντηρούνται η μία από το μέσο (μάρμαρο ή αέρας) και η άλλη από το «πρώτο αίτιο» (χέρι του Νίκου).

Τα δύο αυτά παιδιά αποδίδουν την κίνηση του βόλου σε δύο δυνάμεις , δίνοντας τις εξής απαντήσεις , στο ερώτημά μας από προέρχονται αυτές :

« από κάτω, απ' το πλακάκι και απ ' το παιδάκι »

« Απ' τον αέρα και το Νίκο .»

- Μικρό ποσοστό 0%-(0/12),-8,30%-(1/12) κ' 3/18 μαθητές Β' Γυμν.. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρούν ότι δεν ασκείται καμία δύναμη επειδή κινείται εύκολα και σε ευθεία και ότι η κίνηση συντηρείται, χωρίς να χρειάζεται δύναμη συνδεδεμένη με το «πρώτο αίτιο».

Στο ερώτημά μας αν ασκείται στο βόλο κάποια δύναμη απαντούν :

« όχι, γιατί πηγαίνει ευθεία »

« Μετακινείται μόνη της ,καμία δύναμη δεν τη κινεί »

Τα παιδιά αυτά φαίνεται να πιστεύουν ότι η κίνηση με σταθερή ταχύτητα σε καλογυαλισμένο οριζόντιο επίπεδο δεν απαιτεί την άσκηση καμιάς δύναμης .

Πιστεύουν ότι αφού ο βόλος τέθηκε σε κίνηση από το χέρι του Νίκου και δε συναντά εμπόδια , θα συνεχίσει να κινείται χωρίς να του ασκείται κάποια δύναμη.

- 16,70%-(2/12),- 25%-(3/12) κ' 22,50%-(4/18) μαθητές Β' Γυμν.. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα φαίνεται να μη χρησιμοποιούν κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο αναπαράστασης για τη δύναμη σε περιβάλλον κίνησης που προαναφέρθηκε. Στους μαθητές αυτούς φαίνεται να επικρατεί γενική σύγχυση.



Άλλοτε απαντούν ότι ασκείται στο βόλο δύναμη και αμέσως μετά το αναιρούν.

Ή το αντίθετο , ενώ αρχικά μας απαντούν όχι , αμέσως μετά αναφέρουν ότι στο βόλο ασκείται κάποια δύναμη , αλλά δεν ξέρουν ποια .

Γενικά αντιφάσκουν και φαίνονται σαν να βρίσκονται σε πλήρη σύγχυση.

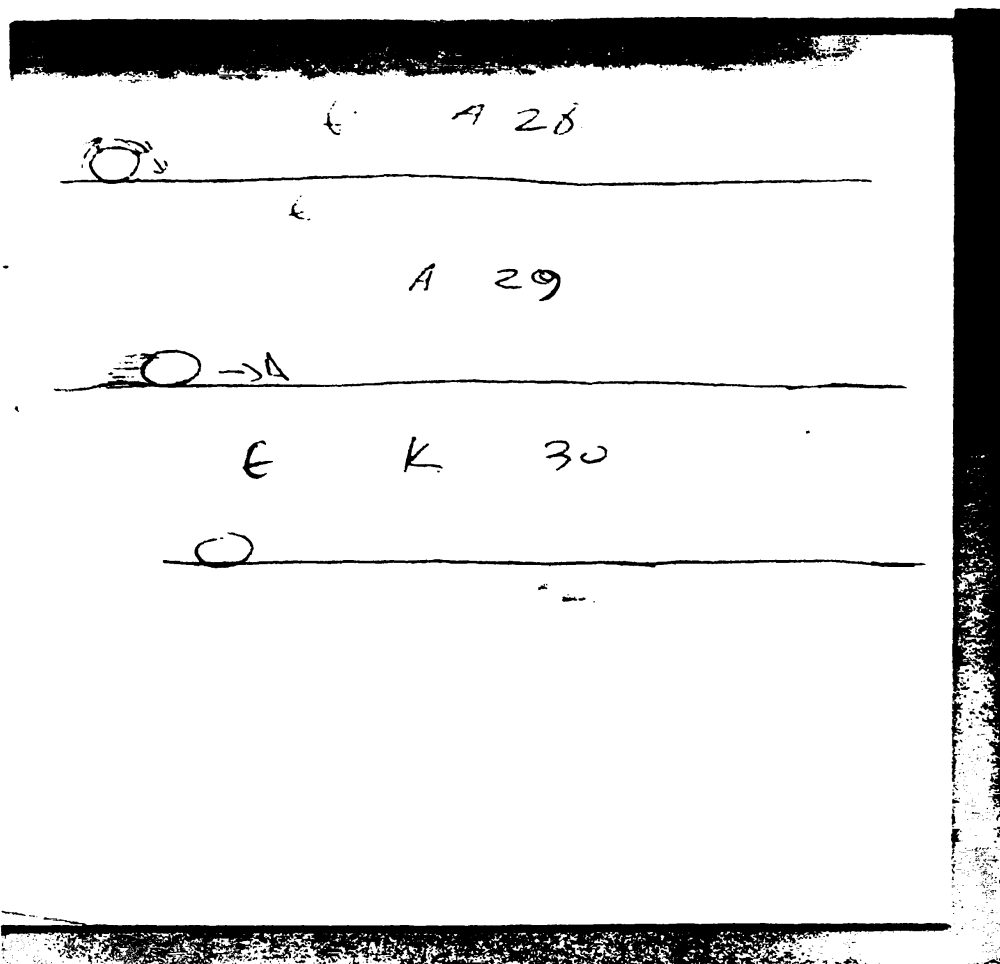
### 3.3. Αξιολόγηση 3<sup>ης</sup> ερώτησης

**Αν ναι, μπορείτε να ζωγραφίσετε πάνω στο βόλο, που κινείται προς τα δεξιά, τη δύναμη ή τις δυνάμεις, που θεωρείτε ότι του ασκούνται; Πες μου από πού προέρχονται αυτές οι δυνάμεις; Πώς τις λένε; Γιατί τις σχεδίασες έτσι ;**

Στόχος της 3<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να αναδειχθούν οι τρόποι που οι μαθητές της έρευνας μας αναπαριστούν συμβολικά τις δυνάμεις σε περιβάλλον κίνησης όπως αυτό περιγράφεται στην ερώτηση 2.

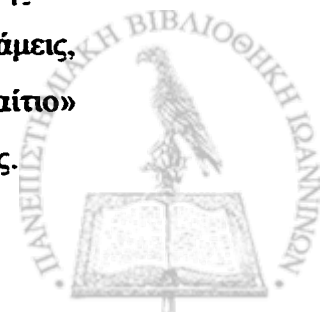


Στο παρακάτω σχήμα παρατίθενται οι συμβολισμοί των δυνάμεων που δόθηκαν



### ΣΧΗΜΑ

- Από την έρευνα φαίνεται η συντριπτική πλειονότητα των παιδιών, αν και χρησιμοποίησε κατά κανόνα «βελάκια» για να αναπαραστήσει συμβολικά τις δυνάμεις, να μη γνωρίζει να σχεδιάζει δυνάμεις.
- Τα περισσότερα βελάκια έδειχναν την κατεύθυνση κίνησης του βόλου και είχαν μέγεθος μικρό ή μεγάλο ανάλογο με το πώς φαντάζονταν τη δύναμη μεγάλη ή μικρή.
- Όσοι από τους μαθητές της έρευνας χρησιμοποίησαν αναπαραστάσεις για τη δύναμη σύμφωνα με το μοντέλο «ζωντανής» εσωτερικής δύναμης συνδεδεμένη με την κίνηση (κατηγ 2 στην ερώτηση 2) ζωγράρισαν ένα βελάκι μέσα στον βόλο με κατεύθυνση ίδια με την κατεύθυνση κίνησης.
- Όσοι από τους μαθητές θεώρησαν ότι στο βόλο ασκούσαν 2 δυνάμεις, μία που συντηρούνταν από την κίνηση και μία από το «πρώτο αίτιο» ζωγράρισαν δύο βελάκια με κατεύθυνση την κατεύθυνση της κίνησης.



- Αρκετοί που συνέδεσαν τη δύναμη με το πρώτο αίτιο της κίνησης, εδώ το χέρι του Νίκου, ζωγράφιζαν και ένα χέρι. Το «χέρι του Νίκου», όπως το ονόμαζαν μπροστά από το βόλο για να συμβολίσουν τη δύναμη του «πρώτου αιτίου».
- Υπήρξαν μαθητές που σχεδίασαν «βελάκια» κυκλικά του βόλου, ταυτίζοντας τη δύναμη με την περιστροφική κίνηση του βόλου.
- Ελάχιστοι μαθητές πάλι σχεδίασαν «βελάκια» που δεν είχαν σχέση με την κατεύθυνση της κίνησης αλλά με την κατεύθυνση δράσης του «πρώτου αιτίου».
- Μόνο 4/42 συνολικά μαθητές δεν χρησιμοποίησαν κάποιο συμβολισμό για τη δύναμη.



### 3.4 Αξιολόγηση 4<sup>ης</sup> ερώτησης

**Καθώς ο σιδερένιος βόλος κινούνταν με σταθερή ταχύτητα χτύπησε πάνω σε μια μεταλλική ξύστρα και άλλαξε πορεία κίνησης. Τι λες η ξύστρα άσκησε κάποια δύναμη στο βόλο μας; Δικαιολόγησέ το.**

Στόχος της 4<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να αναδείξει τις δυνάμεις που αναγνωρίζουν οι μαθητές της έρευνας μας σε καταστάσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο άψυχων σωμάτων, ενός κινούμενου με σταθερή οριζόντια ταχύτητα και ενός ακινήτου.

Οι απαντήσεις των παιδιών κατηγοριοποιήθηκαν κατατάχθηκαν και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

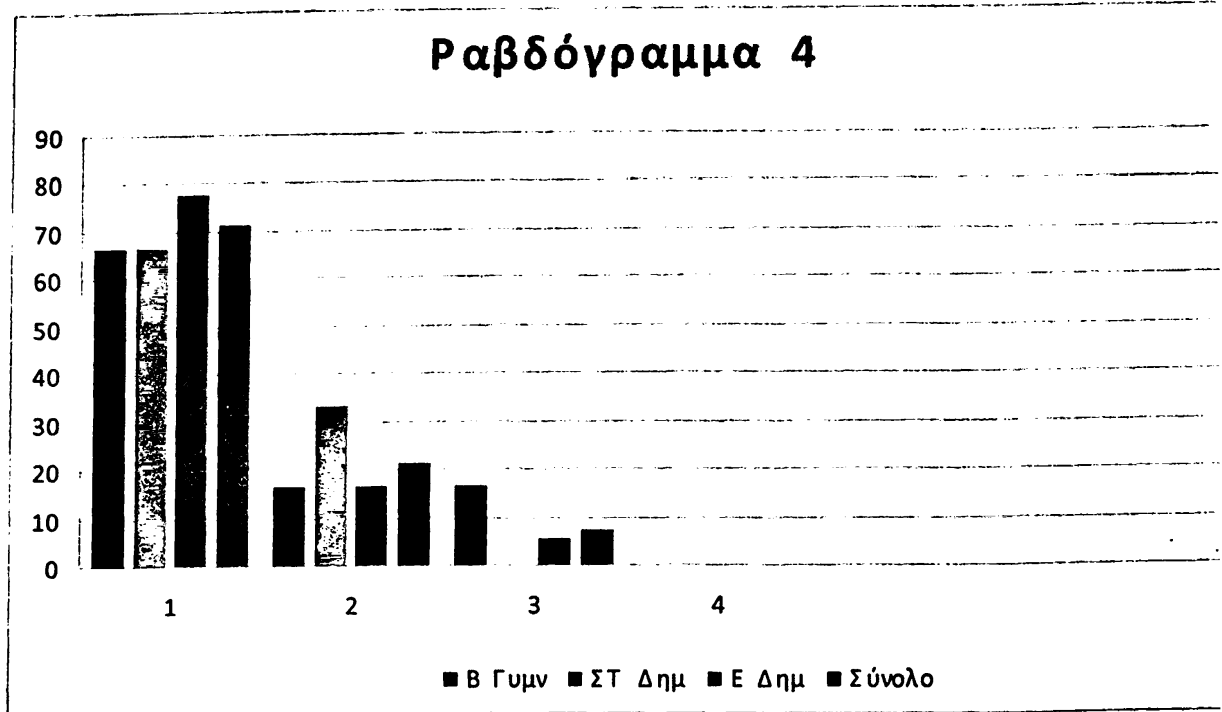
ΠΙΝΑΚΑΣ (7)

Α/Α	Απαντήσεις	Αιτιολόγηση	Β' Γυμν.		ΣΤ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο	
			Ε	Ε %	Ε	Ε %	Ε	Ε %	Ε	Ε %
1	Η ξύστρα ασκεί δύναμη	Γιατί τη χτυπά γιατί του αλλάζει πορεία, γιατί έχει δύναμη	8	66,70	8	66,70	14	77,80	30	71,40
2	Η ξύστρα δεν ασκεί δύναμη	Δεν έχει δύναμη είναι ακίνητη	2	16,65	4	33,30	3	16,60	9	21,4 <sup>ο</sup>
3	Η ξύστρα ασκεί/δεν ασκεί	Έτσι... σύγχυση-αστάθεια	2	16,65	0	0	1	5,60	3	7,20
4	Η ξύστρα ασκεί/δεν ασκεί	Δράση=Αντίδ. Νευτώνεια λογική	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολα			12	100	12	100	18	100	42	100

Το ραβδόγραμμα της στατιστικής επεξεργασίας της 4<sup>ης</sup> ερώτησης είναι:



## Ραβδόγραμμα 4



1. Η ξύστρα ασκεί δύναμη . Εναλλακτική άποψη
2. Η ξύστρα δεν ασκεί δύναμη . Εναλλακτική άποψη
3. Σύγκυση-άγνοια
4. Νευτώνεια λογική

- Από την έρευνα φαίνεται ότι κανένας μαθητής στις προαναφερθείσες συνθήκες δεν αναγνωρίζει δυνάμεις σύμφωνα με την Νευτώνεια λογική. Φαίνεται ότι οι μαθητές δεν κατανοούν τη δύναμη στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης των υλικών σωμάτων. Η Νευτώνεια αντιμετώπιση της δύναμης ως μέτρου της αλληλεπίδρασης των σωμάτων απέχει από τις αναπαραστάσεις των παιδιών.

Μέσα από τις αιτιολογήσεις των απαντήσεων των φαίνεται να κυριαρχεί η άποψη ότι η δύναμη είναι μια ιδιότητα που τα σώματα «έχουν», «δίνουν» ή «αποκτούν».

Τα παιδιά δήλωναν για παράδειγμα :

« Ο βόλος έχει περισσότερη δύναμη, γιατί τρέχει ... »

« ... έχει τη δύναμη να το σπρώξει... »

« και του έδωσε και άλλη δύναμη »

- Ποσοστό 66,70 %-(8/12) , 66,70% - (8/12) κ' 77,80 %-(14/18) για τη Β' Γυμν.. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα αναγνωρίζει ότι η ξύστρα



ασκεί δύναμη στον βόλο, γιατί αλλάζει την πορεία του ή γιατί την χτυπά ή γιατί η ξύστρα έχει δύναμη.

Βλέπουμε δηλαδή ότι η μεγάλη πλειοψηφία των παιδιών θεωρεί ότι η ξύστρα ασκεί δύναμη στο βόλο . Μάλιστα τα περισσότερα από αυτά στηρίζουν την πεποίθησή τους αυτή στο γεγονός της αλλαγής πορείας του βόλου . Δίνοντάς μας τις παρακάτω χαρακτηριστικές απαντήσεις :

« γιατί του άλλαξε πορεία » , « γιατί τον πήγε λοξά » ,

«γιατί τον πέταξε μακριά » , «γιατί κτύπησε και άλλαξε πορεία »

Άλλα πάλι πιστεύουν ότι η ξύστρα έχει δύναμη και το σπρώχνει δηλώνοντάς μας :

« γιατί έχει δύναμη για να το σπρώξει »

« και του έδωσε και άλλη δύναμη και το πέταξε πέρα »

Όπως φαίνεται μέσα από τις συνεντεύξεις , τα παιδιά αυτά θεωρούν ότι ο βόλος καθώς κινείται έχει δύναμη και χτυπώντας πάνω στην ξύστρα , η ξύστρα του δίνει παραπάνω δύναμη , που τον πετάει μακριά , τον σπρώχνει , του αλλάζει πορεία.

- Ποσοστό 16,65%- (2/12) , 33,30%- (4/12) κ' 16,60%- (3/18)για τη Β' Γυμν.. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι η ξύστρα δεν ασκεί καμία δύναμη στον βόλο, γιατί δεν έχει δύναμη γιατί είναι ακίνητη. Φαίνεται πως η ομάδα αυτή των παιδιών δε δέχεται την άσκηση δύναμης εκεί που δεν υπάρχει κίνηση. Χαρακτηριστικές είναι οι παρακάτω δηλώσεις τους:

«Η ξύστρα δεν άσκησε δύναμη , γιατί ήταν ακίνητη . »

«...γιατί παραμένει ακίνητη . »

- Ποσοστό 16,65% (2/12), 0%- (0/12) κ' 5,60% -(1/18) για τη Β' Γυμν.. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα βρίσκεται σε σύγχυση για το αν ασκείται ή όχι δύναμη από την ξύστρα στον βόλο.



### 3.5 Αξιολόγηση 5ης ερώτησης

#### Ο βόλος άσκησε στην ξύστρα δύναμη; Πώς το δικαιολογείς;

Στόχος της 5<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να αναδειχθεί αν οι μαθητές της έρευνας μας, σε συνθήκες αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο άψυχων σωμάτων ενός κινουμένου με σταθερή, οριζόντια ταχύτητα και ενός σταθερού, αναγνωρίζουν και πώς την άσκηση δύναμης του κινητού προς το ακίνητο.

Αναλύοντας τις απαντήσεις των παιδιών δημιουργήσαμε τον παρακάτω πίνακα:

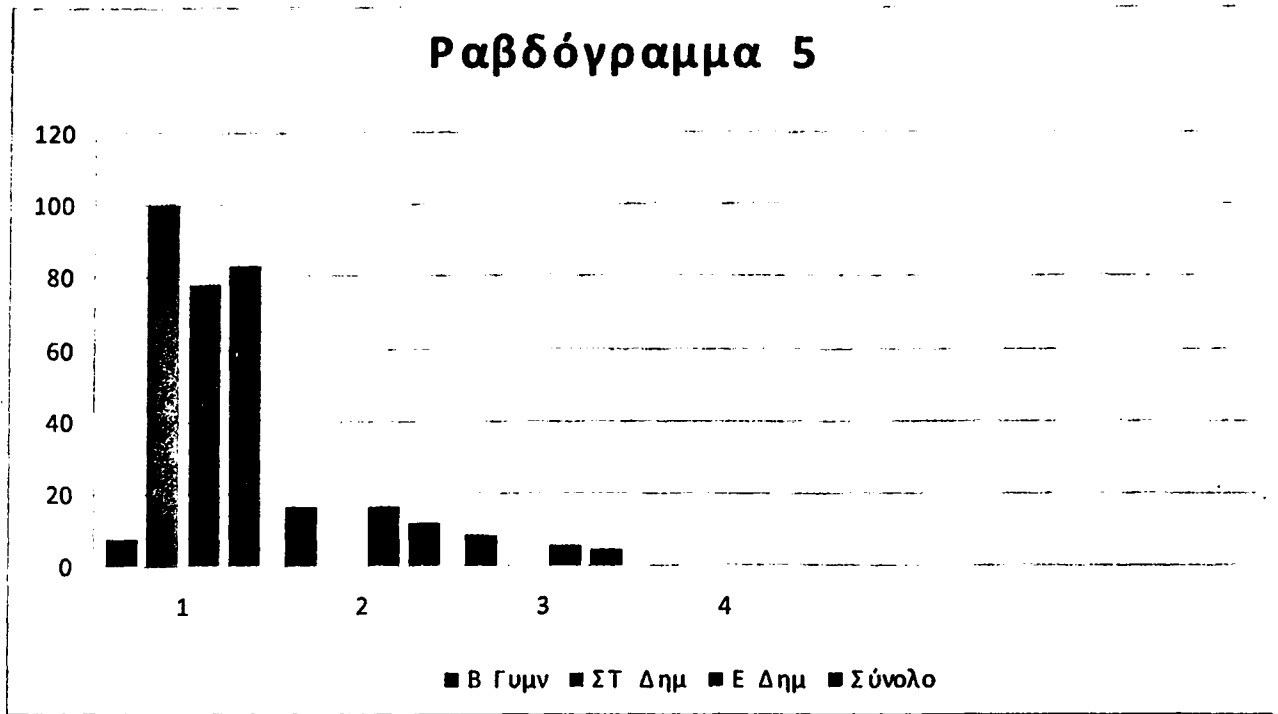
ΠΙΝΑΚΑΣ (8)

Α/Α	Απαντήσεις	Αιτιολόγηση	Β' Γυμν.		ΣΤ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο.	
1	Ο βόλος άσκησε δύναμη στην ξύστρα	Γιατί κινείται, γιατί την έσπρωξε	9	75%	12	100%	14	77,80%	35	83,30%
2	Ο βόλος δεν άσκησε δύναμη στην ξύστρα	το εμπόδιο είναι σταθερό, έτσι, έμεινε ακίνητη	2	16,70%	0	0%	3	16,60%	5	11,30%
3	Ο βόλος άσκησε/ δεν άσκησε δύναμη στην ξύστρα	Έτσι... σύγχυση	1	8,30%	0	0%	1	5,60%	2	5,40%
4	Ο βόλος άσκησε δύναμη στην ξύστρα	Νευτώνειο Μοντέλο	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Σύνολο			12	100%	12	100%	18	100%		100%





Το ραβδόγραμμα της στατιστικής επεξεργασίας της 5 ης ερώτησης είναι:



- 1 Ο βόλος ασκεί δύναμη . Εναλλακτική άποψη.
- 2 Ο βόλος δεν ασκεί δύναμη . Εναλλακτική άποψη
- 3 Άγνοια-Σύγχυση
- 4 Νευτώνεια λογική .

- Και εδώ κανένας μαθητής δεν χρησιμοποιεί το Νευτώνειο μοντέλο. Η Νευτώνεια λογική απέχει πολύ από τις αναπαραστάσεις των μαθητών.

Όπως και στις προηγούμενες ερωτήσεις τα παιδιά πιστεύουν ότι η δύναμη είναι μια ιδιότητα που τα σώματα «έχουν» και όχι το χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε δυο σώματα .

Επίσης τα παιδιά φαίνεται να θεωρούν ότι και τα άψυχα αντικείμενα έχουν ή ασκούν δυνάμεις.

- Ποσοστό 75%- (9/12), 100%- (12/12) κ' 77,80% -(14/18) για τη Β' Γυμν., ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι ο βόλος ασκεί δύναμη στην ξύστρα.

Μέσα από τις αιτιολογήσεις των απαντήσεων τους φαίνεται ότι κυρίαρχη πεποίθηση των παιδιών, είναι ότι ο βόλος ασκεί στην ξύστρα δύναμη γιατί κινείται. Η μεγάλη πλειοψηφία των παιδιών πιστεύει ότι κάθε κινούμενο σώμα έχει μέσα του « δύναμη .»

Μερικές χαρακτηριστικές απαντήσεις των παιδιών γι' αυτό είναι:

«γιατί έχει δύναμη και κινείται»



«γιατί είχε και φόρα» ή «γιατί έτρεχε»

Άλλα πάλι συνδέουν την άσκηση δύναμης με τα αποτελέσματα που αυτή επιφέρει ή με την προσπάθεια δημιουργίας συγκεκριμένου αποτελέσματος. Έτσι δικαιολογούν την άσκηση δύναμης από το βόλο στην ξύστρα με το ότι η ξύστρα μετακινήθηκε ή με το ότι ο βόλος έσπρωξε τη ξύστρα, δίνοντας τις παρακάτω χαρακτηριστικές απαντήσεις :

« ναι , γιατί την κίνησε »

«ναι, γιατί προσπάθησε να τη διώξει»

« έπεσε πάνω της και την πήγε λίγο πιο εκεί »

- Ποσοστό 16,70%-(2/12) , 0%-(0/12) κ' 16,60% -(3/18) για τη Β' Γυμν.. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι ο βόλος δεν άσκησε δύναμη στην ξύστρα , γιατί η ξύστρα είναι σταθερή και ανάγκασε το βόλο να στρίψει, λέγοντάς μας χαρακτηριστικά :

« Ο βόλος δεν άσκησε δύναμη, γιατί το εμπόδιο τον έκανε να στρίψει . »

Φαίνεται δηλαδή ότι και στην ομάδα αυτή των παιδιών είναι κυρίαρχη πεποίθηση ότι για να ασκήσει ένα σώμα δύναμη σε ένα άλλο θα πρέπει να του επιφέρει αλλαγή στην κινητική του κατάσταση.

- Ποσοστό 8,30%-( 1/12), 0%-( 0/12) κ' 5,60% -(1/18) για τη Β' Γυμν.. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα βρίσκεται σε σύγχυση για το αν ασκείται ή όχι δύναμη από το βόλο στην ξύστρα . Μέσα από τις απαντήσεις τους φαίνεται ότι γενικά βρίσκονται σε σύγχυση, άγνοια ,αλλάζοντας διαρκώς τις γνώμες τους.

### 3.6 Αξιολόγηση 6ης ερώτησης

**Αν ναι ποια δύναμη είναι μεγαλύτερη του βόλου ή της ξύστρας ; Ποια ασκήθηκε πρώτα και ποια μετά;**

Η ερώτηση 6 είναι ουσιαστικά προέκταση των ερωτήσεων 4 κ' 5 του ερωτηματολογίου μας. Ή διαφορετικά οι ερωτήσεις 4-5 κ' 6 ανήκουν στην ίδια



στενή ομάδα ερωτήσεων που σκοπεύει να διερευνήσει τις αντιλήψεις των μαθητών στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης υλικών σωμάτων.

Σκοπός της 6<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να καταγράψει τις αντιλήψεις των μαθητών, της έρευνας μας σε σχέση με το χρόνο δράσης και το μέγεθος των δυνάμεων που δρουν στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης βόλου-ξύστρας.

Αρχικά μέσα από τις απαντήσεις των παιδιών επιλέξαμε αυτές που θεωρούσαν σταθερά ότι και ο βόλος ασκεί δύναμη στην ξύστρα, και η ξύστρα στο βόλο. Χωρίς βέβαια να αναγνωρίζουν τη δύναμη ως προϊόν αλληλεπίδρασης των σωμάτων ή να πιστεύουν την άποψη ότι οι δυνάμεις εμφανίζονται στην φύση κατά ζεύγη. Τις αιτιολογήσεις για την άσκηση των δυνάμεων αυτών δώσαμε στις προηγούμενες αξιολογήσεις των ερωτήσεων 5 και 6.

Τα αντίστοιχα ποσοστά των απαντήσεων αυτών για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

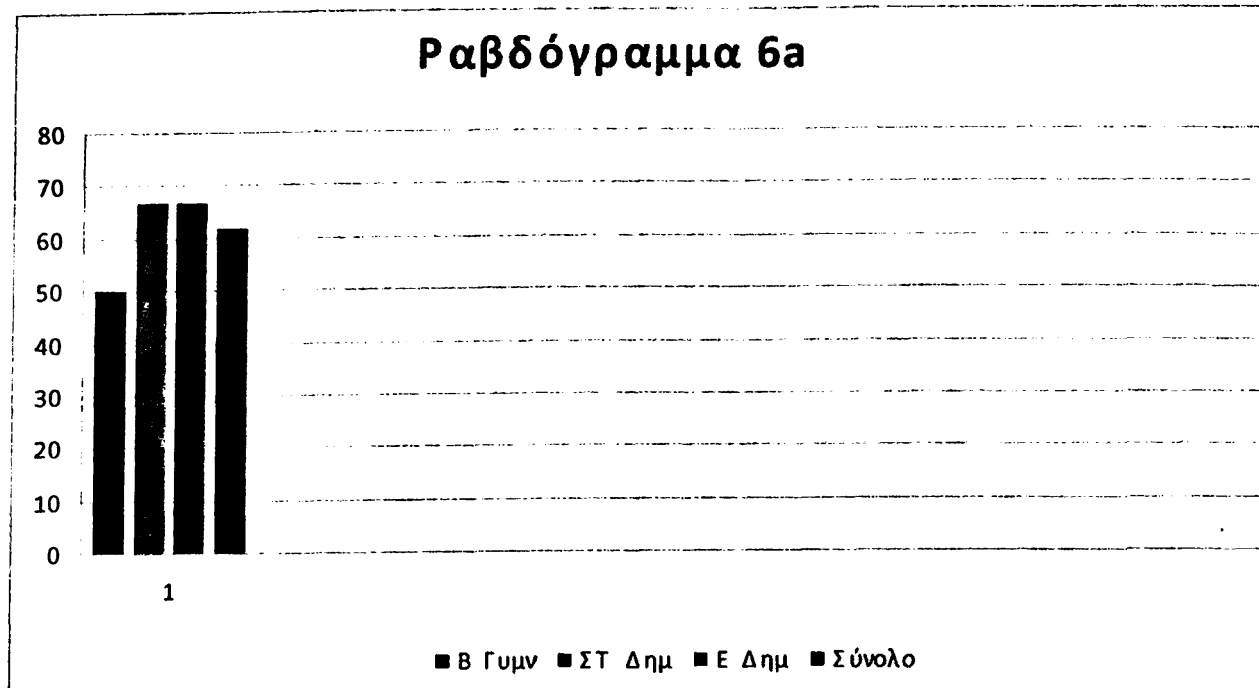
ΠΙΝΑΚΑΣ ( 9)

Απάντηση	Β' Γυμν		ΣΤ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο	
Ο βόλος ασκεί δύναμη στην ξύστρα και η ξύστρα στον βόλο	6	50%	8	66,67%	12	66,67%	26	61,30%

Το Ραβδόγραμμα που θεωρούν ότι ασκούνται δυνάμεις και στην ξύστρα και στον βόλο είναι:



## Ραβδόγραμμα 6α



Τις απαντήσεις αυτές τις επεξεργαστήκαμε και τις παραθέτουμε στον παρακάτω πίνακα:

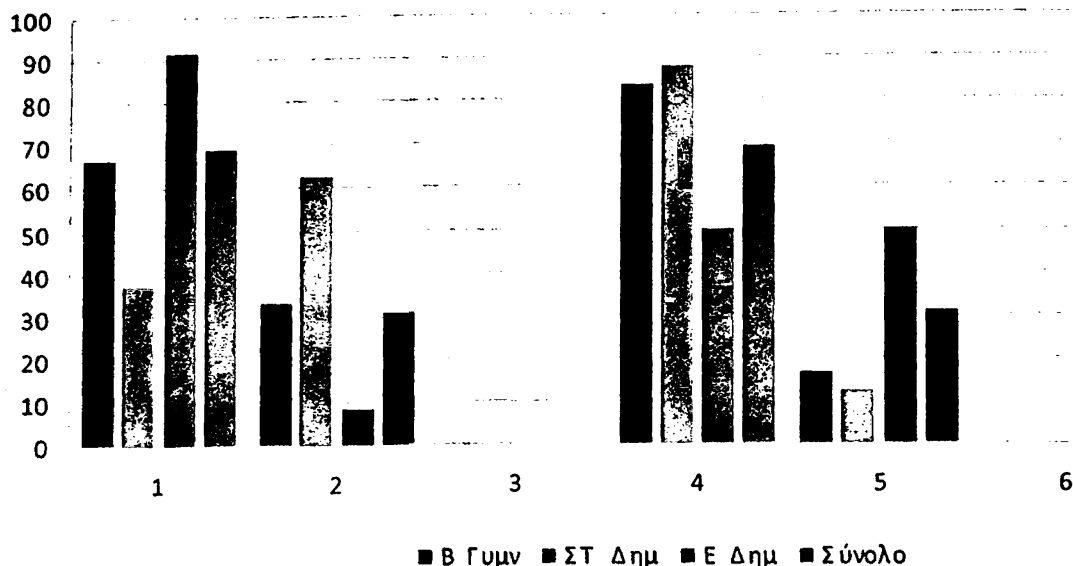
### ΠΙΝΑΚΑΣ (10)

/Α	Απάντηση	B' Γυμν		ΣΤ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο	
		Αριθμός	Ποσοστό	Αριθμός	Ποσοστό	Αριθμός	Ποσοστό	Αριθμός	Ποσοστό
	Άσκησε δύναμη πρώτα ο βόλος	4	66,70%	3	37,50%	11	91,70%	18	69,20%
	Άσκησε δύναμη πρώτα η ξύστρα	2	33,30%	5	62,50%	1	8,30%	8	30,80%
	Ταυτόχρονα	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	Άσκησε μεγαλύτερη δύναμη ο βόλος	5	83,30%	7	87,50%	6	50%	18	69,20%
	Άσκησε μεγαλύτερη δύναμη η ξύστρα	1	16,70%	1	12,50%	6	50%	8	30,80%
	Ίδια δύναμη	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

Το ραβδόγραμμα της στατιστικής επεξεργασίας της 6<sup>ης</sup> ερώτησης



## Ραβδόγραμμα 6



- 1 Ο βόλος άσκησε πρώτος δύναμη ..  
 2 Η Ξύστρα άσκησε πρώτη δύναμη .  
 3 Ταυτόχρονα  
 4 Ο βόλος άσκησε μεγαλύτερη δύναμη  
 5 Η Ξύστρα άσκησε μεγαλύτερη δύναμη  
 6 Ισόμετρες δυνάμεις

Από την έρευνα φαίνεται ότι οι μαθητές δεν κατανοούν τη δύναμη στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης των σωμάτων. Θεωρούν τη δύναμη ως μια μεμονωμένη οντότητα που αποτελεί ιδιότητα ενός μεμονωμένου αντικειμένου και όχι το χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε δύο αντικείμενα.

Ποσοστό 66,70%-(4/6), 37,50%-(3/8) κ' 91,70%-(11/12) από τις ομάδες Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι ο βόλος άσκησε πρώτος δύναμη στην ξύστρα με κυρίαρχη αιτιολόγηση είτε γιατί αυτός κινείται γρήγορα προς την ξύστρα , είτε γιατί η ξύστρα είναι ακίνητη .

Οι μαθητές αναφέρουν χαρακτηριστικά :

*«γιατί ο βόλος έτρεξε προς τη ξύστρα »*

*« γιατί την έσπρωξε πρώτος »*

*«γιατί η ξύστρα δεν κινείται »*

Ποσοστό 33,30%-(2/6), 62,50%-(5/8) κ' 8,30%-(1/12) για τις ομάδες Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι η ξύστρα άσκησε πρώτη δύναμη με κυρίαρχη αιτιολόγηση ότι αυτή ήταν από πριν τοποθετημένη στην πορεία του. Τα παιδιά αναφέρουν χαρακτηριστικά :

*«γιατί ήταν από πριν μπροστά του»*

*«γιατί η ξύστρα βρέθηκε από την αρχή μπροστά του »*



▪ Κανένα παιδί δεν πιστεύει ότι οι δυνάμεις ασκήθηκαν ταυτόχρονα και ότι είναι ισόμετρες. Τα παιδιά φαίνεται να πιστεύουν ότι άλλοτε ασκείται πρώτη και με μεγαλύτερο μέγεθος η δύναμη του ταχύτερου κινούμενου σώματος και άλλοτε του μεγαλύτερου και σταθερότερου σώματος.

▪ Ποσοστό 83,30%-(5/6), 87,50%-(7/8) κ' 50%-(6/12) για τις ομάδες Β' Γυμν., ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι ο βόλος άσκησε μεγαλύτερη δύναμη στην ξύστρα απ' ότι αυτή πάνω του με κυρίαρχη αιτιολόγηση γιατί «τρέχει γρήγορα». Δηλώνοντάς μας χαρακτηριστικά :

*« Ο βόλος είναι πιο δυνατός , γιατί έχει φόρα »*

Άλλα παιδιά πάλι δικαιολογούν τη μεγαλύτερη άσκηση δύναμης από το βόλο στην μεγαλύτερη ,κατά τη γνώμη τους, αλλαγή της κίνησης του βόλου , σε σχέση με τη μικρή μετακίνηση της ξύστρας .Δηλώνοντάς μας χαρακτηριστικά :

*« Ο βόλος είναι πιο δυνατός ,γιατί μετακινήθηκε πιο πολύ από την ξύστρα »*

*« Ο βόλος είναι πιο δυνατός , γιατί κύλησε πιο πολύ από την ξύστρα »*

▪ Ποσοστό 16,70%-(1/6), 12,50%-(1/8) κ' 50%-(6/12) για τις ομάδες Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι η ξύστρα, άσκησε μεγαλύτερη δύναμη στο βόλο απ' ότι αυτός πάνω της με κυρίαρχη αιτιολόγηση γιατί είναι σταθερή και αλλάζει λιγότερο , λέγοντάς μας χαρακτηριστικά :

*« γιατί η ξύστρα άλλαξε την ταχύτητα του βόλου , ενώ ο βόλος την κούνησε απλά»*

*« γιατί είναι βαριά , κρατιέται πολύ »*



### 3.7 Αξιολόγηση της 7ης ερώτησης

**Μόλις ο βόλος άλλαξε πορεία η Μαρία παρεμβαίνει και σπρώχνει το βόλο κάνοντάς τον να κινείται και πάλι πάνω στο ευθύγραμμο μάρμαρο με σταθερή και πάλι ταχύτητα. Τι λες, η Μαρία άσκησε δύναμη στο βόλο; Πώς το δικαιολογείς;**

Σκοπός της 7<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να καταγραφεί αν οι μαθητές της ερευνάς μας σε συνθήκες αλληλεπίδρασης ενός ανθρώπου (έμβιου όντος) και ενός άψυχου αντικειμένου αναγνωρίζουν ή όχι την άσκηση δύναμης του ανθρώπου προς το άψυχο σώμα.

Από την ανάλυση των απαντήσεων δημιουργήσαμε τον παρακάτω πίνακα.

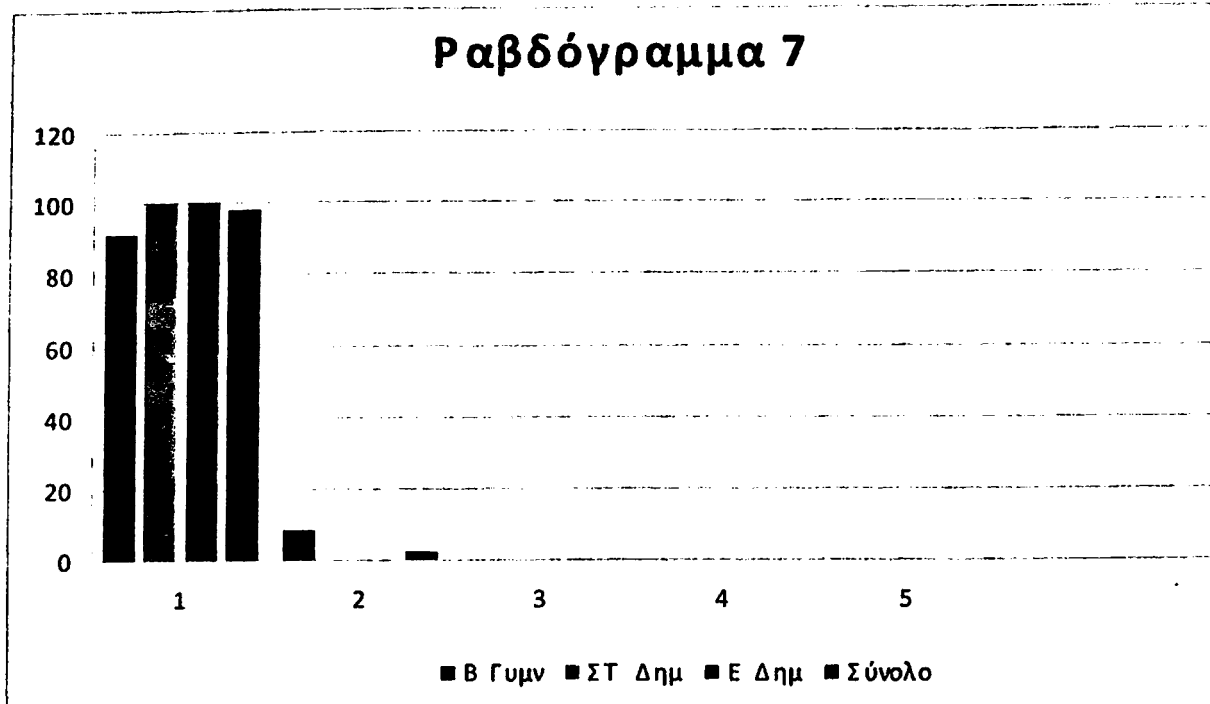
ΠΙΝΑΚΑΣ ( 11)

A/A	Απάντηση	Αιτιολόγηση	B' Γυμν.		ΣΤ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο	
1	Η Μαρία ασκεί δύναμη στον βόλο	Τον έσπρωξε του άλλαξε πορεία έχει δύναμη	11	91,70%	12	100%	18	100%	41	97.60%
2	Η Μαρία ασκεί δύναμη στο βόλο	Με βεβαιότητα χωρίς αιτιολόγηση	1	8,30%	0	0%	0	0%	1	2,40%
3	Η Μαρία δεν ασκεί δύναμη στον βόλο	Με βεβαιότητα χωρίς αιτιολόγηση	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	Η Μαρία ασκεί δύναμη στον βόλο	Νευτώνεια	0	0%	0	0%	0	0	0	0%
5	Η Μαρία ασκεί δύναμη στον βόλο	Άγνοια σύγχυση	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
ΣΥΝΟΛΟ			12	100%	12	100%	18	100%	42	100%

Το ραβδόγραμμα της στατιστικής επεξεργασίας της 7<sup>ης</sup> ερώτησης είναι:



## Ραβδόγραμμα 7



- 1 Η Μαρία ασκεί δύναμη στο βόλο. Εναλλακτική άποψη.
- 2 Η Μαρία ασκεί δύναμη στο βόλο. Αναιτιολόγητα με βεβαιότητα.
- 3 Η Μαρία δεν ασκεί δύναμη στο βόλο. Αναιτιολόγητα με βεβαιότητα
- 4 Νευτώνεια λογική
- 5 Σύγχυση-Άγνοια

Η έρευνα δείχνει ότι :

- Όλα τα παιδιά έχουν τη βεβαιότητα ότι η Μαρία ασκεί δύναμη στο βόλο.

Φαίνεται πως οι μαθητές έχουν την πεποίθηση ότι ο ανθρώπινος οργανισμός έχει κατέχει δύναμη την οποία και εύκολα ασκεί. Θεωρούν ότι η Μαρία έχει δύναμη και σπρώχνοντας το βόλο, κάνουντάς τον να αλλάξει πορεία να μετακινηθεί του ασκεί δύναμη. Χαρακτηριστικές είναι οι παρακάτω δηλώσεις τους:

*«γιατί είχε δύναμη, ήταν δυνατή, πιο ψηλή κιόλας»*

*« Η Μαρία είναι πιο δυνατή από το βόλο »*

*« Η Μαρία έσπρωξε το βόλο και όχι ο βόλος τη Μαρία »*

- Κανένα παιδί δε λειτουργεί με την Νευτώνεια λογική.
- Κανένα παιδί δε βρίσκεται σε σύγχυση ή άγνοια για το αν η Μαρία άσκησε δύναμη στο βόλο.
- Κανένα παιδί απ' όλες τις ομάδες (Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ.) της έρευνάς μας δε θεωρεί ότι η Μαρία δεν άσκησε δύναμη στο βόλο.



### 3.8 Αξιολόγηση της 8ης ερώτησης

#### Ο βόλος άσκησε στη Μαρία δύναμη ; Πώς το δικαιολογείς;

Η 8<sup>η</sup> ερώτηση είναι η άμεση συνέχεια της 7<sup>ης</sup> ερώτησης. Ουσιαστικά δηλαδή ανήκουν στην ίδια ομάδα ερωτήσεων που σκοπεύει να διερευνήσει τις αντιλήψεις των μαθητών στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης ανθρώπου- άψυχου σώματος.

Σκοπός της 8<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να αναδείξει τους τρόπους που αντιλαμβάνονται οι μαθητές της έρευνάς μας την άσκηση δύναμης ενός άψυχου αντικειμένου σ' ένα έμβιο ον σε συνθήκες που περιγράφονται στην ερώτηση.

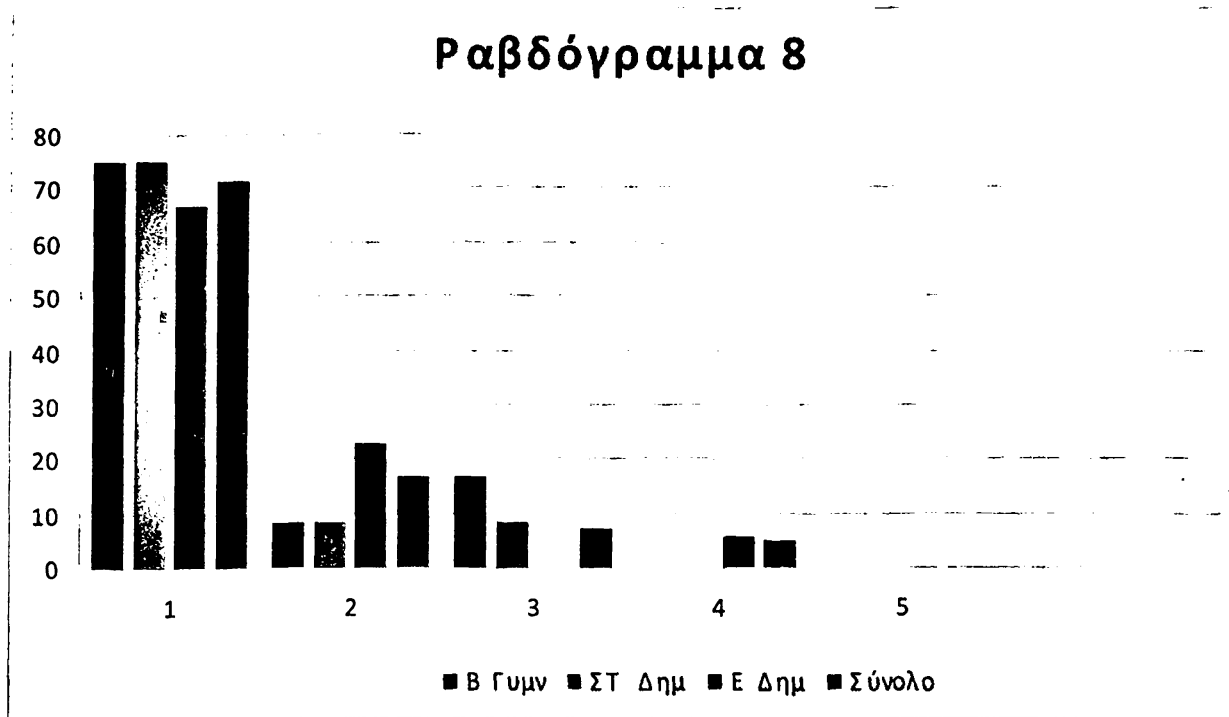
Οι απαντήσεις αναλύθηκαν και διαμορφώθηκε ο παρακάτω πίνακας:

ΠΙΝΑΚΑΣ (12)

	Απαντήσεις	Αιτιολόγηση	Β' Γυμν.		ΣΤ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο	
1	Ο βόλος δεν ασκεί δύναμη στην Μαρία	Η Μαρία δεν έπαθε τίποτα. Η Μαρία δεν μετακινήθηκε. η Μαρία έχει περισσότερη δύναμη. Ο βόλος δεν έχει δύναμη.	9	75%	9	75%	12	66,7 0%	30	71,4 0%
2	Ο βόλος ασκεί δύναμη στην Μαρία	Έχει δύναμη, κινείται	1	8,30 %	1	8,33 %	5	27,7 0%	7	16,7 0%
3	Ο βόλος δεν ασκεί δύναμη στην Μαρία	Χωρίς δικαιολογία	2	16,6 0%	1	8,33 %	0	0%	3	7,1 %
4	Ο βόλος ασκεί/δεν ασκεί δύναμη στην Μαρία	Άγνοια, σύγχυση	0	0%	1	8,34 %	1	5,60 %	2	4,8 %
5	Ασκεί	Νευτώνεια	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
ΣΥΝΟΛΟ			12	100 %	12	100 %	18	100 %	42	100 %



Το ραβδόγραμμα της ερώτησης 8 είναι:



- 1 Ο βόλος δεν ασκεί στη Μαρία δύναμη. Εναλλακτική άποψη.
- 2 Ο βόλος ασκεί στη Μαρία δύναμη. Εναλλακτική άποψη
- 3 Ο βόλος δεν ασκεί στη Μαρία δύναμη . Αναιτιολόγητα με βεβαιότητα
- 4 Σύγχυση-Άγνοια
- 5 Νευτώνεια λογική

Από την έρευνα φαίνεται ότι:

- Κανένας μαθητής από καμία ομάδα (B' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ.) δεν χρησιμοποιεί αναπαραστάσεις σύμφωνα με το Νευτώνειο μοντέλο.

Και εδώ οι μαθητές μας θεωρούν τη δύναμη ως μια ιδιότητα ενός μεμονωμένου αντικειμένου και όχι το χαρακτηριστικό της δράσης μεταξύ των αντικειμένων .

Η ύπαρξη της αντίδρασης γενικά δεν αναγνωρίζεται . Αν και στη φύση οι δυνάμεις εμφανίζονται κατά ζεύγη , οι μαθητές μας φαίνεται να το αγνοούν.

- Μικρό ποσοστό 0%- (0/12) , 8,30%- ( 1/12 ) κ' 5,60%- ( 1/18 ) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα φαίνεται να βρίσκεται σε σύγχυση για το αν ο βόλος ασκεί ή δεν ασκεί δύναμη στη Μαρία.

Αν και στην προηγούμενη ερώτηση 7 η βεβαιότητα των παιδιών για την άσκηση δύναμης από τη Μαρία στο βόλο ήταν καθολική , εδώ βλέπουμε έστω και σε μικρό ποσοστό να εκδηλώνεται από τα παιδιά μια σύγχυση-αβεβαιότητα για την άσκηση δύναμης από το βόλο στη Μαρία.

- Ποσοστό 91,60%- ( 11/12 ) , 83,40%- ( 10/12 ) κ' 66,70% - (12/18) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα πιστεύει ότι ο βόλος δεν άσκησε καμία δύναμη στη Μαρία.



√ Απ' αυτούς το 16,60%- ( 2/12 ), το 8,30%- (1/12) κ' το 0% -( 0/18 ) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι ο βόλος δεν άσκησε καμία δύναμη στη Μαρία με βεβαιότητα , αλλά χωρίς να το δικαιολογεί . Λέγοντας χαρακτηριστικά γιατί « έτσι » ,υπονοώντας έτσι πιστεύω.

√ Ενώ το υπόλοιπο 75%-(9/12) , το 75%-(9/12) και το 66,70% - (12/18) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι ο βόλος δεν άσκησε καμία δύναμη στη Μαρία προβάλλοντας ως δικαιολόγηση το ότι η Μαρία δεν έπαθε τίποτε , ή η Μαρία είναι μεγάλη ενώ ο βόλος μικρός , ή η Μαρία είχε περισσότερη δύναμη.

Τα παιδιά μας ανάφεραν χαρακτηριστικά :

« Όχι , γιατί η Μαρία δεν έπαθε κάτι »

« Όχι , γιατί ο βόλος δεν μπορεί να την σπρώξει »

« Όχι , γιατί η Μαρία έχει περισσότερη δύναμη »

Από τα παραπάνω , σε συνδυασμό με αυτά που μας δηλώθηκαν στην προηγούμενη ερώτηση 7, συμπεραίνουμε ότι τα παιδιά πιστεύουν ότι η Μαρία ως ανθρώπινος οργανισμός είναι δυνατότερη και γι' αυτό ασκεί δύναμη στο μικρό και αδύναμο βόλο , που αδυνατεί να αντιδράσει.

▪ Ποσοστό 8,30%-( 1/12 ) για τη Β' Γυμν. κ' ΣΤ' Δημ καθώς 27,70%-( 5/18 ) για τη Ε' Δημ. θεωρεί ότι ο βόλος ασκεί δύναμη στη Μαρία , γιατί κινείται ή γιατί έχει δύναμη. Τα παιδιά αυτά δήλωναν :

«Ναι , αφού πήγε με πίεση πάνω της »

« ..ναι , ο βόλος την είχε μέσα του...»

Μικρό ποσοστό από τα παιδιά αυτά θεωρεί ,δηλαδή , ότι ο βόλος άσκησε και αυτός δύναμη στη Μαρία, όχι βέβαια μια ίση και αντίθετη δύναμη αντίδρασης , αλλά αυτή που είχε μέσα του ,λόγω της ταχύτητάς του.

### 3.9 Αξιολόγηση 9<sup>ης</sup> ερώτησης

**Καθώς ο βόλος μας κινείται με σταθερή ταχύτητα παρεμβάλλεται ένας μαγνήτης και τον εκτρέπει από την πορεία του. Πώς δικαιολογείς την**



**αλλαγή κίνησης του βόλου. Ασκήθηκαν δυνάμεις πάνω στο βόλο; Από πού προέρχονται; Πώς τις λένε;**

Σκοπός της 9<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να διαπιστωθεί αν οι μαθητές της έρευνας μας αναγνωρίζουν τη δράση των μαγνητών και να καταγραφούν τρόποι που κατανοούν την άσκηση μαγνητικών δυνάμεων.

Από τις απαντήσεις των παιδιών κατασκευάσαμε τον παρακάτω πίνακα:

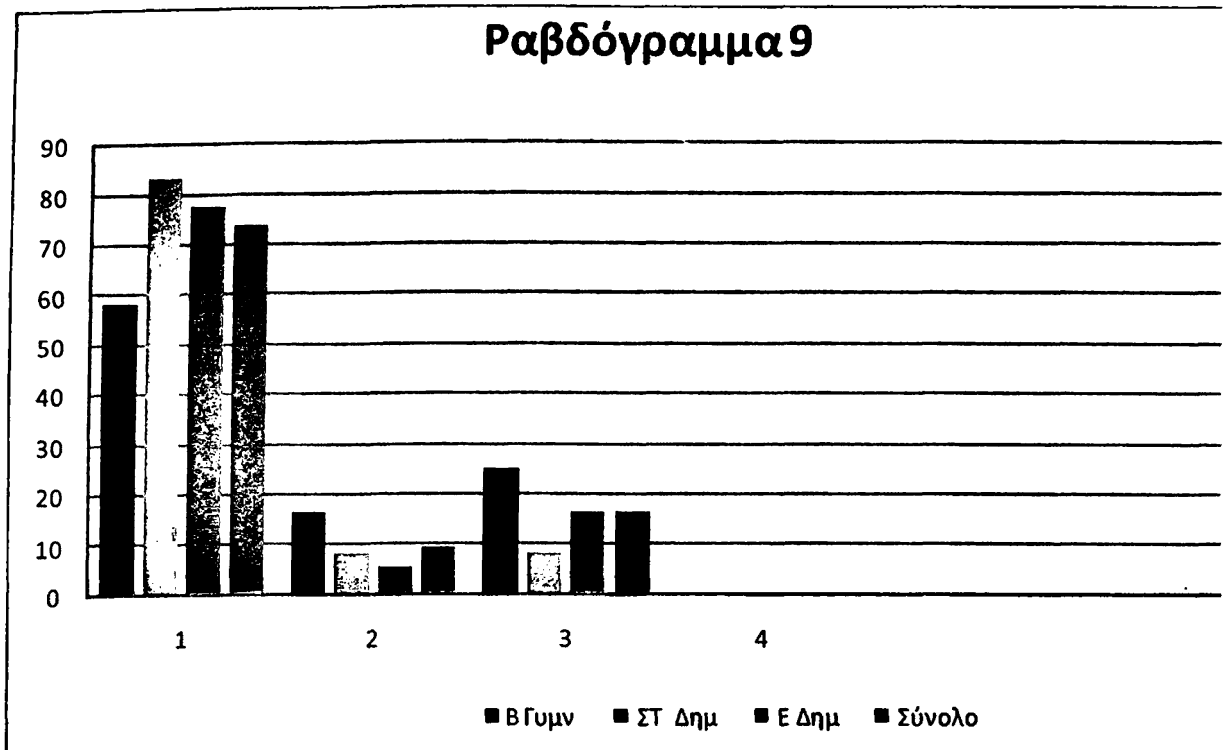
ΠΙΝΑΚΑΣ ( 13)

A/A	Απάντηση	Αιτιολόγηση	B' Γυμν.		ΣΤ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο	
1	Ο μαγνήτης τον εξέτρεψε ασκώντας του δύναμη	Έχει δύναμη έχει πίεση ήθελε να το πιάσει τραβάει τα σίδερα	7	58,30%	10	83,30%	14	77,80%	31	73,8%
2	Ο μαγνήτης τον εξέτρεψε χωρίς να του ασκήσει δύναμη	Τραβάει τα πράγματα τον γύρισε του άλλαξε πορεία	2	16,70%	1	8,35%	1	5,50%	4	9,5%
3	Ο μαγνήτης τον εξέτρεψε ασκώντας/ μη ασκώντας δύναμη	Σύγχυση/ άγνοια	3	25%	1	8,35%	3	16,70%	7	16,6%
4	Ο μαγνήτης τον εξέτρεψε ασκώντας του δύναμη	Σύμφωνα με τη σχολική επιστήμη	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
ΣΥΝΟΛΟ			12	100%	12	100%	18	100%	42	100%

Το ραβδόγραμμα της ερώτησης 9 είναι:



## Ραβδόγραμμα 9



- 1 Ο μαγνήτης εξέτρεψε το βόλος ασκώντας του δύναμη. Εναλλακτική άποψη.  
 2 Ο μαγνήτης εξέτρεψε το βόλος μη ασκώντας του δύναμη. Εναλλακτική άποψη  
 3 Σύγχυση-Άγνοια  
 4 Σχολική Επιστήμη.

Από την έρευνα φαίνεται ότι αν και όλοι οι μαθητές αναγνωρίζουν τη δράση των μαγνητών και μάλιστα εύκολα παρ' όλα αυτά κανένας δεν εξηγεί την άσκηση μαγνητικής δύναμης από το μαγνήτη στο σιδερένιο βόλο χρησιμοποιώντας εξηγήσεις σύμφωνες με τη σχολική τους επιστήμη.

Τα παιδιά φαίνεται να έχουν εμπειρίες σχετικές με τη χρήση των μαγνητών, δεν είναι σε θέση όμως να τις δικαιολογήσουν και να ερμηνεύσουν τον τρόπο λειτουργίας των μαγνητών όπως οι φυσικές επιστήμες.

Ένα σημαντικό ποσοστό 25%-(3/12) , 8,35%-( 1/12) κ' 16,70%-(3/18) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα φαίνεται να βρίσκεται σε σύγχυση ή άγνοια με το αν ασκείται ή όχι μαγνητική δύναμη από το μαγνήτη στο σιδερένιο βόλο.

Ποσοστό 16,70%-(2/12) , 8,35% (1/12) κ' 5,50%-( 1/18 ) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι ο μαγνήτης εκτρέπει το σιδερένιο βόλο όχι γιατί του ασκεί κάποια δύναμη αλλά γιατί απλά έχει την ιδιότητα να τραβάει τα πράγματα, να τα γυρίζει, να τους αλλάζει πορεία.

Τα παιδιά αυτά δεν πιστεύουν ότι ο μαγνήτης ασκεί κάποια δύναμη στο βόλο, αλλά επηρεασμένα από τις εμπειρίες τους με τους μαγνήτες ,θεωρούν ότι ο



μαγνήτης , με τη ιδιότητά του να έλκει τα σιδερένια αντικείμενα , επιδρά ακαθόριστα και στο βόλο και του αλλάζει πορεία .

Απαντούσαν δε ως εξής :

*«Όχι, απλά του άλλαξε πορεία . »*

*«Όχι, επειδή ήταν από σίδηρο την τράβηξε »*

▪ Υψηλό ποσοστό, 58,50%-(7/12) , 83,30%- (10/12) κ' 77,80%-(14/18 ) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι ο μαγνήτης εκτρέπει το σιδερένιο βόλο ασκώντας του δύναμη , κύρια από απόσταση.

Από τις δηλώσεις των παιδιών φαίνεται να μην αντιλαμβάνονται όλα τους την έννοια της δύναμης του μαγνήτη με τον ίδιο τρόπο .

Μερικά παιδιά φαίνεται να προσδίδουν στο μαγνήτη μια ιδιότητα προσώπου , που ενεργεί σκόπιμα και κατά τη θέλησή του ασκώντας δύναμη στα σιδερένια αντικείμενα . Χαρακτηριστικές δηλώσεις τους είναι :

*« Ναι , γιατί ήθελε να τον πιάσει.»*

*«Ναι, γιατί ο μαγνήτης ήθελε να τον πιάσει και να τον σπρώξει »*

Άλλα πάλι πιστεύουν ότι ο μαγνήτης έχει , κατέχει μια δύναμη ,την οποία και δίνει στο βόλο για να του αλλάξει πορεία . Τα παιδιά αυτά μας δήλωναν:

*« Ναι , γιατί ο μαγνήτης έχει δύναμη , τη μαγνητική ..»*

*« Ναι , γιατί του έδωσε δύναμη ο μαγνήτης »*

Τα παιδιά αυτά φαίνεται να υιοθετούν την αντίληψη μιας αόρατης δύναμης , που δρα από απόσταση και έχει τη δυνατότητα να τραβά τα σιδερένια αντικείμενα.

### 3.10 Αξιολόγηση 10<sup>ης</sup> ερώτησης

**Καθώς ο βόλος εκτράπηκε πέρασε σε αίθουσα στρωμένη με μοκέτα και κινείται τώρα πάνω της σε ευθεία γραμμή και ελαττώνοντας σταθερά την ταχύτητά του. Πού οφείλεται το γεγονός ότι ο βόλος ελαττώνει σταθερά την ταχύτητά του; Ασκούνται τώρα δυνάμεις στο βόλο; Αν ναι ποιες είναι αυτές;**



Σκοπός της 10<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να διαφανεί αν οι μαθητές της έρευνας μας αναγνωρίζουν τη δύναμη της τριβής , όταν ένα σώμα κινείται μειώνοντας την ταχύτητά του. Από τις απαντήσεις των παιδιών δημιουργήσαμε τον παρακάτω πίνακα :

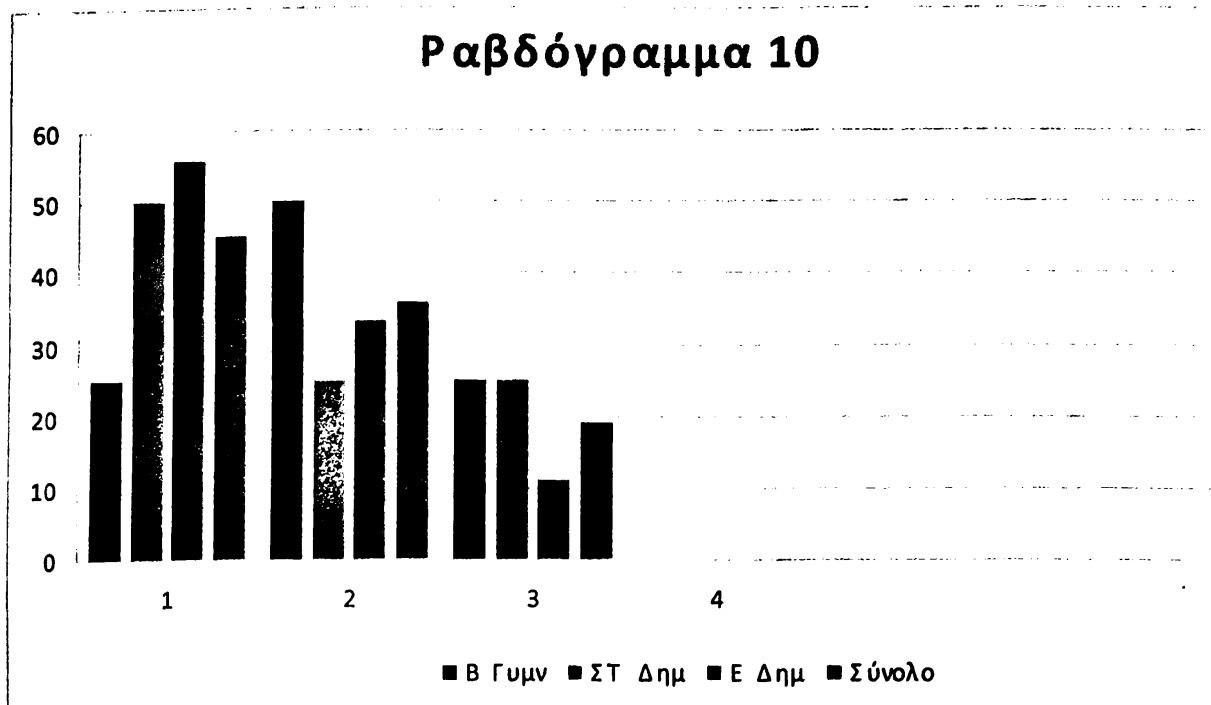
ΠΙΝΑΚΑΣ ( 14)

A/A	Απάντηση	Αιτιολόγηση	B' Γυμν.		ΣΤ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο	
1	Η μοκέτα ασκεί στο βόλο δύναμη	Γιατί το πάει σιγά , γιατί έχει τραχεία επιφάνεια του ασκεί στατική δύναμη	3	25%	6	50%	10	55,6%	19	45,20%
2	Η μοκέτα δεν ασκεί στο βόλο δύναμη	Η μοκέτα έχει κάτι κολλάει πάνω θέλει να το σταματήσει του λιγοστεύει τις δυνάμεις	6	50%	3	25%	6	33,3%	15	35,70%
3	Η μοκέτα ασκεί/δεν ασκεί	Άγνοια-σύγχυση	3	25%	3	25%	2	11,1%	8	19,10%
4	Η μοκέτα ασκεί τη δύναμη της τριβής	Σύμφωνα με τη σχολική επιστήμη	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
ΣΥΝΟΛΟ			12	100%	12	100%	18	100%	42	100%

Το ραβδόγραμμα της 10<sup>ης</sup> ερώτησης είναι:



## Ραβδόγραμμα 10



- 1 Η μοκέτα ασκεί δύναμη στο βόλο. Εναλλακτική άποψη.  
 2 Η μοκέτα δεν ασκεί δύναμη στο βόλο. Εναλλακτική άποψη  
 3 Σύγχυση-Άγνοια  
 5 Σχολική Επιστήμη

Από την έρευνα φαίνεται ότι κανένας μαθητής καμιάς ομάδας δεν αντιλαμβάνεται την άσκηση της τριβής σε κινούμενο σώμα ,που ελαττώνει την ταχύτητά του, σύμφωνα με τη σχολική επιστήμη , που διδάσκεται.

Σημαντικό ποσοστό 25%-(3/12) για τη Β' Γυμν. κ' ΣΤ' Δημ καθώς και 11,1%-(2/18) για τη Ε' Δημ. βρίσκεται σε σύγχυση για το αν η μοκέτα ασκεί ή όχι στον κινούμενο πάνω της βόλο δύναμη.

Τα παιδιά αυτά άλλοτε μας απαντούν πως « ναι , η μοκέτα ασκεί δύναμη στο βόλο .» και αμέσως μετά το αναιρούν λέγοντας «όχι, καμία δύναμη δεν ασκεί η μοκέτα .»Φανερώνουν , δηλαδή, μια αστάθεια – σύγχυση στην άποψή τους για το αν ασκείται ή όχι δύναμη .

50%-(6/12) της Β' Γυμν., 25%-(3/12) της ΣΤ' Δημ και 33,3%-(6/18) για την Ε' Δημ. δεν συνδέουν την μείωση της ταχύτητας του βόλου με την άσκηση δύναμης από την μοκέτα. Θεωρούν ότι δεν ασκείται στο βόλο καμία δύναμη από την μοκέτα.

Τα παιδιά αυτά φαίνεται να μη γνωρίζουν τίποτε για την τριβή και αναφέρουν κύρια ως αιτία μείωσης της ταχύτητας του βόλου το είδος της επιφάνειας της μοκέτας . Χαρακτηριστικές είναι οι εξής δηλώσεις τους :

*«όχι , η μοκέτα έχει κάτι σαν μαλλί, που η μπίλια δε μπορεί να προχωρήσει . »*





*«έχει κάτι(η μοκέτα) και κολλάει (ο βόλος) και δε μπορεί να προχωρήσει . »*

*«έχει κάπως σαν μαλλί ,και δε μπορεί να προχωρήσει .»*

Μερικά από τα παιδιά αυτά φαίνεται να προσωποποιούν τη μοκέτα και τη θεωρούν ότι ενεργεί σκόπιμα κάνοντας αυτό ή εκείνο . Χαρακτηριστικές είναι οι παρακάτω δηλώσεις τους :

*« Η μοκέτα θέλει να το σταματήσει .»*

*« Η μοκέτα ελαττώνει τη δύναμη του βόλου .»*

▪ 25%-(2/12), 50%-(4/12) κ' 55,60%-(10/18) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι η μείωση της ταχύτητας του βόλου πάνω στην μοκέτα οφείλεται στην άσκησης δύναμης από τη μοκέτα στο βόλο.

Σε καμία περίπτωση βέβαια δεν εννοούν ότι η δύναμη αυτή είναι δύναμη της τριβής και όπως αυτή τη διδάσκονται στις Φυσικές Επιστήμες .

Τα περισσότερα από τα παιδιά θεωρούν τη δύναμη αυτή, ως μια ιδιότητα της μοκέτας, που έχει και την ασκεί στο βόλο.

*«Ναι , του ασκεί δύναμη και προσπαθεί να το σταματήσει».*

*« Ναι. η δύναμη της μοκέτας το σταματάει .»* Δήλωναν χαρακτηριστικά .

Πολλά παιδιά θεωρούν ότι , κατά την κίνηση του βόλου στη μοκέτα ,στο βόλο ασκούνται δύο ομάδες δυνάμεων. Η μία η «κινητική» ομάδα, που περιλαμβάνει από μία έως κ' τέσσερις δυνάμεις, και κινεί το βόλο και η δεύτερη η «ελκυστική» ή η «σταματική » που σταματάει σιγά-σιγά το βόλο.

Η « κινητική » δύναμη, όπως την ονομάζουν, είναι μια εσωτερική δύναμη του βόλου ,που τον κινεί και οφείλεται στην ταχύτητά του. Κάποιοι, μάλιστα, πιστεύουν ότι εκτός από αυτή το βόλο κινούν «η δύναμη του Νίκου», «η δύναμη της Ξύστρας», και «η δύναμη της Μαρίας».Δεν εντάσσουν όμως ,στην ίδια ομάδα τη «δύναμη του μαγνήτη», γιατί όπως δηλώνουν « οι μαγνητικές δυνάμεις ασκούνται για λίγο, ίσα να του αλλάξουν πορεία.»

Η «ελκτική» ή η « σταματική » θεωρούν ότι ασκείται από τη μοκέτα στο βόλο και ελαττώνει την ταχύτητα του βόλου. Χαρακτηριστική είναι η δήλωσή τους .

*«Η κινητική, που τον κινεί και η σταματική από τη μοκέτα , που τον σταματάει »*

### 3.11 Αξιολόγησης της 11<sup>ης</sup> ερώτησης

**Μετά από λίγο ο βόλος ακινητοποιείται. Ποια κατά τη γνώμη σου είναι η αιτία που ακινητοποίησε το βόλο; Πάνω στον ακινητοποιημένο βόλο ασκούνται δυνάμεις; Αν ναι, ποιες είναι αυτές;**



Στόχος της 11<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να ανιχνεύσουμε τις ιδέες των μαθητών της ερευνάς μας για το αν ασκούνται ή όχι δυνάμεις σε σώματα που ισορροπούν, μετά από κίνηση σε τραχύ οριζόντιο επίπεδο. Η στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

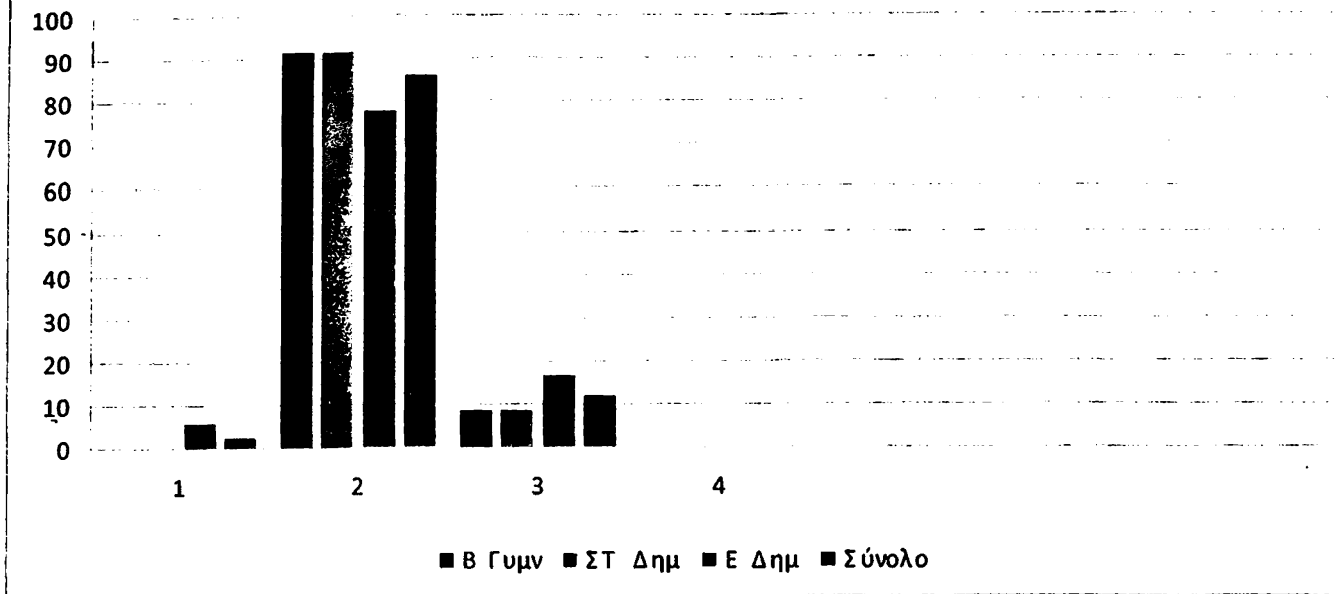
ΠΙΝΑΚΑΣ (15)

A/A	Απάντηση	Αιτιολόγηση	B' Γυμν.		ΣΤ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο	
1	Στο σταματημένο βόλο ασκούνται δυνάμεις	Γιατί το χαλί το κρατάει	0	0%	0	0%	1	5,6%	1	2,40%
2	Στο σταματημένο βόλο δεν ασκούνται δυνάμεις	Δεν κινείται δεν έχει δύναμη	11	91,7%	11	91,7%	14	77,8%	36	85,70%
3	Ασκούνται / δεν ασκούνται	Άγνοια-σύγχυση	1	8,3%	1	8,3%	3	16,6%	5	11,90%
4	Ασκούνται δυνάμεις	Σύμφωνα με τη σχολική επιστήμη	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
ΣΥΝΟΛΟ			12	100%	12	100%	18	100%	42	100%

Το ραβδόγραμμα της 11<sup>ης</sup> ερώτησης είναι:



## Ραβδόγραμμα 11



- 1 Στο σταματημένο βόλο ασκούνται δυνάμεις. Εναλλακτική άποψη.
- 2 Στο σταματημένο βόλο δεν ασκούνται δυνάμεις. Εναλλακτική άποψη
- 3 Σύγχυση-Άγνοια
- 4 Σχολική Επιστήμη

Από την έρευνα φαίνεται:

- Κανένας μαθητής από καμία ομάδα δεν απαντά σύμφωνα με τη σχολική επιστήμη. Καμία αναφορά δε μας έγινε για το βάρος του βόλου και την αντίδραση της μοκέτας . Οι μαθητές φαίνεται γενικά να πιστεύουν ότι σε ένα σταματημένο αντικείμενο καμία δύναμη δεν ασκείται πάνω του.

- Ποσοστό 8,30%-(1/12) για τη Β' Γυμν. κ' ΣΤ' Δημ. και 16,60%-(3/18) για την Ε' Δημ. φαίνεται να βρίσκεται σε σύγχυση για το αν ασκούνται ή όχι δυνάμεις στο σταματημένο βόλο.

Αν και φαίνεται πως η μεγάλη πλειονότητα αυτών των παιδιών τείνει να απαντήσουν ,ότι στο σταματημένο βόλο δεν ασκείται καμία δύναμη , εν τούτοις επειδή δείχνουν με τις δηλώσεις τους μια μικρή αναποφασιστικότητα , τους κατατάσσουμε στα παιδιά με σύγχυση άγνοια .

Το γεγονός αυτό φανερώνει ότι και στην ομάδα αυτή των παιδιών επικρατεί η πεποίθηση ότι σε ακίνητο αντικείμενο δεν ασκείται καμία δύναμη.

- Μόνο ένας μαθητής, που είναι μαθητής της Ε' τάξης, θεωρεί ότι στο σταματημένο βόλο ασκείται δύναμη. Η δύναμη αυτή προέρχεται από τη μοκέτα και κρατάει το βόλο σταματημένο πάνω της. Κατά λέξη η απάντησή του ήταν :



«Μόνο η δύναμη του χαλιού που το κρατάει».

Το παιδί αυτό φαίνεται να πιστεύει ότι για να παραμείνει ακίνητος ο βόλος πάνω στη μοκέτα , απαιτείται η μοκέτα να του ασκεί μια δύναμη . Βέβαια ουδεμία σύνδεσή της γίνεται με τη δύναμη της αντίδρασης της μοκέτας στο βόλο.

▪ Η μεγάλη πλειοψηφία 91,70%-(11/12) για τη Β' Γυμν. κ' τη ΣΤ' Δημ καθώς κ' 77,80%-(14/18) για τη Ε' Δημ. θεωρεί ότι στο σταματημένο βόλο δεν ασκείται καμία δύναμη.

Η κύρια δικαιολογία που δίνουν είναι ότι ο βόλος είναι ακίνητος και σε ακίνητο σώμα δεν ασκείται δύναμη. Χαρακτηριστικά μας απάντησαν :

« Όχι, γιατί δεν κινείται »

Κάποιοι πάλι μας απάντησαν , πως δεν ασκείται στο βόλο καμία δύναμη , λέγοντάς μας χαρακτηριστικά . « Αφού δεν έχει δύναμη .»

Τα παιδιά αυτά φαίνεται να πιστεύουν ότι καθώς ο βόλος κινείται υπάρχει μέσα του και μια δύναμη και η οποία εξαντλείται ,όταν ο βόλος σταματάει.



### 3.12 Αξιολόγηση 12<sup>ης</sup> ερώτησης

**Η Ελένη παίρνει το βόλο και τον πετάει ευθεία κατακόρυφα προς τα πάνω. Καθώς ο βόλος ανεβαίνει προς τα πάνω , ποιες δυνάμεις νομίζεις ότι του ασκούνται; Από πού προέρχονται; Πώς τις λένε; Τι αποτελέσματα έχουν στην κίνηση του βόλου;**

Στόχος της 12<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να καταγράψει τις δυνάμεις που αναγνωρίζουν οι μαθητές της ερευνάς μας σε κατακόρυφη προς τα πάνω βολή και στην οποία τονίζεται το αίτιο κίνησης. Να καταγραφούν οι αιτιολογήσεις των και να αναδειχθούν οι αναπαραστάσεις των για τη δύναμη σε συνθήκες κατακόρυφης προς τα πάνω βολής.

Η ανάλυση των μαθητικών απαντήσεων μας οδήγησε στη δημιουργία του παρακάτω πίνακα:

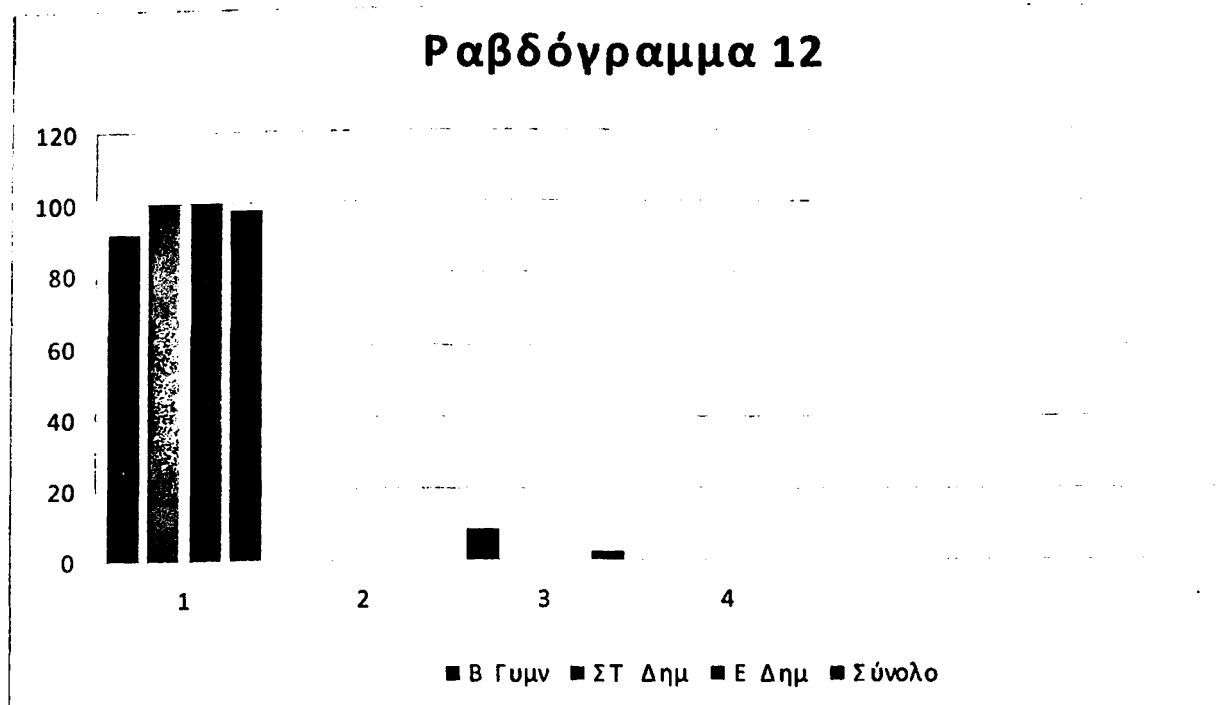
ΠΙΝΑΚΑΣ ( 16)

A/A	Απαντήσεις	Αιτιολόγηση	B' Γυμν.		ΣΤ' Δημ		Ε' Δημ.		Ε' Δημ.	
1	Ασκούνται δυνάμεις	Η δύναμη της Ελένης το κινεί προς τα πάνω	11	91,70%	12	100%	18	100%	41	97,60%
2	Δεν ασκούνται δυνάμεις	Εναλλακτικές απόψεις	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	Ασκούνται /δεν ασκούνται δυνάμεις	Άγνοια-σύγχυση	1	8,30%	0	0%	0	0%	1	2,40%
4	Ασκούνται δυνάμεις	Νευτώνειο μοντέλο	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
ΣΥΝΟΛΟ			12	100%	12	100%	18	100%	42	100%

Το ραβδόγραμμα της 12<sup>ης</sup> ερώτησης είναι:



## Ραβδόγραμμα 12



- 1 Στο βόλο ασκούνται δυνάμεις. Εναλλακτική άποψη.
- 2 Στο βόλο δεν ασκούνται δυνάμεις. Εναλλακτική άποψη
- 3 Σύγχυση-Άγνοια
- 4 Σχολική Επιστήμη

Από την έρευνα φαίνεται ότι:

- Κανένας μαθητής, καμιάς ομάδας δεν χρησιμοποιεί το Νευτώνειο μοντέλο για να εξηγήσει την κατακόρυφη προς τα πάνω βολή του βόλου.

Καμία αναφορά από κανένα μαθητή δεν γίνεται στην έννοια του βάρους ως δύναμης και του ρόλου του στην κίνηση του βόλου, που να είναι σύμφωνη με τη Σχολική τους Επιστήμη. Τα παιδιά φαίνεται να αγνοούν το βάρος και τον τρόπο δράσης του.

- Ένας μόνο μαθητής από την ομάδα της Β' Γυμν., δηλαδή ποσοστό 2,40%-(1/42), φαίνεται να βρίσκεται σε σύγχυση για το αν ασκούνται ή όχι δυνάμεις στο βόλο που βάλλεται κατακόρυφα προς τα πάνω.

- Όλοι οι υπόλοιποι μαθητές, όλων των ομάδων πιστεύουν ότι κατά την ανοδική κατακόρυφη κίνηση του βόλου ασκούνται σε αυτόν δυνάμεις.

- Η συντριπτική πλειοψηφία 91,70%-(11/12) για τη Β' Γυμν. και 100% για την Ε' κ' ΣΤ' Δημ. αποδίδει κύρια την κατακόρυφη προς τα πάνω κίνηση του βόλου αποκλειστικά στη δύναμη του «χεριού της Ελένης», που έθεσε σε κίνηση το βόλο και συνεχίζει να το διατηρεί κινούμενο.

Χαρακτηριστικά μας απάντησαν :

« Η δύναμη της Ελένης, η κινητική, που τον κινεί προς τα πάνω .»

« Η δύναμη της Ελένης από τα χέρια της .»



Τα παιδιά αυτά φαίνεται να πιστεύουν ότι το κορίτσι ,που πέταξε κατακόρυφα προς τα πάνω το βόλο , άσκησε σ' αυτόν δύναμη , που με κάποιο αδιαίσθητο τρόπο εσωτερικοποιήθηκε και τον κινεί ανοδικά .

Μερικά παιδιά θεωρούν ότι κατά την ανοδική κίνηση του βόλου ασκείται σ' αυτόν μια ομάδα δυνάμεων . Η «κινητική » , όπως την ονομάζουν, και σ' αυτή συμπεριλαμβάνεται εκτός από τη δύναμη της Ελένης , η δύναμη του Νίκου ,της ζύστρας και της Μαρίας .Χαρακτηριστική είναι η δήλωσή τους ότι βόλος κινείται προς τα πάνω από :

*« τη δύναμη του χεριού της Ελένης , του Νίκου, της ζύστρας και της Μαρίας .»*

Ανάλογες δηλώσεις είχαμε και στην ερώτηση 10 ,στο ποιες δυνάμεις επιβραδύνουν το βόλο κατά την κίνησή του στη μοκέτα.

Γενικά η πλειοψηφία των παιδιών φαίνεται να πιστεύει ότι κατά την ανοδική πορεία του βόλου δεν επιδρά η δύναμη της βαρύτητας.

Λίγα μόνο παιδιά μας δήλωσαν ότι στο ανέβασμα του βόλου ασκούνται σ' αυτόν « η δύναμη της Ελένης» και « η δύναμη της βαρύτητας » ή « η δύναμη του βάρους » . Χαρακτηριστικές είναι οι δηλώσεις τους :

*« Η δύναμη της Ελένης που τον πετάει και το βάρος , που έχει.»*

*«Η δύναμη της Ελένης και η δύναμη της βαρύτητας.»*



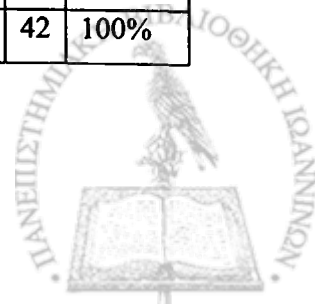
### 3.13 Αξιολόγηση της 13<sup>ης</sup> ερώτησης

**Ο βόλος κάποια στιγμή σταματάει να ανεβαίνει και αρχίζει να πέφτει προς τα κάτω. Ποιες δυνάμεις νομίζεις ότι ασκούνται τώρα στο βόλο; Από πού προέρχονται ; Πώς τις λένε; Τι αποτελέσματα έχουν στην κίνηση του βόλου;**

Στόχος της 13<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να καταγράψει τις ερμηνείες που δίνουν οι μαθητές της έρευνας για την πτώση των σωμάτων μετά από την κατακόρυφη προς τα πάνω βολή. Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας:

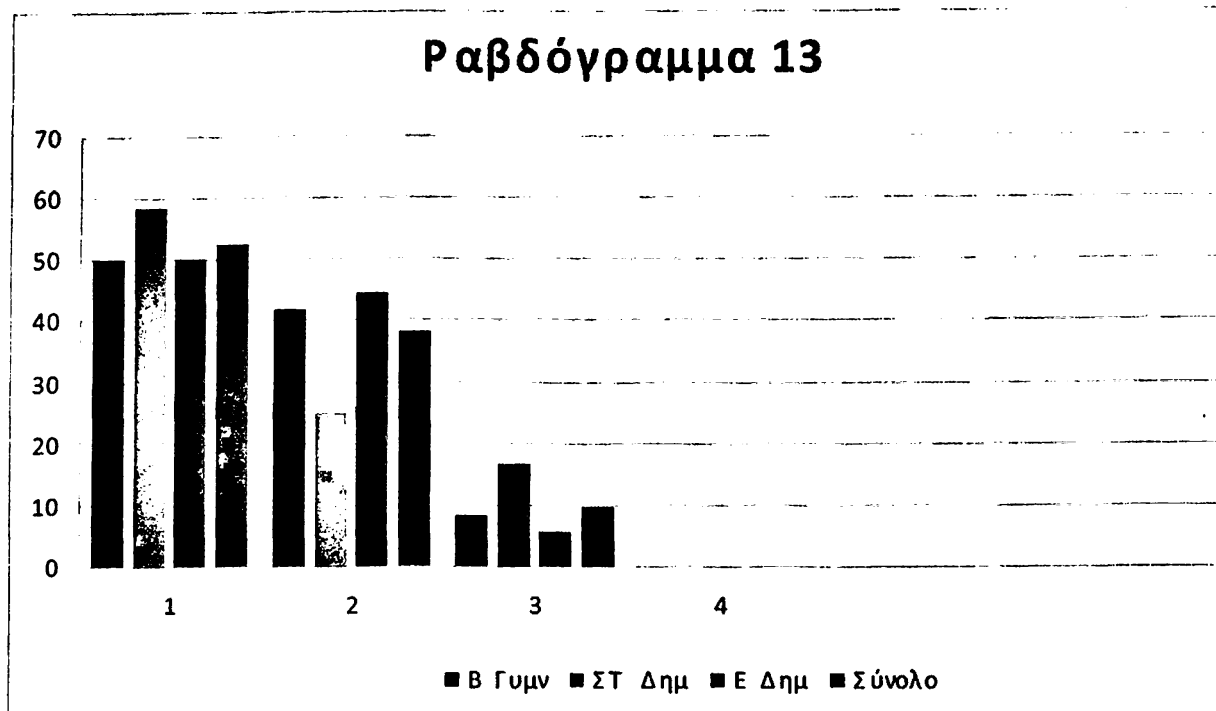
ΠΙΝΑΚΑΣ ( 17)

A/A	Απάντηση	Αιτιολόγηση	B' Γυμν.		ΣΤ' Δημ		Ε' Δημ.		Σύνολο.	
1	Ασκούνται δυνάμεις κατά την πτώση	Γιατί κατεβαίνει-η ελκτικής της γης ,άλλαξε φορά η δύναμη της Ελένης- η δύναμη του βόλου ελκυστική	6	50%	7	58,30%	9	50%	22	52,40%
2	Δεν ασκούνται δυνάμεις κατά την πτώση	Πέφτει μόνο του- δεν έχει άλλη δύναμη -δεν αντέχει τον αέρα	5	41,70%	3	25%	8	44,50%	16	38,10%
3	Ασκούνται/ δεν ασκούνται	Άγνοια/ σύγχυση	1	8,30%	2	16,70%	1	5,50%	4	9,50%
4	Ασκούνται	Σύμφωνα με τη σχολική επιστήμη	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
ΣΥΝΟΛΟ			12	100%	12	100%	18	100%	42	100%





Το ραβδόγραμμα της είναι:



- 1 Στο βόλο ασκούνται δυνάμεις. Εναλλακτική άποψη.
- 2 Στο βόλο δεν ασκούνται δυνάμεις. Εναλλακτική άποψη
- 3 Σύγχυση-Άγνοια
- 4 Σχολική Επιστήμη

Από την έρευνα φαίνεται ότι:

- Κανένας μαθητής δεν ερμηνεύει την πτώση του βόλου , μετά την κατακόρυφη προς τα πάνω βολή , σύμφωνα με τη σχολική επιστήμη, που διδάχτηκε.

Φαίνεται πως το βάρος και η δύναμη της βαρύτητας είναι για τους μαθητές μας δύο έννοιες διαφοροποιημένες, που απέχουν πολύ από τις επιστημονικές απόψεις

- Ποσοστό 8,30%-(1/12), 16,70%-(2/12)κ' 5,50%-(1/18) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα φαίνεται να βρίσκεται σε σύγχυση για το αν ασκούνται ή όχι δυνάμεις στο βόλο, κατά την πτώση του.

Οι μαθητές αυτοί άλλοτε μας δηλώνουν πως ναι ασκούνται δυνάμεις στο βόλο κατά την πτώση του και αμέσως μετά το αναιρούν.

- Ποσοστό 41,70%-(5/12) για την Β' Γυμν., 25%-(3/12) για την ΣΤ' Δημ. κ' 44,50%-(8/18) για την Ε' Δημ. θεωρεί ότι κατά την πτώση του βόλου



δεν ασκούνται σ' αυτόν δυνάμεις. Δεν αναγνωρίζουν καμία δύναμη ως υπαίτια για την πτώση του και φαίνεται να πιστεύουν ότι ο βόλος πέφτει φυσιολογικά από μόνος του. Χαρακτηριστικά αναφέρουν «πέφτει μόνος του», «δεν μπορεί να αντέξει πάνω στον αέρα», «πέφτει στη φυσική του θέση», «δεν έχει άλλη δύναμη».

▪ Ποσοστό 50%-(6/12) για τη Β' Γυμν., 58,30%-(7/12) Στ' Δημ. καθώς και 50%-(9/18) για την Ε' Δημ. θεωρεί ότι στο βόλο κατά την πτώση του ασκούνται δυνάμεις. Δικαιολογούν την άποψη τους αυτή

√ είτε γιατί ο βόλος κατεβαίνει και αφού κινείται θα ασκείται πάνω του κάποια κινητήρια δύναμη .Λέγοντας χαρακτηριστικά :

« Η κινητική που την έχει μέσα του. »

«Η κινητική δύναμη σταματάει για λίγο και μετά το κινεί προς τα κάτω»

√ είτε γιατί άλλαξε φορά η δύναμη της Ελένης, δηλώνοντας χαρακτηριστικά:

« Ξανακατεβαίνει με τη δύναμη της Ελένης ,που άλλαξε. »

√ είτε γιατί η δύναμη του βόλου το ρίχνει, είτε η δύναμη της βαρύτητας του βόλου το ρίχνει, είτε η δύναμη του βάρους το ρίχνει ή τέλος η δύναμη της γης ,που το τραβάει.

Από το ποσοστό αυτό, που θεωρεί δηλαδή ότι στο βόλο ασκούνται κατά την πτώση του δυνάμεις, 2 από τους 6 μαθητές της Β' Γυμν., 6 από τους 7 μαθητές της ΣΤ' Δημ. κ' 7 από τους 9 μαθητές της Ε' Δημ. αναφέρουν ως αιτία της πτώσης το βάρος του βόλου ή τη δύναμη της βαρύτητας ή την ελκτική δύναμη της γης.

Οι αναφορές αυτές βέβαια ουδεμία σχέση έχουν με τις επιστημονικές αντιλήψεις για το βάρος και τη βαρύτητα. Αναφέρουν το βάρος ως δύναμη αλλά φαίνεται να πιστεύουν ότι αυτό είναι μια ιδιότητα του βόλου που προκαλεί την πτώση του και πολλές φορές το διαφοροποιούν από τη δύναμη της βαρύτητας.

Μερικά παιδιά φαίνεται να συνδέουν τη δύναμη της βαρύτητας με τον αέρα.

Τέλος φαίνεται να πιστεύουν το βάρος κινεί τα σώματα προς τα κάτω με ταχύτητα ανάλογη με το μέγεθος τους. Όσο πιο μεγάλο είναι τόσο πιο πολύ ταχύτητα «βάζει» αναφέρουν χαρακτηριστικά.

### 3.14 Αξιολόγηση 14<sup>ης</sup> ερώτησης

**Ο βόλος πέφτει τελικά σε ένα βαρέλι γεμάτο με άμμο, εισχωρεί στην άμμο και ακινητοποιείται. Νομίζεις ότι στον ακινητοποιημένο βόλο ασκούνται δυνάμεις; Αν ναι , ποιες είναι αυτές και τι αποτελέσματα έχουν;**



Στόχος της 14<sup>ης</sup> ερώτησης είναι να καταγραφούν οι απόψεις των μαθητών της έρευνας μας για το αν ασκούνται δυνάμεις σε σώμα, που ισορροπεί μετά από ελεύθερη πτώση. Να διαπιστωθεί αν οι ιδέες των παιδιών για την άσκηση ή όχι δυνάμεων σε σώμα που ισορροπεί είναι σταθερές και ανεξάρτητες από τις συνθήκες που προηγήθηκαν της ισορροπίας ή όχι.

Μετά από την ανάλυση των απαντήσεων δημιουργήσαμε τον παρακάτω πίνακα:

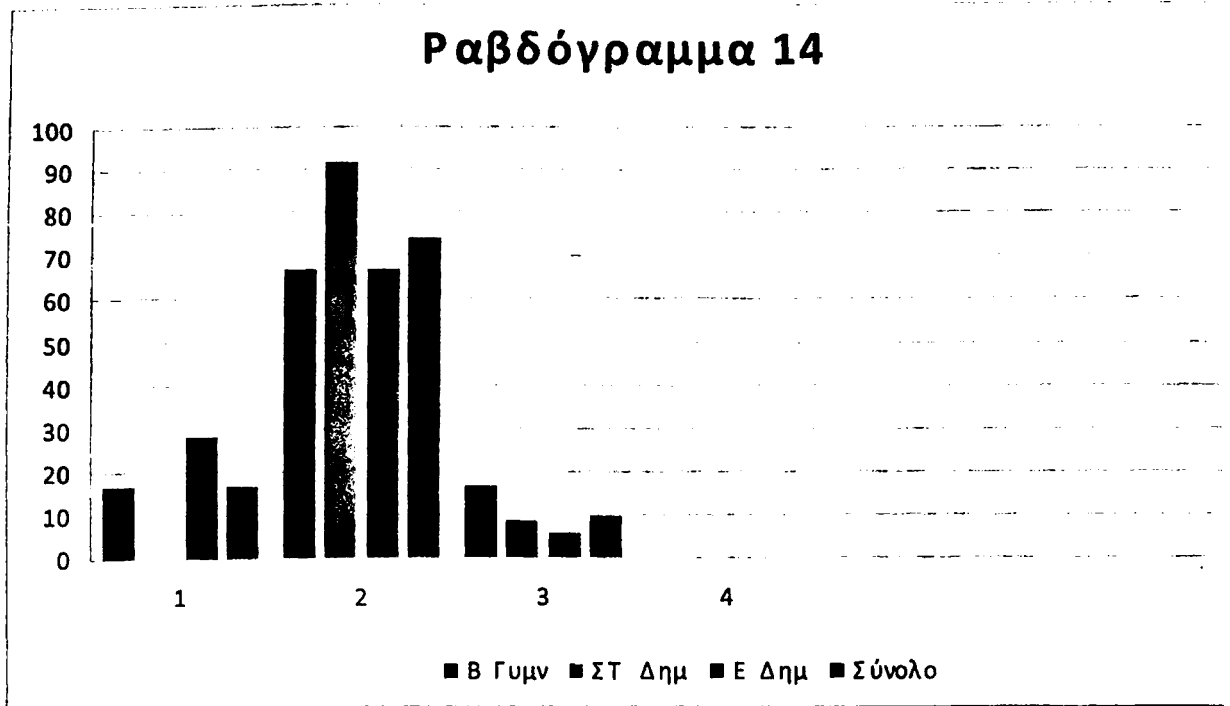
**ΠΙΝΑΚΑΣ (18)**

Α/ Α	Απάντηση	Αιτιολόγηση	Β' Γυμν.		ΣΤ' Δημ.		Ε' Δημ.		Σύνολο	
1	Ασκούνται δυνάμεις	Η άμμος που το κράτησε η σταματική δύναμη	2	16,65%	0	0%	5	27,80%	7	16,70%
2	Δεν ασκούνται δυνάμεις	Είναι σταματημένο δεν μπορεί	8	66,70%	11	91,70%	12	66,70%	31	73,80%
3	Ασκούνται/ δεν ασκούνται	Σύγχυση- άγνοια	2	16,65%	1	8,30%	1	5,50%	4	9,50%
4	Ασκούνται δυνάμεις	Σχολική επιστήμη	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>12</b>	<b>100%</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

Το ραβδόγραμμα της είναι:



## Ραβδόγραμμα 14



- 1 Στο βόλο ασκούνται δυνάμεις. Εναλλακτική άποψη.
- 2 Στο βόλο δεν ασκούνται δυνάμεις. Εναλλακτική άποψη
- 3 Σύγχυση-Αγνοια
- 4 Σχολική Επιστήμη

Από την έρευνα φαίνεται:

- Κανένας μαθητής δεν χρησιμοποιεί αναπαραστάσεις σύμφωνα με το Νευτώνειο μοντέλο. Και εδώ οι απόψεις σε συμφωνία με τη σχολική επιστήμη απουσιάζουν παντελώς.

- Ποσοστό 16,65%-(2/12), 8,30%-(1/12) κ 5,50%-(1/18) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα βρίσκεται σε σύγχυση για το αν ασκούνται ή όχι δυνάμεις στο σταματημένο στην άμμο βόλο. Χαρακτηριστική απάντηση μαθητή «Ναι .... Μάλλον όχι ή ίσως ναι».

- Ποσοστό 16,65%-(2/12), 0%-(0/12) κ' 27,80%-(5/18) για τη Β' Γυμν. ΣΤ' Δημ. κ' Ε' Δημ. αντίστοιχα θεωρεί ότι στο βόλο ασκούνται δυνάμεις, προβάλλοντας ως δικαιολογία ότι η άμμος που τον κρατάει του ασκεί δύναμη, τη «σταματική.» Λέγοντας χαρακτηριστικά:

« Η άμμος του ασκεί, επειδή τον κρατά»

« καθώς κινείται η άμμος του ασκεί πίεση, που συνεχίζει και στο σταμάτημα»

Φαίνεται ότι τα παιδιά αυτά θεωρούν ότι η δύναμη αντίστασης της άμμου κατά την κίνηση του βόλου μέσα της συνεχίζει να ασκείται και όταν ο βόλος είναι



σταματημένος. Πιστεύουν ότι η δύναμη που ασκείται στο βόλο είναι μια ιδιότητα που είχε κινούμενος στην άμμο και που τη διατηρεί και σταματημένος.

▪ Ποσοστό 66,70%-(8/12) για τη Β' Γυμν., 91,70%-(11/12) για την ΣΤ' Δημ κ' 66.70%-(12/18) για την Ε' Δημ. θεωρεί ότι στο σταματημένο βόλο δεν ασκείται καμία δύναμη. Και εδώ όπως και στην ερώτηση 11 η κύρια δικαιολογία που προβάλλουν είναι ότι σε ακίνητο σώμα δεν ασκείται δύναμη.

Χαρακτηριστικά τα παιδιά μας απαντούν :

*«..όταν είναι σταματημένος καμία δύναμη δεν του ασκείται »*

*«καμία δύναμη, γιατί δεν μπορεί να κινηθεί εκεί μέσα.»*

Οι μαθητές αυτοί φαίνεται να πιστεύουν, ότι σε συνθήκες ακινησίας δεν ασκείται καμία δύναμη .

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της 14<sup>ης</sup> ερώτησης με αυτά της 11<sup>ης</sup> ερώτησης φαίνεται ότι οι μαθητές έχουν τις ίδιες αναπαραστάσεις για τις δυνάμεις σε συνθήκες ισορροπίας.

Αγνοούν την ύπαρξη του βάρους και της αντίδρασης. Θεωρούν τη δύναμη ως ιδιότητα του σώματος που για μικρό ποσοστό συνεχίζει να υπάρχει και μετά το τέλος της κίνησης, ενώ για το μεγαλύτερο ποσοστό παύει να υφίσταται μετά το τέλος της κίνησης.

Έτσι παρά τη φαινομενική διαφοροποίηση, λόγω διαφορετικών ποσοστών φαίνεται ουσιαστικά οι μαθητές να είναι συνεπείς στην κατοχή των αναπαραστάσεών τους και να τις χρησιμοποιούν ανάλογα με τις συνθήκες ερμηνείας των γεγονότων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### 4.1 Συμπεράσματα από την έρευνά μας- Προτάσεις

Μέσα από την έρευνά μας φαίνεται, πως οι μαθητές με γενικευμένα προβλήματα μαθησιακών δυσκολιών και χαμηλό δείκτη νοημοσύνης παρουσιάζουν τις παρακάτω εναλλακτικές αναπαραστάσεις για την έννοια της δύναμης:

1. Η έννοια της δύναμης είναι ταυτόσημη με την έννοια της μυϊκής δύναμης.

Η αντίληψη αυτή προέκυψε από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση 1, όπου ποσοστό 19,05%-(8/42) από το σύνολο των μαθητών της έρευνάς μας συνδέει άμεσα τη δύναμη με τους ζωντανούς οργανισμούς.

Παρόμοιες ιδέες έχουν παρουσιαστεί επίσης σε πλήθος άλλων ερευνών ενδεικτικά αναφέρουμε την έρευνα των Κώτσης Κ., Κολοβός Χ. καθώς και του Duit.

2. Η άσκηση δύναμης στα δυνατά αντικείμενα δεν επιφέρει κανένα αποτέλεσμα , ενώ στα αδύνατα αντικείμενα προξενεί ανάλογα αποτελέσματα.

Την πεποίθηση αυτή την βρήκαμε στις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση 1, και την παρουσιάζουμε αναλυτικά στην ενότητα 3.1.Ίδια Ιδέα καταγράφει και ο Osborne σε μελέτη του με μαθητές στη Νέα Ζηλανδία.

3. Συσχετίζουν την έννοια της δύναμης με την αιτία μετακίνησης ή αλλαγής μορφής, επηρεασμένα από το σχολικό μάθημα χωρίς όμως ολοκληρωμένη άποψη.

Η παραπάνω Ιδέα καταγράφηκε στις απαντήσεις της ερώτησης 1.Το ποσοστό των παιδιών που κατείχε την αντίληψη αυτή ανέρχεται στην έρευνά μας σε 33,30%-(14/42) . Παρόμοια ιδέα έχει καταγραφεί επίσης σε έρευνα των Κώτσης Κ., Κολοβός Χ.

4. Σε κατάσταση κίνησης με σταθερή οριζόντια ταχύτητα, δεν αναγνωρίζουν την ύπαρξη βάρους- αντίδρασης και μηδενικής συνισταμένης δύναμης

Όλα τα παιδιά της έρευνάς μας διακατέχονταν από την αντίληψη αυτή , που καταγράφηκε στην ερώτηση 2 (κατ.1. πίν.6). Η ίδια ιδέα καταγράφεται και στο βιβλίο των Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών , επιμέλεια Π. Κόκκοτα



5. Συνδέουν την κίνηση με την ενέργεια μιας τουλάχιστον δύναμης .  
Όπως σημειώνεται στην ενότητα 3.2 ερώτηση 2 (πίν. 6 ) το 69%-(29/42) των παιδιών είχε την παραπάνω πεποίθηση. Η ίδια πεποίθηση παρουσιάζεται και στις περισσότερες ερωτήσεις της έρευνάς μας. Την ίδια Ιδέα βρήκαμε και στο βιβλίο Driver R., Guesne E., Tiberghien A., Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες .

6. Θεωρούν ότι αν υπάρχει κίνηση με οριζόντια σταθερή ταχύτητα ασκείται δύναμη που εφαρμόζεται στην κατεύθυνση κίνησης ή στο εσωτερικό του, που εισχωρεί δηλαδή κατά κάποιο τρόπο στο εσωτερικό του και συντηρεί την κίνηση .

Η άποψη αυτή καταγράφεται στην ενότητα 3.2 ερώτηση 2 (πιν.6) , όπου το 19%-(8/42) ασπάζεται την παραπάνω άποψη. Η ίδια ιδέα καταγράφεται και στο βιβλίο των Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών , επιμέλεια Π. Κόκκοτα

7. Σε κατάσταση κίνησης με σταθερή οριζόντια ταχύτητα θεωρούν ότι εφαρμόζεται δύναμη πάλι στην κατεύθυνση κίνησης ή στο εσωτερικό του και την αποδίδουν στην αιτία που έθεσε σε κίνηση το σώμα.

Ποσοστό 45,20%-(19/42) του συνόλου των παιδιών της έρευνάς μας πίστευε την παραπάνω Ιδέα , όπως αναλυτικά παρουσιάζεται στην ενότητα 3.2 ερώτηση 2 (πιν.6) . Ιδέα που παρουσιάζεται , επίσης , στο βιβλίο Driver R., Guesne E., Tiberghien A., Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες .

8. Σε κατάσταση κίνησης με σταθερή οριζόντια ταχύτητα θεωρούν ότι δεν ασκείται καμία δύναμη επειδή κινείται εύκολα και σε ευθεία και ότι η κίνηση συντηρείται, χωρίς να χρειάζεται δύναμη συνδεδεμένη με το «πρώτο αίτιο».

Ελάχιστα παιδιά ,όπως φαίνεται και στην ενότητα 3.2 ,ασπάζονται την πιο πάνω άποψη. Μόνο 9,60%-(4/42) του συνόλου των παιδιών δήλωσε αυτό.

9. Θεωρούν αν υπάρχει κίνηση με οριζόντια σταθερή ταχύτητα ότι ασκούνται δύο δυνάμεις στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση και που συντηρούνται η μία από το μέσο (μάρμαρο ή αέρας) και η άλλη από το «πρώτο αίτιο» (χέρι του Νίκου)



Και αυτή η πεποίθηση των παιδιών της έρευνάς μας προέκυψε από την αξιολόγηση της 2ης ερώτησης .Μόνο το 4,80%-(2/42) παρουσίασε την πεποίθηση αυτή . Πεποίθηση που καταγράφεται και στο βιβλίο των Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., Οικο-δομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών , επιμέλεια Π. Κόκκοτα

10. Χρησιμοποιούν γενικά κάποιο συμβολισμό για να παραστήσουν τη δύναμη με συνηθέστερο τα βελάκια.

Τον τρόπο που οι μαθητές της έρευνάς μας συμβολίζουν τις δυνάμεις παρουσιάζεται αναλυτικά στην ενότητα 3.3 . Εδώ παρουσιάζουμε συνοπτικά τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της 3<sup>ης</sup> ερώτησης . Αποτελέσματα που εν πολλοίς καταγράφονται στη βιβλιογραφία .

- Τα βελάκια δείχνουν την κατεύθυνση κίνησης και έχουν μέγεθος μικρό ή μεγάλο ανάλογο με το πώς φαντάζονται τη δύναμη μεγάλη ή μικρή.
- Αν χρησιμοποιούν αναπαραστάσεις για τη δύναμη σύμφωνες με το μοντέλο «ζωντανής» εσωτερικής δύναμης συνδεδεμένη με την κίνηση ζωγραφίζουν ένα βελάκι μέσα στον βόλο με κατεύθυνση ίδια με την κατεύθυνση κίνησης.
- Όσοι από τους μαθητές θεωρούν ότι στο κινούμενο σώμα ασκούνται 2 δυνάμεις, μία που συντηρεί την κίνηση και μία από το «πρώτο αίτιο» ζωγραφίζουν δύο βελάκια με κατεύθυνση την κατεύθυνση της κίνησης.
- Παιδιά που συνδέουν τη δύναμη με το πρώτο αίτιο της κίνησης, εδώ το χέρι του Νίκου, ζωγραφίζουν και ένα σχέδιο που παριστά το πρώτο αίτιο εδώ το χέρι. Το «χέρι του Νίκου», όπως το ονόμαζαν μπροστά από το βόλο για να συμβολίσουν τη δύναμη του «πρώτου αιτίου».
- Υπάρχουν μαθητές που σχεδιάζουν «βελάκια» κυκλικά του βόλου, ταυτίζοντας τη δύναμη με την περιστροφική κίνηση του βόλου.
- Άλλοι μαθητές πάλι σχεδιάζουν «βελάκια» που δεν έχουν σχέση με την κατεύθυνση της κίνησης αλλά με την κατεύθυνση δράσης του «πρώτου αιτίου»

11. Φαίνεται ότι οι μαθητές δεν κατανοούν τη δύναμη στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης των υλικών σωμάτων. Η Νευτώνεια αντιμετώπιση της δύναμης ως μέτρου της αλληλεπίδρασης των σωμάτων απέχει από τις αναπαραστάσεις των παιδιών.





Το συμπέρασμα αυτό καταγράφεται στην ενότητα 3.4 της έρευνάς μας , παρουσιάζεται όμως ξεκάθαρα και σε όλες τις υπόλοιπες ερωτήσεις . Συμπέρασμα που κατέληξαν και πολλές άλλες έρευνες ,όπως έχουμε αναφέρει ήδη στην ενότητα 1.1

12. Η δύναμη είναι μια ιδιότητα που τα σώματα « έχουν», «δίνουν» ή «αποκτούν».

Η μεγάλη πλειοψηφία των παιδιών της έρευνάς μας διακατέχεται από την παραπάνω αντίληψη . Αντίληψη που καταγράφηκε αρχικά στην 4<sup>η</sup> ερώτηση και αναλύουμε λεπτομερέστερα στην ενότητα 3.4 (ερ.4 -πιν.7).Η ίδια αντίληψη παρουσιάζεται και σε άλλες έρευνες όπως αναφέρεται και στο βιβλίο των Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., Οικο-δομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών , επιμέλεια Π. Κόκκοτα

13. Όταν ένα κινούμενο σώμα αλλάζει πορεία κίνησης, του ασκείται μια επιπλέον δύναμη από το σώμα που το εξέτρεψε .

Η εναλλακτική αυτή άποψη προέκυψε από την αξιολόγηση των απαντήσεων της 4<sup>ης</sup> ερώτησης και παρουσιάζεται ολοκληρωμένα στην ενότητα 3.4 (ερ.4 - πιν.7).

14. Όπου δεν υπάρχει κίνηση, δεν ασκούνται δυνάμεις .

Όπως έχουμε καταγράψει ήδη στην ενότητα 1.1 πολλά παιδιά θεωρούν την ηρεμία ενός αντικείμενου ως μια «φυσική» κατάσταση, όπου δεν επιδρά καμία δύναμη πάνω στο αντικείμενο. Η άποψη αυτή φάνηκε στην ερώτηση 3 και 5 της έρευνάς μας.

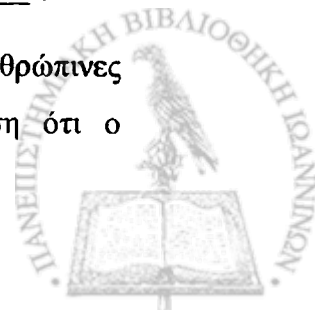
15. Η δύναμη η οποία δρα σε ένα σώμα είναι ανάλογη της ταχύτητας που προσδίδει σε αυτό.

Η πεποίθηση αυτή προκύπτει από την εξήγηση που δίνουν τα παιδιά στην εκτροπή του βόλου από την ξύστρα στην ερώτηση 4. Τα παιδιά θεωρούν ότι όσο ταχύτερα και μακρύτερα εκτρέπεται ο βόλος από την ξύστρα, τόσο ισχυρότερη δύναμη του ασκείται . Ίδια πεποίθηση καταγράφεται και στο βιβλίο Κουλαϊδής Β., Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου .

16. Σε σώματα που αλληλεπιδρούν οι δυνάμεις που ασκούνται δεν ασκούνται ταυτόχρονα και δεν είναι ισόμετρες. Άλλοτε ασκείται πρώτη και με μεγαλύτερο μέγεθος η δύναμη του ταχύτερου κινούμενου σώματος και άλλοτε του μεγαλύτερου και σταθερότερου σώματος.

Η εναλλακτική αυτή άποψη προέκυψε από τις απαντήσεις των παιδιών στην 5<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> ερώτηση και την παρουσιάζουμε αναλυτικά στην ενότητα 3.6. Παρόμοια άποψη παρουσιάζεται και ο Αντωνίου Α., <http://users.att.sch.gr/antoniou> .

17. Οι μαθητές συνδέουν την άσκηση δύναμης με τις ανθρώπινες δραστηριότητες, τις μυϊκές δυνάμεις. Έχουν την πεποίθηση ότι ο



ανθρώπινος οργανισμός έχει κατέχει δύναμη την οποία και εύκολα ασκεί.

Την παραπάνω αντίληψη βρήκαμε τόσο στην ερώτηση 1η ,όπως την περιγράφουμε στο 1<sup>ο</sup> συμπέρασμά μας , όσο και στην 7<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup> ερώτηση. Αντίληψη που έχει καταγραφεί επίσης σε έρευνα των Κώτσης Κ., Κολοβός Χ.

18. Αν και στη φύση οι δυνάμεις εμφανίζονται κατά ζεύγη , οι μαθητές μας φαίνεται να το αγνοούν. Η ύπαρξη της αντίδρασης γενικά δεν αναγνωρίζεται.

Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από την αξιολόγηση της 8<sup>ης</sup> ερώτησης και το παρουσιάζουμε αναλυτικά στην ενότητα 3.8.Συμπέρασμα που καταγράφεται και στο βιβλίο Driver R., Guesne E., Tiberghien A., Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες .

19. Οι μαθητές αναγνωρίζουν τη δράση των μαγνητών παρ' όλα αυτά δεν μπορούν να εξηγήσουν την άσκηση μαγνητικής δύναμης από το μαγνήτη σε σιδερένια αντικείμενα χρησιμοποιώντας εξηγήσεις σύμφωνες με τη σχολική τους επιστήμη.

Όπως φαίνεται και στην ενότητα 3.9 (ερ.9 πιν. 13) όλοι οι μαθητές έχουν εμπειρίες με τους μαγνήτες , αδυνατούν όμως να ερμηνεύσουν τη δράση τους. Ίδιο συμπέρασμα καταγράφει και ο Αντωνίου Α.<http://users.att.sch.gr/antoniou>

20. Κάποιοι θεωρούν ότι ο μαγνήτης εκτρέπει τα σιδερένια αντικείμενα όχι γιατί τους ασκεί κάποια δύναμη αλλά γιατί απλά έχει την ιδιότητα να τραβάει τα πράγματα, να τα γυρίζει, να τους αλλάζει πορεία.

Ποσοστό 9,50%-(4/42) από τα παιδιά της έρευνάς μας διακατέχεται από την παραπάνω άποψη όπως αναλυτικά σημειώνεται στην ερώτηση 9 (πιν.13). ).Η ίδια αντίληψη παρουσιάζεται και σε άλλες έρευνες όπως αναφέρεται και στο βιβλίο των Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών , επιμέλεια Π. Κόκκοτα

21. Άλλοι θεωρούν ότι ο μαγνήτης εκτρέπει τα σιδερένια αντικείμενα ασκώντας του δύναμη και υιοθετώντας την αντίληψη μιας αόρατης δύναμης που δρα από απόσταση και έχει τη δυνατότητα να τραβά τα σιδερένια αντικείμενα.



Η εναλλακτική αυτή άποψη καταγράφεται στην ενότητα 3.9 (ερ.9-πιν.13), όπου η συντριπτική πλειοψηφία των παιδιών, ποσοστό 73,80%-(31/42) ,την ασπάζεται .

22. Κανένας μαθητής δεν αντιλαμβάνεται την άσκηση της τριβής σύμφωνα με τη σχολική επιστήμη , που διδάσκεται.

23. Η τριβή «κάνει» αυτό κι εκείνο, σαν να ήταν κάποιο αντικείμενο .

24. Πολλά παιδιά θεωρούν ότι κατά την κίνηση του βόλου στη μοκέτα , στο βόλο ασκούνται δύο ομάδες δυνάμεων. Η μία η «κινητική» ομάδα, που περιλαμβάνει από μία έως και τέσσερις δυνάμεις, και κινεί το βόλο και η δεύτερη η «ελκυστική» ή η «σταματική» που σταματάει σιγά-σιγά το βόλο.

25. Οι μαγνητικές δυνάμεις ασκούνται για λίγο, ίσα να του αλλάξουν πορεία.

Οι εναλλακτικές απόψεις 22,23,24 και 25 προκύπτουν από την αξιολόγηση της 10<sup>ης</sup> ερώτησης και καταγράφονται αναλυτικά στην ενότητα 3.10. Παρόμοιες αντιλήψεις καταγράφονται και στο βιβλίο των Driver R., Guesne E., Tiberghien A., Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες .

26. Σε σταματημένο σώμα δεν ασκείται καμιά δύναμη.

Το 85,70%-(36/42) , όπως καταγράφεται στην ενότητα 3.11 (ερ.11-πιν 15) , ασπάζεται την παραπάνω άποψη. Άποψη που καταγράφεται και στις ερωτήσεις 5 και 4 της έρευνάς μας με ανάλογα ποσοστά αποδοχής εκ μέρους των παιδιών.

27. Οι μαθητές αποδίδουν την κατακόρυφη προς τα πάνω κίνηση του βόλου στη δύναμη που θέτει αρχικά σε κίνηση το βόλο. Εδώ στη δύναμη του «χεριού της Ελένης» .Και που συνεχίζει να το διατηρεί κινούμενο.

28. Όταν μια μπάλα πετάγεται ψηλά, κατά τη διαδρομή της προς τα πάνω δεν επιδρά καμία βαρυτική δύναμη.

29. Μια δύναμη που εφαρμόζεται, για παράδειγμα από ένα χέρι, δρα σε ένα σώμα ακόμη και όταν φεύγει από το χέρι.

30. Ένα κινούμενο αντικείμενο έχει μέσα του μια δύναμη, η οποία το διατηρεί σε κίνηση

31. Όταν μια μπάλα πετάγεται ψηλά, στο υψηλότερο σημείο της διαδρομής δεν επιδρά καμία βαρυτική δύναμη.

Οι παραπάνω ιδέες 27,28,29,30 και 31 προέκυψαν από την αξιολόγηση της 12<sup>ης</sup> ερώτησης , καταγράφονται αναλυτικά στην ενότητα 3.12 και είναι ίδιες με



πολλές άλλες έρευνες όπως αναφέρεται και στο βιβλίο των Driver R., Guesne E., Tiberghien A., Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες .

32. Η βαρυτική δύναμη δρα πάνω στα σώματα μόνο όταν αυτά πέφτουν.

33. Το βάρος ενός αντικειμένου δεν είναι η δύναμη της βαρύτητας.

34. Οι μαθητές θεωρούν ότι κατά την πτώση του βόλου , μετά από κατακόρυφη προς τα πάνω βολή , δεν ασκούνται σ' αυτόν δυνάμεις. Δεν αναγνωρίζουν καμία δύναμη ως υπαίτια για την πτώση του και φαίνεται να πιστεύουν ότι ο βόλος πέφτει φυσιολογικά από μόνος του.

Χαρακτηριστικά αναφέρουν «πέφτει μόνος του», «δεν μπορεί να αντέξει Πάνω στον αέρα», «πέφτει στη φυσική του θέση», «δεν έχει άλλη δύναμη».

35. Κάποιοι θεωρούν ότι ο βόλος , μετά από κατακόρυφη προς τα πάνω βολή , κατεβαίνει, είτε γιατί άλλαξε φορά η αρχική δύναμη που τον έβαλε , είτε γιατί ενυπάρχει μέσα του μια δύναμη που το ρίχνει, είτε τέλος η δύναμη της βαρύτητας που το ρίχνει ή η δύναμη της γης που το τραβάει.

36. Μερικά παιδιά φαίνεται να συνδέουν τη δύναμη της βαρύτητας με τον αέρα.

37. Αναφέρουν το βάρος ως δύναμη αλλά φαίνεται να πιστεύουν ότι αυτό είναι ιδιότητα του βόλου που προκαλεί την πτώση του και πολλές φορές το διαφοροποιούν από τη δύναμη της βαρύτητας.

38. Πιστεύουν ότι το βάρος κινεί τα σώματα προς τα κάτω με ταχύτητα ανάλογη με το μέγεθός τους. Όσο πιο μεγάλο είναι τόσο πιο πολύ ταχύτητα «βάζει» αναφέρουν χαρακτηριστικά.

Οι πιο πάνω εναλλακτικές απόψεις 32,33,34,35,36,37 και 38 προέκυψαν από την αξιολόγηση της 13ης ερώτησης και δίνονται αναλυτικά στην ενότητα 3.13.

Παρόμοιες ιδέες έχουν βρεθεί και σε πολλές άλλες έρευνες όπως αναφέρεται και στο βιβλίο των Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V.,

Οικο-δομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών , επιμέλεια Π. Κόκκοτα

39. Θεωρούν τη δύναμη ως ιδιότητα του σώματος που για μικρό ποσοστό συνεχίζει να υπάρχει και μετά το τέλος της κίνησης, ενώ για το μεγαλύτερο ποσοστό παύει να υφίσταται μετά το τέλος της κίνησης.

40. Σε συνθήκες ισορροπίας αγνοούν την ύπαρξη του βάρους και της αντίδρασης.



Οι ιδέες 39 και 40 καταγράφηκαν στις απαντήσεις της 14ης ερώτησης και δίνονται αναλυτικά στην ενότητα 3.14. Παρόμοιες ιδέες με την 39 έχουν καταγραφεί και στην ενότητα 3.4 , ενώ ίδια ιδέα με την 40 συναντήσαμε στις ενότητες 3.5 και 3.11.

Από όλα τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η συγκεκριμένη ομάδα μαθητών διαθέτει Ιδέες για την έννοια της δύναμης ίδιες μ'αυτές της βιβλιογραφίας.

Διαφοροποιούνται ,όμως, στο ότι η ομάδα των παιδιών της έρευνάς μας δεν εμφάνισε καμία αντίληψη σύμφωνη με τη νευτώνεια λογική ,ενώ στα υπόλοιπα παιδιά ,σύμφωνα με τη βιβλιογραφία , εμφανίζεται η νευτώνεια ερμηνεία.

Θεωρούμε , λοιπόν , πως με τη μεθοδολογική μας προσέγγιση καταγράψαμε τις εναλλακτικές Ιδέες των παιδιών αυτών για την έννοια της δύναμης.

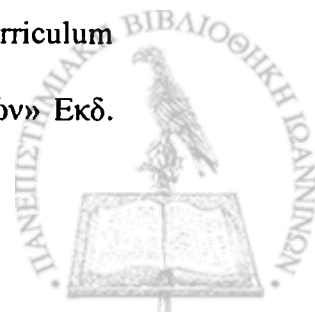
Τίθεται όμως το ερώτημα αν και πώς οι Ιδέες αυτές από τη συγκεκριμένη ομάδα μαθητών τροποποιούνται και γίνονται σύμφωνες με τη σχολική επιστήμη των Φ.Ε .

Ερώτημα που αποτελεί και την πρότασή μας για περαιτέρω διερεύνηση του Θέματός μας.



## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγαλιώτης Ιωάννης:** Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά. Ελληνικά Γράμματα. Αθήνα 2000.
- Αλιμήσης Δημήτριος (1993):** Η Σύγχρονη έρευνα για τις δυσκολίες των μαθητών στη Φυσική. Πρακτικά Επιμορφωτικού Σεμιναρίου Καθηγητών Φυσικών, Καλαμάτα – Σπάρτη, Μάιος 1993.
- Αντωνίου Α.,** <http://users.att.sch.gr/antoniou>
- Αριστοτέλους, Φυσική Ακρόασις (τα φυσικά) (1992)** Μετ. Κ.Δ. Γεωργούλη, Εκδόσεις Παπαδήμα, Αθήνα 1992.
- ARONS, B.A. (1992)** Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής, Ελληνική Μετάφραση Αν. Βαλαδάκης. Εκδ. Τροχαλία, Αθήνα
- Ausubel D. (1968).** Educational Psychology New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bacon Francis (1984):** Novum Organum, Μετάφρασις στα Ισπανικά από τον Cristobal Litran. Εκδόσεις SARPE, 1984.
- Baxter J. (1991).** A constructivist approach to astronomy in the National Curriculum Phys. Educ. 26
- Bernal, J.D.: (1982).** Η επιστήμη στην Ιστορία. Μετ. Ε.Ι. Μπιτσάκης. Εκδ. «Ι. Ζαχαρόπουλος», Αθήνα 1982.
- Βλάχος Ι. (2004).** Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της Εποικοδόμησης. Εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα.
- Clement J. (1982).** Student's preconceptions in introductory mechanics, American Journal of Physics, 50 (1), January.
- Cosgrove, M. and Osborne R. (1980)** Physical change, LISP Working Paper 26, Science Education Research Unit, University of Waikato. Hamilton, New Zealand.
- Drake Stillman (1993)** Γαλιλαίος Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Driver R. (1989).**The Construction of scientific knowledge in school classrooms. In R. Millar (Ed) Doing sciences: Images of science in science Education (pp 83-106). London: Falmer Press
- Driver R. and Bell B. (1986).** Student's thinking and the learning of Science. A constructivist view school Science Review, 67
- Driver R and Easley J. (1978)** Pupils and paradigms: A review of the literature related to concept development in adolescent science, students. Studies in Science Education, 5.
- DRIVER R and ERICKON G. (1983).** Theories – in – action: some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. Studies in Science Education, 10.
- Driver R. and Oldham V. (1986):** A constructivist approach to curriculum development in science. Studies in science Education, 13.
- Driver R. et. Al (2000).** «Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών» Εκδ. Τυπωθήτω Αθήνα



- Driver R., Guesne E, Timberghien A (1985/1993).** Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες (ελληνική μετάφραση). Τροχαλία- Ε.Ε.Φ., Αθήνα
- Fensham P (1989).** How to Assist Science Teachers to Teach Constructively στο Adolescent Development and School Science, Adey P., Bliss J, Head J, Shayer M (Eds). The Falmer Press
- Feyerabend P (1991).** Εναντία στη Μέθοδο (μετάφραση Γρ. Καυκαλάς, Γ. Γκουνταρούλης), Εκδόσεις «Σύγχρονα θέματα», Αθήνα
- Gilbert J.K., Osborne R.J and Fensham P.J (1982).** Children's science and its consequences for teaching. Science Education, 66 (4).
- GILBERT, J.K. and WATT, D.M. (1983)** Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education, studies in Science Education, 10.
- GLASERFELD, Von E. (1989)** Learning as a constructive activity. In "Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies" Eds.
- R. Duit et al** Proceeding of an International Workshop, Kiel 1992
- Harman M.P (1993)** Ενέργεια Δύναμη και Ύλη. Η εννοιολογική εξέλιξη της φυσικής του 19ου αιώνα. Επιστημονική επιμέλεια Κ.Γαβρόγλου, Μετ. Τ. Τσιαντούλας, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Καριώτογλου Π. (2006).** Παιδαγωγική Γνώση περιεχομένου Φυσικών Επιστημών. Εκδόσεις Γράφημα Θεσσαλονίκη
- Kelly G.A(1955)** The psychology of personal constructs. New York: Norton.
- Κόκκοτας Π. (2001).** Διδακτική των φυσικών επιστημών. Εκδ. Γρηγόρης, Αθήνα
- Κουλαϊδής Β.,** Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου, *Γνωστική, επιστημολογική και διδακτική προσέγγιση.* Αθήνα, εκδόσεις: Gutenberg, 1994, σελ. 268-282
- Κουλαϊδής Β. (2002)** Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου Gutenberg Αθήνα
- Κώτσης, Κ. (2005),** Διδασκαλία της Φυσικής και Πείραμα, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.
- Κώτσης Κ., Κολοβός Χ.,** Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό στην έννοια της δύναμης, 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Ρέθυμνο, 2002
- Losee J. (1990)** Φιλοσοφία της Επιστήμης, Εκδόσεις Βάνιας.
- Ματσαγγούρας Η. (2000).** Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας Α', Β' Εκδ. Gutenberg.
- Miller Bonnie:** Χτίζοντας καλύτερη σχέση με τα παιδιά στην τάξη. Εγχειρίδιο για εκπαιδευτικούς. Κέντρο UNESCO, Θεσσαλονίκη 2002.
- N.C.T.M. :** The slow learner in mathematics. Thirty-fifth Yearbook. Reston Vi. 1972.
- Nussbaum J and Novak J (1976)** An Assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. Science Education, 60 (4).
- Ο.Ε.Δ.Β., (2007), Φυσική Β' Γυμνασίου,** ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- Ο.Ε.Β.Δ, (2002), Φυσική Γ' Γυμνασίου,** ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- Ο.Ε.Δ.Β, (1998), Ερευνώ το φυσικό κόσμο, Ε' τάξη** ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- ΟΕΔΒ, (2001), Ερευνώ και ανακαλύπτω, Στ' τάξη,** ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- Osborne F.J. (1996)** Beyond Constructivism, Science Education 80, (1).
- Osborne R., Freybery P (Eds) (1985)** Learning in Science the implications of children's science Heinemann.
- Παντελιάδου Σουζάνα:** Μαθησιακές Δυσκολίες και Εκπαιδευτική Πράξη. Ελληνικά Γράμματα. Αθήνα 2000
- Πάρκερ Στήβεν (1992)** Ο Γαλιλαίος και το Σύμπαν, Εκδ. Άμμος
- Peters, P.C. (1982)** Even honours graduates have conceptual difficulties with physics. American Journal of physics 50 (6).
- Piaget J. (1969).** Ψυχολογία και Παιδαγωγική Μετ. Ανθουλιάς, Εκδ. Λιβάνης.



- Piaget J (1972)** Επιστημολογία των Επιστημών του ανθρώπου. Μετ. Χατζηδάκη. Εκδ. Ράππα. Αθήνα.
- Piaget J. (1974):** Το μέλλον της εκπαίδευσης. Εκδ. Υποδομή
- Ραβάνης Κ. (2002).** Από τη διδακτική στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: Εμπόδια και προοπτικές στην Ελλάδα. Στο Π. Κόκκοτας, Ι.Βλάχος, Π. Πήγιουρας και Α. Πλακίτση (Επιμ.), «Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην κοινωνία της πληροφορίας». Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου, Αθήνα 18-21 Απριλίου 2002.
- Ραβάνης Κ. (1999).** Οι φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση, Τυπωθήτω-Δαρδάνος
- Ραβάνης Κ. (2003).** Δραστηριότητες για το Νηπιαγωγείο από τον Κόσμο της Φυσικής. Εκδόσεις Δίπτυχο, Αθήνα
- Sally Smith, No Easy Answers: The Learning Disabled Child at Home and at the School.** 1995 LDA Newsbriefs, Μάιος / Ιούνιος 1996
- Shipstone, D.M. (1984).** A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits European Journal Science Education 6 (2). Sally Smith, *No Easy Answers: The Learning Disabled Child at Home and at the School*, 1995
- Τσαγλιώτης Ν.,** Πτυχές της εννοιολογικής αλλαγής σε παιδιά της Ε΄ Δημοτικού: Η έννοια της δύναμης τριβής, 1<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Θεσσαλονίκη, 1999.
- Unesco (1988/1985):** Οδηγός του Εκπαιδευτικού για τη διδασκαλία των φυσικών Επιστημών, «Εκπαιδευτικά θέματα», Αθήνα
- Viennot, L (1985).** Analyzing students reasoning: Tendencies in interpretation. American Journal Physics, 53 (5).
- Vosniadou, S. and Brewer, W. F. (1992)** Mental Mudes of the Earth: A study of Conceptual Change in childhood, Cognitive Psychology.
- Vygotsky, L (1998).** Νους και κοινωνία, (επιμ.) Στ.Βοσνιάδου, Gutenberg, Αθήνα.
- Χατζηγεωργίου Ι (1998).** Η φυσική μέσα από τα μάτια του μικρού παιδιού. Αθήνα Γρηγόρης
- Χατζηγεωργίου Ι. (2004).** Αναλυτικά Προγράμματα: Προβλήματα και Προοπτικές. Στο Γ. Μπαγάκης (Επιμ.) «Ο εκπαιδευτικός και το Αναλυτικό Πρόγραμμα» Αθήνα: Μεταίχμιο
- Ψύλλος Δ. (1998).** Όψεις της έρευνας στη διδακτική των φυσικών επιστημών. Στο Π. Κουμαράς, Π. Καριώτογλου, Β. Τσελφές και Δ. Ψύλλος (Επιμ.) Πρακτικά Α΄ Πανελληνίου Συνεδρίου.
- Ψύλλος Δ. (2001)** Ερευνητές και έρευνα στη διδακτική των φυσικών επιστημών. Στο Π. Κόκκοτας και Ι. Βλάχος (Επιμ.) «Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στις αρχές του 21ου αιώνα: Προβλήματα και προοπτικές. Αθήνα –Γρηγόρης.
- Φλουρής Γ (1986):** Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας και η διαδικασία της μάθησης. Αθήνα-Γρηγόρης .

