



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

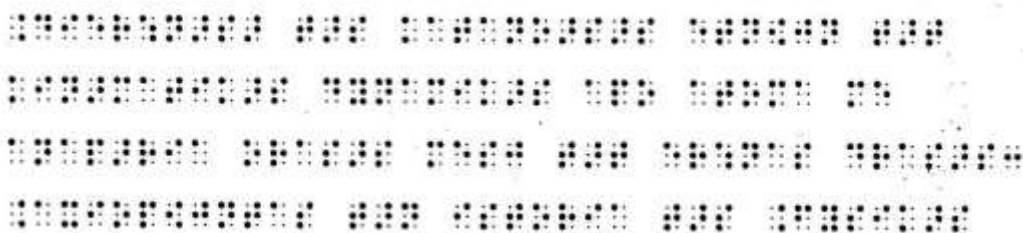
Διδακτορική Διατριβή

της

Μαλεζά Όλγας

με θέμα:

***Διερεύνηση της κατανόησης εννοιών της
κινηματικής/δυναμικής από άτομα με αναπηρία
όρασης μέσω της έρευνας δράσης: Αξιοποιώντας την
ιστορία της Φυσικής***



Επιβλέπων Καθηγητής: Αργυρόπουλος Βασίλειος, ΠΤΕΑ, ΠΘ

Το έργο συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση», στο πλαίσιο της Πράξης «Ενίσχυση του ανθρώπινου ερευνητικού δυναμικού μέσω της υλοποίησης διδακτορικής έρευνας» (MIS-5000432), που υλοποιεί το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ)



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

**Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση**
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Βόλος

2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

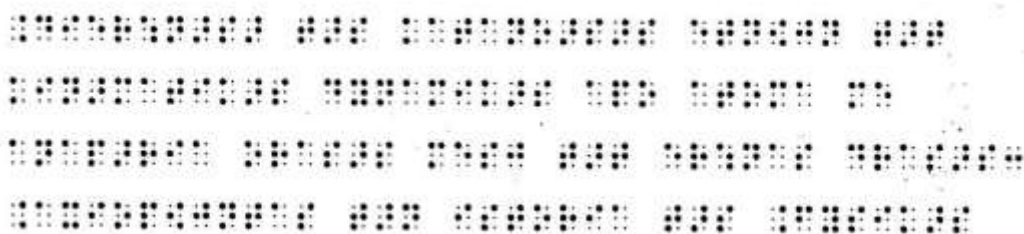
Διδακτορική Διατριβή

της

Μαλεζά Όλγας

με θέμα:

***Διερεύνηση της κατανόησης εννοιών της κινηματικής/δυναμικής από άτομα με
αναπηρία όρασης μέσω της έρευνας δράσης: Αξιοποιώντας την ιστορία της
Φυσικής***



ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ/ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ/ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Αργυρόπουλος Βασίλειος, ΠΤΕΑ, ΠΘ

Μέλη

Βαβουγιός Διονύσιος, ΤΦ, ΠΘ

Φιλιππάτου Διαμάντω, ΤΨ, ΕΚΠΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Αργυρόπουλος Βασίλειος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Βαβουγιός Διονύσιος, Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Φιλιππάτου Διαμάντω, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Ψυχολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ/ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ)

Αργυρόπουλος Βασίλειος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Βαβουγιός Διονύσιος, Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Φιλιππάτου Διαμάντω, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Ψυχολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Καραγιαννίδης Χαράλαμπος, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Παρασκευόπουλος Στέφανος, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Σταθοπούλου-Βασιλονικολού Χαρίκλεια, Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Καλογιαννάκης Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης.



Copyright © Μαλεζά Όλγα 2023 All rights reserved.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διδακτορικής διατριβής εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της διδακτορικής διατριβής για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας δεν δηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.

Υπεύθυνη Δήλωση Υποψήφιου Διδάκτορα

(Declaration of Doctoral Candidate)

Η παρούσα διατριβή υποβάλλεται προς συμπλήρωση των απαιτήσεων για απονομή Διδακτορικού Τίτλου του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Είναι προϊόν πρωτότυπης εργασίας αποκλειστικά δικής μου, εκτός των περιπτώσεων που ρητώς αναφέρονται μέσω βιβλιογραφικών αναφορών ή άλλων δηλώσεων.

Μαλεζά Όλγα

Υπογραφή

The present doctoral dissertation was submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy of the University of Thessaly. It is a product of original work of my own, unless otherwise mentioned through references, notes, or any other statements.

Μαλεζά Όλγα

Signature

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Έχοντας ολοκληρώσει την προσπάθεια αυτή, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι συνέβαλαν, ο καθένας με τον τρόπο του, στην υλοποίηση αυτής της εργασίας. Πρώτα ευχαριστώ τον Καθηγητή – σύμβουλό μου κύριο Αργυρόπουλο Βασίλειο, για την καθοδήγηση, τα εποικοδομητικά σχόλια, την υποστήριξη, την παρώθηση και γενικά για τη συνεργασία που είχαμε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Βαβουγιό Διονύσιο και την Καθηγήτρια κυρία Φιλιππάτου Διαμάντω για την πολύτιμη βοήθειά τους ως μέλη της τριμελούς επιτροπής. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Καθηγητή Καραγιαννίδη Χαράλαμπο, στον Καθηγητή Παρασκευόπουλο Στέφανο, στην Καθηγήτρια Σταθοπούλου-Βασιλονικολού Χαρίκλεια και στον Καθηγητή Καλογιαννάκη Μιχαήλ ως μέλη της επταμελούς επιτροπής .

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ και τον σύζυγό μου κύριο Ασημακόπουλο Γρηγόριο για την στήριξη όλα αυτά τα χρόνια.

Η βοήθεια και η υποστήριξη που έλαβα όλο αυτό το διάστημα ήταν πολύ μεγάλη και από πάρα πολλούς ανθρώπους ανά την Ελλάδα (μαθητές, φοιτητές, γονείς, συναδέλφους γενικής και ειδικής αγωγής και εκπαίδευσης, διευθυντές, δευτεροβάθμιες εκπαιδεύσεις, φορείς, πανεπιστήμια, φίλους και συγγενείς).. Θα ήταν αδύνατο να ολοκληρωθεί χωρίς αυτή την πολύτιμη βοήθεια. Αισθάνομαι πως αυτό το πόνημα δεν είναι αποκλειστικά δικό μου και ανήκει και σε όλους αυτούς τους ανθρώπους.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους.....

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) και συγκεκριμένα η φυσική αποτελεί ένα οργανωμένο σύστημα με βάση το οποίο οι μαθητές/τριες αποκτούν νέα γνώση για τη φύση και τον κόσμο. Η γνώση αυτή προέρχεται από την εφαρμογή συγκεκριμένων διαδικασιών που συγκροτούν τη λεγόμενη επιστημονική μέθοδο και με τη συνεχή έρευνα διαμορφώνουν ένα υπάρχων σώμα γνώσης για τον κόσμο μέσα από την ερευνητική προσπάθεια, η οποία ακολουθεί τις ερευνητικές διαδικασίες συνεχώς εμπλουτίζεται και υφίσταται τις απαραίτητες τροποποιήσεις ώστε να παρέχει πλαίσιο περιγραφής και ερμηνείας των φυσικών φαινομένων (Σταυρίδου, 2011; Papazafiri & Argyropoulos, 2018).

Στην περίπτωση των μαθητών/τριών με ειδικές ανάγκες και ειδικότερα μαθητών/τριών με Αναπηρία Όρασης (ΑΟ) μέσα από μια πληθώρα ερευνών (Hofstein & Lunetta, 2004· Καραόγλου και συν., 2010· Κώτσης, 2005· Ναούμ & Σταυρίδου, 2010· Πανταζή & Τσαπαρλής, 2011· Stavroussi et al., 2011· Papadopoulos, 2004· Σέρογλου & Κουμαράς, 2001· Τσιναρέλης, 2005 κ.α), έχει φανεί ότι υπάρχουν πολλές εννοιολογικές παρανοήσεις στις έννοιες της φυσικής και συγκεκριμένα στην κινηματική -δυναμική.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθεί η κατανόηση των εννοιών της κινηματικής και δυναμικής από μαθητές/τριες Λυκείου και Φοιτητές/τριες με ολική αναπηρία όρασης (ΑΟ) και να μελετηθεί η διαδικασία της κατανόησης των εννοιών αυτών μέσα από την αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής. Για τη συλλογή των ερευνητικών δεδομένων επιλέχθηκε η ποιοτική και η ποσοτική μέθοδος. Ως βασικά μεθοδολογικά εργαλεία επιλέχθηκε η Έρευνα Δράσης για την εμπειρική έρευνα. Στην Έρευνα Δράσης πήραν μέρος 35 άτομα (11 μαθητές/τριες και 24 φοιτητές/τριες με ΑΟ).

Από την έρευνα προέκυψε ότι η αδυναμία των μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ να κατανοούν έννοιες της φυσικής, έρχεται να καλυφθεί από τη διδασκαλία της φυσικής μέσα από την ιστορία της και τα πειράματα. Κάτι τέτοιο μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές/τριες με ΑΟ και στο μαθησιακό κομμάτι, με την καλύτερη κατανόηση των εννοιών της φυσικής αλλά και στο κομμάτι της αυτοεκτίμησής τους. Η ιστορία της φυσικής βοηθά μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν φυσικά φαινόμενα που σχετίζονται με τη δυναμική/κινηματική αλλά και

να τροποποιήσουν και να αντικαταστήσουν τις αρχικές εναλλακτικές ιδέες που μπορεί να έχουν με έννοιες επιστημονικά αποδεκτές, διαδικασία που χαρακτηρίζεται ως εννοιολογική αλλαγή. Για να υπάρξει όμως ο μετασχηματισμός αυτός χρειάζονται αρκετές επαναλήψεις των πειραμάτων και η βιωματική εμπλοκή των μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ.

Λέξεις κλειδιά: δύναμη, κίνηση, έννοιες φυσικής, εναλλακτικές ιδέες, εννοιολογική αλλαγή, ιστορία της φυσικής, νοητικά πειράματα, πραγματικά πειράματα, αυτοεκτίμηση, αναπηρία όρασης

ABSTRACT

Science and specifically physics is an organized system based on which students acquire new knowledge about nature and the world. This knowledge comes from the application of specific procedures that make up the so-called scientific method and with continuous research they form a body of knowledge that allows them to describe and interpret various natural phenomena (Stavridou, 2011· Papazafiri & Argyropoulos, 2018). It was found through a multitude of researches that students with special needs and especially students with vision disability experience many misunderstandings regarding notions in kinematics and dynamics (Bishop, 2000; Hofstein & Lunetta, 2004; Karaoglou et al., 2010; Kotsis, 2005; Naoum & Stavridou, 2010; Pantazi & Tsaparlis, 2011; Papalexopoulos et al., 2011). The purpose of this research is to investigate the understanding of the concepts of kinematics and dynamics by students with vision disability and to study the process of understanding these concepts through the use of the history of physics. Qualitative and quantitative methods were chosen for the collection of research data. The literature review for the theoretical part of the work and the action research method for the empirical research were chosen as the main methodological tools. In total, 35 people with vision disability took part in the Action Research project of the present work (11 secondary students and 24 tertiary students respectively). The research showed that the confusion and the obstacles that students with vision disability experienced towards this specific domain in Physics (i.e. kinematics-dynamics) were confronted successfully through the history of physics and relevant experiments. Based on the results of the present study, it can be argued that history of physics as well as the action research methodology may constitute an effective teaching method to facilitate blind students' understanding in physics consolidating at the same time their self-esteem. It was found that through the above procedure all students' alternative ideas started to change into the right ones; however, this transformation takes time, the teacher needs to repeat many times relevant experiments providing space and time to students with vision disability in order to become active agents in physics classes. It is highly important to stress out the significance of acquired experiential knowledge not only for students with vision disability but for all students as well.

Keywords: force, motion, physics concepts, alternative ideas, conceptual change
history of physics, thought experiments, real experiments, self-esteem, visual
impairment

Περιεχόμενα

Υπεύθυνη Δήλωση Υποψήφιου Διδάκτορα	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	15
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	18
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	21
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	22
Εισαγωγή.....	23
Α. Τοποθέτηση του προβλήματος.....	23
Β. Σκοπός και στόχοι της έρευνας.....	26
Γ. Ερευνητικά ερωτήματα.....	27
Δ. Σημαντικότητα της έρευνας.....	28
Ε. Δομή της εργασίας.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: Η ΑΝΑΠΗΡΙΑ ΟΡΑΣΗΣ.....	32
1.1 Άτομα με Αναπηρία Όρασης και ο τρόπος ταξινόμησής τους.....	32
1.2 Συχνότητα εμφάνισης της αναπηρίας όρασης.....	34
1.2.1 Επιπτώσεις τύφλωσης	35
1.3 Η Αυτοεκτίμηση ατόμων με αναπηρία όρασης.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ	39
2.1 Παιδαγωγικές θεωρίες μάθησης.....	39
2.1.1 Βασικές θεωρίες για τη μάθηση	40
2.2 Οι παρανοήσεις των μαθητών/τριών - φοιτητών και η εννοιολογική αλλαγή στο πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας	44
2.2.1 Οι παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών	47
2.2.2 Χαρακτηριστικά εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών και των φοιτητών.....	49
2.2.3 Η εννοιολογική αλλαγή στη μαθησιακή διαδικασία της φυσικής.....	51
2.2.4 Έρευνες που αφορούν την εννοιολογική αλλαγή των μαθητών/τριών και φοιτητών	56
2.2.5 Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών για τη δύναμη και την κίνηση	61
2.3 Η ιστορία της φυσικής στην εννοιολογική αλλαγή των μαθητών/τριών και των φοιτητών	65
2.3.1 Ο ρόλος του πειράματος στην πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης και στην επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής.....	69

2.3.2 Ο ρόλος των νοητικών πειραμάτων στη διαμόρφωση της Φυσικής και η σχέση τους με τα πραγματικά	71
2.3.3 Πραγματικά και Νοητικά Πειράματα: ομοιότητες και διαφορές	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ: ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΑΘΗΤΩΝ-ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΜΕ ΑΝΑΠΗΡΙΑ ΟΡΑΣΗΣ	74
3.1 Αντικείμενο της διδακτικής της Φυσικής.....	74
3.1.1 Η αναποτελεσματικότητα της παραδοσιακής διδασκαλίας της Φυσικής και τα προβλήματά της.....	76
3.1.2 Εποικοδομητική διδασκαλία: ένας αποτελεσματικός τρόπος διδασκαλίας της φυσικής	79
3.1.3 Μέθοδοι και τεχνικές εποικοδομητικής διδασκαλίας.....	82
3.2 Οι ιδιαιτερότητες της φυσικής για τους μαθητές και τους φοιτητές με αναπηρία όρασης και η ανάγκη για τη διαφοροποιημένη διδασκαλία της.....	84
3.2.1 Διδασκαλία φυσικής σε μαθητές και φοιτητές με αναπηρία όρασης μέσα από πειράματα	88
3.3 Σύνοψη αποτελεσμάτων βιβλιογραφικής επισκόπησης	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	93
4.1 Σκοπός και στόχοι της έρευνας	93
4.2 Μεθοδολογία της έρευνας.....	94
4.3 Δείγμα.....	95
4.4 Ερευνητικά Εργαλεία	96
4.4.1.1 Το ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ IV.....	98
4.4.1.2 Το ερωτηματολόγιο IBCM.....	100
4.4.1.3 Οι ημιδομημένες συνεντεύξεις	102
4.4.1.4 Το ερευνητικό ημερολόγιο	104
4.5 Ερευνητικός Σχεδιασμός – Έρευνα Δράσης	104
4.5.1 Σχεδιασμός πιλοτικής έρευνας	105
4.5.1.1 Ενέργειες προκαταρκτικών – πιλοτικών φάσεων της έρευνας.....	108
4.5.2 Σχεδιασμός Κύριας Έρευνας.....	109
4.6 Ανάλυση δεδομένων.....	113
4.7 Αξιοπιστία και εγκυρότητα της έρευνας	114
4.8 Δυσκολίες και περιορισμοί της έρευνας.....	116
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	120
5.1 Τροποποιήσεις εργαλείων	120
5.2 Αποτελέσματα	128

5.2.1 Αποτελέσματα IBCM.....	129
5.2.2 Αποτελέσματα ΠΑΤΕΜ IV.....	129
5.3 Αποτελέσματα συνεντεύξεων.....	130
5.4 Συμπεράσματα αποτελεσμάτων προκαταρκτικών πιλοτικών φάσεων της έρευνας.....	133
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΥΡΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΔΡΑΣΗΣ.....	134
1 ^ο ΣΤΑΔΙΟ ΚΥΡΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΑΧΙΑ (Αξιολόγηση και Χαρτογράφηση Ιδεών και Δυσκολιών)	134
6.1 Φάση 1: Ημιδομημένες συνεντεύξεις σε μαθητές/τριες, φοιτητές/τριες και καθηγητές.	134
6.2 Φάση 2: Χορήγηση Ερωτηματολογίου ΠΑΤΕΜ IV.....	139
6.2.1 Απαντήσεις συμμετεχόντων σε κάθε πρόβλημα και σε κάθε ερώτηση (IBCM).....	155
Πρόβλημα 1.....	155
Πρόβλημα 2.....	160
Πρόβλημα 3.....	163
Πρόβλημα 4.....	165
Πρόβλημα 5.....	167
Πρόβλημα 6.....	171
Πρόβλημα 7.....	177
Πρόβλημα 8.....	179
Πρόβλημα 9.....	183
Πρόβλημα 10.....	185
Πρόβλημα 11.....	188
Πρόβλημα 12.....	192
6.3 Σύνοψη αποτελεσμάτων 1 ^{ου} Σταδίου Κύριας Έρευνας (ΑΧΙΑ - Αξιολόγηση και Χαρτογράφηση Ιδεών και Δυσκολιών).....	216
2 ^ο ΣΤΑΔΙΟ ΚΥΡΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΚΕΦ-ΕΔ (Κύρια Ερευνητική Φάση- Έρευνα Δράση) ...	218
6.4 Πρώτος Κύκλος Έρευνας Δράσης.....	218
6.4.1 Σχεδιασμός.....	220
6.4.2 Οργάνωση και Δράση.....	232
6.4.3 Αναστοχασμός-αξιολογήσεις.....	239
6.5 Δεύτερος Κύκλος Έρευνας Δράσης.....	243
6.5.1 Σχεδιασμός.....	244
6.5.2 Οργάνωση και Δράση.....	261
6.5.3 Αναστοχασμός- αξιολογήσεις.....	269
6.7 Σύνοψη 2 ^{ου} Σταδίου Κύριας Έρευνας: ΚΕΦ-ΕΔ (Κύρια Ερευνητική Φάση- Έρευνα Δράση).....	271
3 ^ο ΣΤΑΔΙΟ ΚΥΡΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΑΕΠ (Αξιολόγηση Εκπαιδευτικών Παρεμβάσεων).....	273
6.8 Ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ.....	273

6.9 Ερωτηματολόγιο IBCM	278
6.10 Αναστοχασμός.....	280
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	282
7.1 Συμπεράσματα.....	282
7.2 Συζήτηση με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα	288
7.3 Περιορισμοί και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	293
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	295
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	316
Παράρτημα 1	316
Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο Βασικών Εννοιών της Μηχανικής Inventory of Basic Conceptions in Mechanics (IBCM) (Halloun)	316
Παράρτημα 2	340
Παράρτημα 3	363
Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο PATEM IV	363
Παράρτημα 4.....	369
Απαντήσεις στο PATEM IV μαθητών/τριών με ΑΟ και φοιτητών με ΑΟ ανά φύλο, εκπαιδευτική βαθμίδα και απώλεια όρασης.....	369
Παράρτημα 5	381
1 ^η Ιστορία για τη Φάση Προσανατολισμού.....	381
Παράρτημα 6.....	383
2 ^η Ιστορία για τη Φάση Προσανατολισμού.....	383
Παράρτημα 7	386
Συνεντεύξεις.....	386
Συνεντεύξεις καθηγητών γενικής - ειδικής αγωγής	386
Συνεντεύξεις	388
Συνεντεύξεις Φοιτητών	389

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Εναλλακτικές - μη επιστημονικές ιδέες των μαθητών για τη δυναμική - κινηματική	62
Πίνακας 2:Βαθμολόγηση του διαφοροποιημένου ΠΑΤΕΜ IV (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018).....	140
Πίνακας 3: Έλεγχος κανονικότητας και ομοσκεδαστικότητας του βαθμού αυτοεκτίμησης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)	142
Πίνακας 4: Βαθμός αυτοεκτίμησης του συνολικού πληθυσμού δείγματος, ανά φύλο και ανά εκπαιδευτική βαθμίδα του συμμετέχοντα (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018).....	142
Πίνακας 5: Βαθμός αυτοεκτίμησης του συνολικού πληθυσμού, ανά χρονολογικής απώλειας όρασης του συμμετέχοντα (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)	143
Πίνακας 6: Απαντήσεις συμμετεχόντων/ουσών στο ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018).....	144
Πίνακας 7: Απαντήσεις των συμμετεχόντων/ουσων ανά φύλο (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018).....	145
Πίνακας 8: Απαντήσεις ανά χρονολογικής απώλειας όρασης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018).....	147
Πίνακας 9: Εναλλακτικές ιδέες μαθητών και φοιτητών με Α.Ο. μέσα από το IBCM (έτος χορήγησης 2018)	151
Πίνακας 10: Η συχνότητα των απαντήσεων των μαθητών/τριών και φοιτητών με Α.Ο. μέσα από το IBCM (έτος χορήγησης 2018)	152
Πίνακας 11: Αντιστοίχιση εναλλακτικών ιδεών του IBCM με απαντήσεις συμμετεχόντων και φοιτητών με Α.Ο. (έτος χορήγησης 2018)	153

Πίνακας 12: Συχνότητα εναλλακτικών ιδεών μαθητών και φοιτητών με Α.Ο. μέσα από το IBCM (έτος χορήγησης 2018).....	153
Πίνακας 13: Απαντήσεις συμμετεχόντων ανά χρονολογική απώλεια όρασης.	197
Πίνακας 14: Κωδικοποιημένη παρουσίαση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών για τη δύναμη και την κίνηση	218
Πίνακας 15: Βαθμολόγηση του διαφοροποιημένου ΠΑΤΕΜ IV (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2021)	274
Πίνακας 16: Έλεγχος κανονικότητας και ομοσκεδαστικότητας του βαθμού αυτοεκτίμησης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2021)	275
Πίνακας 17: Βαθμός αυτοεκτίμησης του συνολικού πληθυσμού δείγματος, ανά φύλο και ανά εκπαιδευτική βαθμίδα του συμμετέχοντα (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018).....	276
Πίνακας 18: Βαθμός αυτοεκτίμησης του συνολικού πληθυσμού, ανά χρονολογικής απώλειας όρασης του συμμετέχοντα (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)	276
Πίνακας 19: Απαντήσεις συμμετεχόντων/ουσών στο ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2021).....	277
Πίνακας 20: Η συχνότητα των απαντήσεων των μαθητών/τριών και φοιτητών με Α.Ο. μέσα από το IBCM (έτος χορήγησης 2021)	279
Πίνακας 21 : Αντιστοίχιση εναλλακτικών ιδεών του IBCM με απαντήσεις συμμετεχόντων και φοιτητών με Α.Ο. (έτος χορήγησης 2018)	279
Πίνακας 22: Απαντήσεις συμμετεχόντων στο IBCM ανά φύλο.....	340
Πίνακας 23: Απαντήσεις συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης	372
Πίνακας 24 Απαντήσεις ανά φύλο.....	374

Πίνακας 25: Απαντήσεις ανά βαθμίδα εκπαίδευσης	376
Πίνακας 26: Απαντήσεις ανά χρονολογικής απώλειας όρασης.....	378

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Παράγοντες που επηρεάζουν ή διαμορφώνουν τις ιδέες των ατόμων	49
Εικόνα 2: Εκτύπωση σε μικροκαψουλικό χαρτί στο μηχάνημα riaf.....	124
Εικόνα 3: Εκτύπωση σε μικροκαψουλικό χαρτί στο μηχάνημα riaf.....	124
Εικόνα 4: Απτική μορφή ερωτηματολόγιο IBCM.....	125
Εικόνα 5: Απτική μορφή ερωτηματολόγιο IBCM.....	126
Εικόνα 6: Απτική μορφή ερωτηματολόγιο IBCM.....	126
Εικόνα 7: Διαδικασία μετατροπής σε απτική μορφή του ερωτηματολόγιου IBCM .	127
Εικόνα 8: Ερώτηση 1 του IBCM.....	157
Εικόνα 9 Ερώτηση 2 του IBCM.	158
Εικόνα 10 Ερώτηση 3 του IBCM.	159
Εικόνα 11: Ερώτηση 4 του IBCM.....	159
Εικόνα 12 Ερώτηση 5 του IBCM.	162
Εικόνα 13 Ερώτηση 6 του IBCM.	163
Εικόνα 14 Ερώτηση 7 του IBCM.	165
Εικόνα 15 Ερώτηση 8 του IBCM.	167
Εικόνα 16.....	169
Εικόνα 17 Ερώτηση 10 του IBCM.	170
Εικόνα 18 Ερώτηση 11 του IBCM.	171
Εικόνα 19 Ερώτηση 12 του IBCM.	174
Εικόνα 20 Ερώτηση 13 του IBCM.	174
Εικόνα 21 Ερώτηση 14 του IBCM.	175
Εικόνα 22 Ερώτηση 15 του IBCM.	176
Εικόνα 23 Ερώτηση 16 του IBCM.	179
Εικόνα 24 Ερώτηση 17 του IBCM.	181

Εικόνα 25 Ερώτηση 18 του IBCM.	181
Εικόνα 26 Ερώτηση 19 του IBCM.	182
Εικόνα 27 Ερώτηση 20 του IBCM.	185
Εικόνα 28 Ερώτηση 21 του IBCM.	187
Εικόνα 29 Ερώτηση 22 του IBCM.	188
Εικόνα 30 Ερώτηση 23 του IBCM.	190
Εικόνα 31 Ερώτηση 24 του IBCM.	190
Εικόνα 32 Ερώτηση 25 του IBCM.	191
Εικόνα 33 Ερώτηση 26 του IBCM.	193
Εικόνα 34 Ερώτηση 27 του IBCM.	194
Εικόνα 35 Ερώτηση 28 του IBCM.	195
Εικόνα 36:: Ακουστική ζυγαριά, διάφορα βάρη, διάφορα σφαιρίδια, απτικό δυναμόμετρο (πλαστικό και μεταλλικό)	223
Εικόνα 37: Βάρη και σφαιρίδια	224
Εικόνα 38: Λεκανάκι με νερό, φελιζόλ και ραβδόμορφοι μαγνήτες	224
Εικόνα 39: Απτικό δυναμόμετρο αναρτημένο σε στήριξη βάσης	225
Εικόνα 40: Πύργος της Πίζας από 3D εκτυπωτή, κεκλιμένο του Γαλιλαίου από 3D εκτυπωτή	225
Εικόνα 41 :Προσωπογραφία του Νεύτωνα εκτυπωμένη σε μικροκαψουλικό χαρτί στο Piaf	226
Εικόνα 42: Ακουστικό μέτρο	247
Εικόνα 43: Απτική μεζούρα	248
Εικόνα 44: Απτικοί χάρακες	248
Εικόνα 45: Ηλιακό ρολόι	249
Εικόνα 46: Ρολόι νερού	249
Εικόνα 47: Ομιλούσα ζυγαριά	250
Εικόνα 48: Μηχανικός Μετρονόμος	250

Εικόνα 49: Ομιλούσα αριθμομηχανή	251
Εικόνα 50: Προσαρμοσμένη σανίδα Γαλιλαίου	252
Εικόνα 51: Προσαρμοσμένα μεταλλικά καμπανάκια	253
Εικόνα 52: Διπλό Κεκλιμένο επίπεδο	254
Εικόνα 53: Διπλό κεκλιμένο επίπεδο	254
Εικόνα 54: 3D προσωπογραφία Αριστοτέλη	255
Εικόνα 55: 3D προσωπογραφία Γαλιλαίου	256
Εικόνα 56: 3D προσωπογραφία Νεύτωνα	256
Εικόνα 57: Δερμάτινη μπάλα τυφλών	258
Εικόνα 58: αυτοκινητάκι με σανίδα	259

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Ερευνητικός σχεδιασμός: ενέργειες και βήματα που πραγματοποιήθηκαν 105

Σχήμα 2: Σχεδιασμός ενεργειών πιλοτικής έρευνας 106

Σχήμα 3: Τα στάδια της Κύριας Έρευνας 110

Σχήμα 4: οι διαδοχικές θέσεις δυο σωμάτων που κινούνται προς τα δεξιά 163

Σχήμα 5: Πρώτος κύκλος έρευνας δράσης 222

Σχήμα 6: Δεύτερος κύκλος έρευνας δράσης 246

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΟ = Αναπηρία Όρασης

ΔΣ = Διοικητικού Συμβουλίου

ΕΟΚ = Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση

ΟΜΚ = Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση

ΝΠ = Νοητικά Πειράματα/ Νοητικό Πείραμα

ΠΠ = Πραγματικά Πειράματα/ Πραγματικό Πείραμα

ΠΟΥ = Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας

ΦΕ = Φυσικές επιστήμες

Εισαγωγή

Α. Τοποθέτηση του προβλήματος

Οι Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) και συγκεκριμένα η φυσική αποτελεί ένα οργανωμένο σύστημα με βάση το οποίο οι μαθητές/τριες αποκτούν νέα γνώση για τη φύση και τον κόσμο. Η γνώση αυτή προέρχεται από την εφαρμογή συγκεκριμένων διαδικασιών που συγκροτούν τη λεγόμενη επιστημονική μέθοδο και με τη συνεχή έρευνα διαμορφώνουν ένα σώμα γνώσεων που τους επιτρέπει να περιγράφουν και να ερμηνεύουν διάφορα φυσικά φαινόμενα (Σταυρίδου, 2011· Papazafiri & Argyropoulos, 2018).

Στην περίπτωση των μαθητών/τριών με ειδικές ανάγκες και ειδικότερα μαθητών/τριών με Αναπηρία Όρασης (ΑΟ) μέσα από μια πληθώρα ερευνών (Bishop, 2000 · Hofstein & Lunetta, 2004·Καράογλου και συν., 2010· Papadopoulos, 2004· Σέρογλου, Κουμαράς, 2001· Τζιμογιάννη & Μικρόπουλος, 1999· Τσιναρέλης, 2005 κ.α), έχει φανεί ότι υπάρχουν πολλές εννοιολογικές παρανοήσεις στις έννοιες της φυσικής και συγκεκριμένα στην κινηματική -δυναμική.

Για να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες γενικής και ειδικής αγωγής τις ΦΕ πρέπει να είναι ικανοί να χρησιμοποιούν τις επιστημονικές διαδικασίες οι οποίες προϋποθέτουν την κατάκτηση νοητικών και πρακτικών δεξιοτήτων (Driver, 1989). Οι δεξιότητες αυτές κυρίως εστιάζουν στο πεδίο της παρατήρησης, της διατύπωσης υποθέσως, της επεξεργασίας δεδομένων και της εξαγωγής συμπερασμάτων (Argyropoulos & Yfantis, 2021).

Μια διδακτική προσέγγιση η οποία φαίνεται ότι μπορεί να συμβάλλει στην καλλιέργεια της επαγωγικής σκέψης και να βοηθήσει τους μαθητές/τριες να δομήσουν νοητικά τις επιστημονικές έννοιες της φυσικής (κίνηση- δύναμη) είναι αυτή που χρησιμοποιεί ως εργαλείο της την Ιστορία της Φυσικής. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να εντάξει στη διδασκαλία του την ιστορία της φυσικής μέσω πραγματικών πειραμάτων (ΠΠ) και νοητικών πειραμάτων (ΝΠ). Υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν την αποδοτικότητα του βιοματικού πειράματος στη διδασκαλία της φυσικής, επειδή οι μαθητές/τριες καλλιεργούν τις δεξιότητες εκείνες που τους επιτρέπουν να κατασκευάζουν μόνοι τους τη γνώση και να επιλύσουν προβλήματα (Zacharia & Michael, 2016). Στον αντίποδα αυτής της άποψης υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν

ότι η χρήση προσομοιώσεων παρέχει τη δυνατότητα για άμεση ανατροφοδότηση που οδηγεί στην κατανόηση και στην εξάσκηση (Κώτσης & Ευαγγέλου, 2010; Παντάζου & Καλογιαννάκης, 2017).

Οι Κουκοπούλου - Αρνέλου και Παλαιοπούλου - Σταθοπούλου (1999) για παράδειγμα μελέτησαν τις λαθεμένες ιδέες των μαθητών/τριών σε σχέση με την κίνηση που μοιάζουν με τις πλάνες των επιστημόνων του 17^{ου} αιώνα και κατέληξαν στο ότι είναι σημαντική η αξιοποίηση θεμάτων από την Ιστορία και τη Φιλοσοφία των Επιστημών στη διδασκαλία της φυσικής. Σε έρευνα των Βελέντζα και συν., (2007) βρέθηκε ότι το ΝΠ είναι ένα αποτελεσματικό διδακτικό εργαλείο της φυσικής, ειδικά για τη διδασκαλία νόμων, που είναι από νοητική άποψη πάνω και πέρα από την καθημερινή εμπειρία των μαθητών/τριών. Αλλά και οι Αναγνωστόπουλος και Κώτσης (2009) ύστερα από έρευνα κατέληξαν ότι η επανάληψη των ιστορικών πειραμάτων βοηθάει τους μαθητές/τριες να κατανοήσουν έννοιες που αφορούν τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα αλλά και τη φύση της επιστήμης.

Οι δυσκολίες αυτές τόσο στην διδακτική πρακτική όσο και στη μαθησιακή διαδικασία εντείνονται περισσότερο όμως στην ειδική αγωγή (Αλιμήσης, 1993· Μαλεζά, 2015). Έρευνες (Fellenius, 1999· Gompel, Janssen, Van Bon & Screuder, 2003) έδειξαν ότι οι μαθητές/τριες με ειδικές ανάγκες, ιδιαίτερα εκείνοι που έχουν αναπηρία όρασης (ΑΟ), χρειάζονται περισσότερο χρόνο και προσπάθεια για την αποκωδικοποίηση των λέξεων, των εννοιών και των συμβόλων κι αυτό έχει ως συνέπεια να αναπτύσσονται δυσλειτουργίες στην εκπαιδευτική διαδικασία και να παρατηρούνται χαμηλές σχολικές επιδόσεις μεταξύ των μαθητών/τριών με ΑΟ σε σχέση με τις επιδόσεις των άλλων παιδιών της ηλικίας τους (Gompel et al., 2003). Σύμφωνα όμως με ερευνητές (Παπαδόπουλος, 2008· Tomlinson, 2004 · Westwood, 2003) οι μαθητές/τριες με ΑΟ μπορούν να αναπτύξουν γνωστικά σχήματα και να φτιάξουν εννοιολογικούς χάρτες μέσω απτικών αναπαραστάσεων, όταν υπάρχει κατάλληλα διαφοροποιημένο εκπαιδευτικό υλικό και κατάλληλα διαφοροποιημένες διδακτικές προσεγγίσεις και οργάνωση του μαθησιακού περιβάλλοντος.

Οι εννοιολογικές παρανοήσεις στην κινηματική - δυναμική δικαιολογούνται και από το γεγονός ότι συχνά προβάλλεται σύμφωνα με τους Mallow και Greenburg (1983 οπ. αναφ. ο Αλιμήσης, 1993) στους μαθητές/τριες με ΑΟ μια στρεβλωμένη εικόνα της φυσικής ενώ ταυτόχρονα τους υποβάλλεται η ιδέα, ότι δεν τα καταφέρνουν στη φυσική

και ότι δεν έχουν «μυαλό φυσικού», δεν είναι δηλαδή αρκετά «έξυπνοι» (Mallow & Greenburg 1983 οπ. αναφ. ο Αλιμήσης, 1993). Για αυτό αποθαρρύνονται, μειώνεται η αυτοπεποίθησή τους καθώς αισθάνονται ένα αίσθημα αποτυχίας που πηγάζει από τη δυσκολία τους να κατανοήσουν το μάθημα (Minett, 2005) και έτσι εγκαταλείπουν κάθε προσπάθεια κατανόησης καταφεύγοντας στη μέθοδο της μηχανιστικής απομνημόνευσης και αποστήθισης του σχολικού βιβλίου (Αλιμήσης, 1993·Μαλεζά, 2015).

Θα πρέπει να επισημανθεί επίσης ότι τα παιδιά με ΑΟ εμπιστεύονται απόλυτα την άποψη που σχηματίζουν για τον κόσμο και τα φαινόμενα γιατί είναι αποτέλεσμα της προσωπικής τους εμπειρίας να αναπαριστούν τον κόσμο όπως εκείνα τον αντιλαμβάνονται (Εικοσπεντάκη και συν., 2008). Έτσι όταν οι μαθητές/τριες με ΑΟ έρθουν σε επαφή με το γνωστικό αντικείμενο της φυσικής, ακούγοντας μια έννοια για πρώτη φορά, προσπαθούν να συνδέσουν τα επιστημονικά δεδομένα με τις δικές τους απόψεις/εμπειρίες/αντιλήψεις του, όπως ακριβώς και τα βλέποντα. Ωστόσο στα παιδιά με ΑΟ η αντίληψη της πραγματικότητας και οι οπτικές εμπειρίες τους είναι εξαιρετικά διαφορετικές και περιορισμένες γεγονός που τα οδηγεί στη δημιουργία πολλές φορές λαθεμένων εναλλακτικών ιδεών (Αργυρόπουλος, 2011).

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι ιδιαίτερα σημαντική στην κατανόηση των εννοιών στη φυσική είναι η αφηρημένη και συγκεκριμένα η μεταφορική σκέψη, η οποία είναι το μέσο για τη μεταφορά της γνώσης, από το ένα εννοιολογικό πλαίσιο στο άλλο (όπως για παράδειγμα κίνηση - δύναμη) (Παπαλεξόπουλος και συν., 2005). Απαραίτητη προϋπόθεση όμως για την ανάπτυξη της μεταφορικής σκέψης των μαθητών/τριών με ΑΟ είναι η γλώσσα και ο αφηγηματικός λόγος καθώς οι μαθητές/τριες με ΑΟ μπορούν να μεταβούν από τα απλά στα πιο σύνθετα επίπεδα και να κατανοήσουν έννοιες της φυσικής όπως είναι η κίνηση - δύναμη. Εξίσου όμως σημαντική με αυτή είναι και η απτική τους αντίληψη (Αργυρόπουλος, 2011), που βοηθά τους μαθητές/τριες να λάβουν μέρος σε ένα πείραμα και να το κατανοήσουν (π.χ. Πείραμα με το κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου). Το πρόβλημα όμως που παρατηρείται είναι ότι αδυνατούν να συνδέσουν τις έννοιες που διδάσκονται με την πρότερη γνώση (Αργυρόπουλος, 2011).

Οι μαθητές/τριες με ΑΟ δηλαδή δυσκολεύονται να χειριστούν πληροφορίες από την προϋπάρχουσα σχολική τους γνώση η οποία δείχνει περιορισμένη (Mastropieri et

al., 1996 · Τσελφές και συν., 2006), τείνουν να εστιάζουν σε λίγες μόνο διαστάσεις ενός φαινομένου και να εξάγουν συμπεράσματα βασισμένοι σχεδόν αποκλειστικά στην αισθητηριακή αντίληψη, διαθέτουν ένα σύστημα εναλλακτικών αναπαραστάσεων για τον εμπειρικό τους κόσμο, ανάλογο με αυτό που συναντάται και στους υπόλοιπους μαθητές/τριες (Τσελφές και συν., 2006). Είναι εν ολίγοις σε θέση να συλλογιστούν επαγωγικά και να δομήσουν νοητικά τις επιστημονικές έννοιες εφόσον έχουν παρακολουθήσει κατάλληλα σχεδιασμένες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις (Scruggs & Mastropieri, 1994).

Συνοπτικά, τα ερευνητικά δεδομένα είναι αρκετά περιορισμένα όσον αφορά την χρήση της ιστορίας των φυσικών επιστημών στην εκπαιδευτική πράξη. Ακόμα περισσότερο τα ερευνητικά δεδομένα είναι περιορισμένα όταν αναφερόμαστε σε ενταξιακά εκπαιδευτικά πλαίσια όπου μέσα σε αυτά συνεκπαιδεύονται παιδιά με αναπηρία όρασης. Η παρούσα εργασία εστιάζει ακριβώς σε αυτήν την έλλειψη. Θέλει να συνδυάσει τη διδασκαλία με πραγματικά και νοητικά πειράματα μέσω της ιστορίας της φυσικής με στόχο τη διερεύνηση της κατανόησης εννοιών της κινηματικής και δυναμικής από μαθητές/τριες με αναπηρία όρασης και η μελέτη των διαδικασιών αντίληψης και κατανόησης των εννοιών αυτών μέσα από την αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής.

B. Σκοπός και στόχοι της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της κατανόησης εννοιών της κινηματικής και δυναμικής από μαθητές/τριες Λυκείου και Φοιτητές/τριες με αναπηρία όρασης (ΑΟ) και η μελέτη της διαδικασίας της κατανόησης των εννοιών αυτών μέσα από την αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής. Οι επιμέρους στόχοι της εργασίας είναι:

- να αποτυπώσει τις ιδέες και τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών Λυκείου και των Φοιτητών με ΑΟ σχετικά με έννοιες που αφορούν δυναμική – κινηματική,
- να διερευνήσει αν υπάρχουν διαφοροποιήσεις στις αντιλήψεις των μαθητών/τριών ανάλογα με το φύλο, τη βαθμίδα εκπαίδευσης και τη χρονολογική απώλεια όρασης,

- ο να καταγράψει αν και με ποιον τρόπο η ιστορία της φυσικής μπορεί να συμβάλει στην ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών/τριών Λυκείου και των Φοιτητών με ΑΟ για έννοιες της δυναμικής – κινηματικής,
- ο να μελετήσει τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζεται η αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών Λυκείου και των Φοιτητών με ΑΟ, όταν διδάσκονται μέσω της ιστορίας της φυσικής και των πειραμάτων,
- ο να διερευνήσει αν η αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών Λυκείου και των φοιτητών με ΑΟ επηρεάζεται από το φύλο, τη βαθμίδα εκπαίδευσης και τη χρονολογική απώλεια όρασης.

Γ. Ερευνητικά ερωτήματα

Από τον σκοπό και τους στόχους της παρούσας διατριβής προέκυψαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- ο Πώς αποτυπώνονται οι ιδέες και οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών με ΑΟ για το γνωστικό πεδίο της φυσικής που αφορά στη δυναμική – κινηματική; Διαφοροποιούνται αυτές οι αντιλήψεις ανάλογα με το φύλο, τη βαθμίδα εκπαίδευσης και τη χρονολογική απώλεια όρασης;
- ο Με ποιον τρόπο μπορεί να συμβάλλει η ιστορία της φυσικής στην ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών/τριών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών με ΑΟ για έννοιες που εμπίπτουν στο γνωστικό πεδίο της φυσικής που αφορά στη δυναμική – κινηματική;
- ο Πώς επηρεάζεται η αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών με ΑΟ, όταν διδάσκονται μέσω της ιστορίας της φυσικής; Ο βαθμός αυτοεκτίμησης επηρεάζεται από τις μεταβλητές του φύλου, της χρονολογικής απώλειας όρασης και της βαθμίδας εκπαίδευσης;

Για τη συλλογή των ερευνητικών δεδομένων επιλέχθηκε η ποιοτική και η ποσοτική μέθοδος. Αρχικά αξιοποιήθηκε η βιβλιογραφική επισκόπηση για το θεωρητικό μέρος της εργασίας και η Έρευνα Δράσης για την εμπειρική έρευνα.

Δ. Σημαντικότητα της έρευνας

Η σημαντικότητα και η πρωτοτυπία της έρευνας έγκειται στο γεγονός ότι ο καθηγητής φυσικής, προκειμένου να διδάξει έννοιες κίνησης - δύναμης σε μαθητές/τριες με ΑΟ και να εφαρμόσει τις κατάλληλες διδακτικές ενέργειες που θα βοηθήσουν τους μαθητές/τριες να ενισχύσουν τις σωστές ιδέες τους σχετικά με την κίνηση - δύναμη ή να διορθώσουν τις εναλλακτικές, αξιοποιεί την ιστορία της φυσικής και συγκεκριμένα ΝΠ αλλά και ΠΠ. Πιο συγκεκριμένα ο εκπαιδευτικός αντλεί τα πειράματα μέσα από την ιστορία των φυσικών επιστημών, σε συνδυασμό με τα πραγματικά, ώστε οι μαθητές/τριες με ΑΟ να μπορέσουν να συγκρίνουν τις ιδέες τους με αυτές των πρώτων επιστημόνων, να βρουν τις εναλλακτικές τους ιδέες και να κατανοήσουν τις έννοιες σχετικά με την κίνηση - δύναμη. Με αυτό τον τρόπο η διδακτική πράξη εξελίσσεται καθώς ο στόχος είναι η παραγωγή και ο εμπλουτισμός της γνώσης.

Δεύτερο σημείο της σημαντικότητας της έρευνας είναι η χρήση του εργαλείου της ιστορίας της Φυσικής στη δημιουργία της διδακτικής παρέμβασης για την κατανόηση εννοιών της κινηματικής και δυναμικής και η σχέση της με την αυτοεκτίμηση του μαθητή/τριας με ΑΟ. Κατά την υλοποίηση της έρευνας δράσης, διαπιστώθηκε η πολυπλοκότητα της διδασκαλίας της φυσικής και μάλιστα σε μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ, αλλά και η επιτακτική ανάγκη για αναστοχασμό με σκοπό την εφαρμογή νέων μεθόδων διδασκαλίας φυσικής και προσεγγίσεων που θα βοηθήσουν στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Αυτό δίνει τη δυνατότητα για μια μελλοντική αλλαγή του αναλυτικού προγράμματος τους μαθήματος της φυσικής που θα στοχεύει όχι μόνο στη διδασκαλία προκαθορισμένων εννοιών στη φυσική, αλλά θα έχει ως βασικό στόχο τη συμπερίληψη των μαθητών/τριών με ΑΟ και τη διδασκαλία της φυσικής μέσα από την ιστορία της Φυσικής. Παράλληλα τα αποτελέσματα της έρευνας είναι σημαντικά καθώς οι εκπαιδευτικοί μπορούν να τα αξιοποιήσουν στη διδασκαλία εννοιών της φυσικής σε μαθητές/τριες με ΑΟ. Οι εκπαιδευτές μέσα από την έρευνα αυτή μαθαίνουν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριων με ΑΟ και μπορούν να δομήσουν πιο στοχευμένα τη διδασκαλία τους με ΝΠ και ΠΠ αλλά και την ιστορία της φυσικής.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, είναι πρωτότυπη καθώς καταφέρει να συνδιάσει δυο διακριτές επιστημονικές περιοχές, τις έννοιες της φυσικής (δυναμικής – κινηματικής) και τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών με ΑΟ καθώς τις εναλλακτικές ιδέες των φοιτητών/τριών με ΑΟ.

Ένα άλλο σημείο που πρέπει να αναφερθεί είναι ότι στο συγκεκριμένο πεδίο έχουν γίνει πολύ λίγες έρευνες. Η παρούσα εργασία εστιάζει ακριβώς σε αυτήν την έλλειψη, ενισχύοντας το επιστημονικό ενδιαφέρον. Παράλληλα η πρωτοτυπία της έρευνας είναι η σύνδεση της βελτίωσης της επίδοσης των μαθητών/τριών με ΑΟ σε σχέση με την αυτοπεποίθηση- αυτοεκτίμηση μέσα από τη φυσική.

Ε. Δομή της εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από οκτώ κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια σύντομη εισαγωγή στις ανάγκες των μαθητών/τριών με αναπηρία όρασης (ΑΟ). Αρχικά θεωρήθηκε αναγκαίο να παρουσιαστεί εν συντομία το πεδίο το οποίο αφορά στην αναπηρία όρασης. Στη συνέχεια προσδιορίζονται τα χαρακτηριστικά των ατόμων με ΑΟ και να παρουσιαστεί ο τρόπος με τον οποίο ταξινομούνται.

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά στη διδακτική της φυσικής. Πρώτα όμως κρίνεται σκόπιμο να μελετηθούν οι παιδαγωγικές θεωρίες μάθησης, ώστε να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες μπορούν να μάθουν, γιατί αν κατανοηθεί ο τρόπος και το πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας τότε είναι εύκολο να προσεγγιστεί και να διερευνηθεί η εννοιολογική αλλαγή στο πλαίσιο αυτής της μαθησιακής διαδικασίας και μάλιστα πιο συγκεκριμένα στο να εξεταστεί η εννοιολογική αλλαγή στη μαθησιακή διαδικασία στο μάθημα της φυσικής. Πρέπει δηλαδή να μελετηθούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και των φοιτητών για τη δύναμη και την κίνηση μέσα από διάφορες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και να εξεταστεί κατά πόσο η ιστορία της φυσικής συμβάλει στην εννοιολογική αλλαγή. Αυτό προτείνεται να γίνει γιατί η έρευνα που πραγματοποιείται με τη συμμετοχή μαθητών/τριών και φοιτητών που εργάζονται για να κατακτήσουν τη νέα γνώση, είναι βασισμένες στα ίδια είδη γνωστικών διαδικασιών.

Το τρίτο κεφάλαιο αφορά στη διδακτική προσέγγιση της φυσικής σε μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ. Η διδακτική της φυσικής είναι ιδιαίτερη και απαιτητική. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαίο να εξεταστεί πρωτίστως το αντικείμενο της διδακτικής της Φυσικής, δίνοντας έμφαση τόσο στην αναποτελεσματικότητα της παραδοσιακής διδασκαλίας της Φυσικής όσο και στην εποικοδομητική διδασκαλία, στις μεθόδους και τις τεχνικές που απαιτούνται. Ωστόσο επειδή η παρούσα διδακτορική διατριβή ασχολείται με μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ, κρίνεται αναγκαίο να εξεταστεί η διδακτική της φυσικής κάτω από το πρίσμα των αναγκών και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ και στην ανάγκη για τη διαφοροποιημένη διδασκαλία της αλλά και στη διδασκαλία της φυσικής σε μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ με αναπηρία όρασης μέσα από πειράματα.

Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά στη μεθοδολογία έρευνας που ακολουθήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής. Αρχικά παρουσιάζονται ο σκοπός και οι στόχοι της έρευνας αλλά και τα ερευνητικά ερωτήματα. Με βάση τη στοχοθεσία αλλά και τα ερευνητικά ερωτήματα παρουσιάζεται σε θεωρητικό επίπεδο πρώτα η μεθοδολογία που επιλέχθηκε καθώς επίσης και η αιτιολόγηση της επιλογής της συγκεκριμένης μεθοδολογίας. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο ερευνητικός σχεδιασμός που ακολουθήθηκε στο πλαίσιο της έρευνας δράσης. Παρουσιάζονται αναλυτικά τα ερευνητικά εργαλεία (το ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ IV, το ερωτηματολόγιο IBCM, οι ημιδομημένες συνεντεύξεις, το ερευνητικό ημερολόγιο και οι παρεμβάσεις), ο τρόπος ανάλυσης των δεδομένων καθώς επίσης και ο τρόπος επιλογής του δείγματος, διευκρινίζοντας των τρόπο που η ερευνήτρια εργάστηκε στην εμπειρική έρευνα στο πλαίσιο της έρευνας δράσης.

Το πέμπτο κεφάλαιο αφορά την πιλοτική φάση της έρευνας. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση των προκαταρκτικών – πιλοτικών φάσεων της έρευνας. Αρχικά παρουσιάζεται το δείγμα της πιλοτικής έρευνας, τα εργαλεία συλλογής δεδομένων, οι ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν και τέλος τα αποτελέσματα των προκαταρκτικών – πιλοτικών φάσεων της έρευνας.

Το έκτο κεφάλαιο αφορά στην παρουσίαση του σχεδιασμού και των αποτελεσμάτων της έρευνας. Στο κεφάλαιο αυτό αρχικά παρουσιάζεται ο σχεδιασμός της πρώτης και δεύτερης παρέμβασης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η δεύτερη φάση της Έρευνας Δράσης που αφορά στην υλοποίηση της πρώτης παρέμβασης, η οποία

σχετίζεται με τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα και τα αποτελέσματά της. Ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων ύστερα από την υλοποίηση της δεύτερης παρέμβασης, η οποία σχετίζεται με τον 1^ο και 2^ο Νόμο του Νεύτωνα. Στη συνέχεια του κεφαλαίου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την 3^η Φάση της Έρευνας Δράσης και αφορά στα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρατήρηση της 1^{ης} και 2^{ης} παρέμβασης και τον αναστοχασμό. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων από την αξιολόγηση της Εκπαιδευτικής Παρέμβασης (τελευταία φάση Έρευνας Δράσης- ΑΕΠ).

Ακολουθεί το έβδομο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας, συζητούνται τα συμπεράσματα και δίδονται οι περιορισμοί της έρευνας και οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: Η ΑΝΑΠΗΡΙΑ ΟΡΑΣΗΣ

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί μια σύντομη προσέγγιση στην αναπηρία όρασης (ΑΟ). Αρχικά θεωρήθηκε αναγκαίο να παρουσιαστεί εν συντομία η συχνότητα με την οποία εμφανίζεται η αναπηρία όρασης. Στη συνέχεια προσδιορίζονται τα χαρακτηριστικά των ατόμων με ΑΟ και παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο ταξινομούνται.

1.1 Άτομα με Αναπηρία Όρασης και ο τρόπος ταξινόμησής τους

Τα προβλήματα στην όραση, είτε γίνεται λόγος για μερική είτε για ολική απώλεια όρασης, νοούνται ως αναπηρία. Σύμφωνα με την Mason (2005a) προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός της ΑΟ γίνονται διάφορες εξετάσεις που μπορούν να δείξουν με ακρίβεια τον βαθμό της απώλειας της όρασης, το είδος του προβλήματος και γίνει πλήρης διάγνωση σχετικά με την ΑΟ. Εκτός από αυτό όμως τα άτομα με ΑΟ ταξινομούνται σε βαθμίδες με ιατρικά κριτήρια (όπως για παράδειγμα ο βαθμός οπτικής οξύτητας ή καθαρότητας ή το πλάτος του οπτικού πεδίου κ.τ.λ.) (Λιοδάκης, 2000· Mason, 2005b). Οι διαδικασίες αυτές δεν είναι ίδιες για κάθε χώρα και για αυτό και οι ταξινομήσεις διαφέρουν.

Στην Ελλάδα η ΑΟ και ο βαθμός της τύφλωσης καθορίζονται με βάση τα προβλεπόμενα από το Ν. 958/ΦΕΚ 191/ τ. Α714 - 8 - 1979, και πιο συγκεκριμένα το άρθρο 1, ο οποίος προβλέπει ότι *«Τυφλός, κατά την έννοια του παρόντος νόμου, νοείται παν πρόσωπον, το οποίον στερείται παντελώς και της αντιλήψεως του φωτός ή του οποίου η οπτική οξύτης είναι μικρότερα του ενός εικοστού (1/20) της φυσιολογικής τοιαύτης»*. Ο λόγος 1/20 που αναφέρει ο νόμος αφορά στην απόσταση από την οποία ένα άτομο μπορεί να δει και να διακρίνει κάποιο αντικείμενο. Με βάση το λόγο αυτό ένα άτομο με ΑΟ μπορεί να διακρίνει πράγματα από απόσταση ενός μέτρου (Κουτάντος, 2005· Λιοδάκης, 2000). Υπάρχει όμως και η ταξινόμηση των βαθμίδων οξύτητας του Παγκοσμίου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ), ο οποίος προβλέπει ότι όταν ένας άνθρωπος έχει οπτική οξύτητα μικρότερη από το λόγο 3/60 καταγράφεται ως *«εγγεγραμμένα τυφλός»* (Αργυρόπουλος, 2006).

Αυτό που θα πρέπει να αναφερθεί όμως στο σημείο αυτό είναι ότι αν ένα άτομο καταχωρηθεί ως τυφλό δεν είναι απαραίτητα ότι δεν βλέπει καθόλου. Τα άτομα με ολική απώλεια όρασης είναι λιγότερο από 10%, οι περισσότεροι είναι αμβλύωπες και

έχουν ΑΟ (Mason, 2005b), αλλά κανένας κείμενος νόμος δεν ορίζει τον βαθμό οξύτητας για τα άτομα με μερική ΑΟ.

Τα άτομα με ΑΟ αρκετές φορές παρουσιάζουν δυσκολίες στο γνωστικό και μαθησιακό επίπεδο σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες στους αμβλύωπες ή μερικώς βλέποντες (μπορούν να διαβάσουν έντυπα αλλά με μεγαλύτερη γραμματοσειρά) και στα άτομα με ολική απώλεια όρασης, τα οποία δεν μπορούν να διαβάσουν τα έντυπα των βλεπόντων αλλά μπορούν να εκπαιδευτούν στις ίδιες δομές με τους βλέποντες (Τσιναρέλης, 2005).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) τα άτομα με ΑΟ κατηγοριοποιούνται στους μερικώς βλέποντες (με οπτική οξύτητα 6/20 και 2/20), στους μερικώς βλέποντες με οπτική οξύτητα 2/20 και 1/20, στα άτομα με ολική αναπηρία όρασης (με οπτική οξύτητα 1/20 ή 1/30), στα άτομα με ολική αναπηρία όρασης με οπτική οξύτητα 1/30 και στα άτομα με ολική αναπηρία με οπτική οξύτητα μη αντίληψης φωτός (Τσιακάλη, 2016).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι το εύρος των οπτικών διαταραχών των ατόμων με ΑΟ καθιστά δύσκολη την ταξινόμησή τους. Ωστόσο είναι δυνατή μια διάκριση σύμφωνα «με το βαθμό της οπτικής οξύτητας ή καθαρότητας της όρασης και τη στενότητα και το πλάτος του οπτικού τους πεδίου (ιατρική ταξινόμηση) και ανάλογα με τη χρήση της όρασης για σκοπούς μάθησης και γενικότερα εκπαίδευσης (εκπαιδευτική/παιδαγωγική ταξινόμηση)» (Τσιακάλη, 2016, σ. 28). Θα πρέπει να σημειωθεί όμως ότι τα άτομα με ΑΟ διακρίνονται με βάση τον τρόπο που χρησιμοποιούν τη λειτουργική τους όραση, οπότε και υπάρχουν άτομα με περιορισμένη όραση, με μερική απώλεια όρασης και με ολική απώλεια όρασης (Αργυρόπουλος, 2011).

Πλέον όμως η ταξινόμηση των ατόμων με ΑΟ γίνεται με εκπαιδευτικά κριτήρια. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο τα άτομα με ΑΟ διακρίνονται σε αυτά που έχουν μέτρια οπτική μειονεξία, σε αυτά που έχουν σοβαρή οπτική μειονεξία και σε αυτά που έχουν βαριά οπτική μειονεξία. Τα άτομα με μέτρια οπτική μειονεξία με τα κατάλληλα οπτικά βοηθήματα και τον κατάλληλο φωτισμό μπορούν να εκπαιδευτούν κανονικά στις ίδιες εκπαιδευτικές δομές με τους βλέποντες. Τα άτομα με σοβαρή οπτική μειονεξία, έχουν τη δυνατότητα να ολοκληρώσουν την εκπαίδευσή τους με τη βοήθεια όμως οπτικών βοηθημάτων, ενώ τα άτομα με βαριά οπτική μειονεξία, δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν την όραση για την επίτευξη των μαθησιακών και εκπαιδευτικών

στόχων (Τσιακάλη, 2016). Τα άτομα αυτά δηλαδή αντικαθιστούν την όραση με την αφή και την ακοή προκειμένου να ολοκληρώσουν την εκπαίδευσή τους

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα άτομα με ολική ΑΟ προσεγγίζουν το περιβάλλον τους και αποκτούν εμπειρίες, με τις υπόλοιπες αισθήσεις τους. Παρά το γεγονός ότι η αφή χρησιμοποιείται ιδιαίτερα από τα άτομα με ολική ΑΟ, πολλά αντικείμενα ή ιδέες ή έννοιες δεν είναι δυνατό να γίνουν αντιληπτά με την αφή και γίνονται αντιληπτά από τα άτομα με ολική ΑΟ με προφορικές επεξηγήσεις και με τη συνδρομή των υπόλοιπων αισθήσεων. Έτσι η ολική ΑΟ επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη του ατόμου, το οποίο (Τσιναρέλης, 2005):

- δεν έχει πολλές εμπειρίες,
- δυσκολεύεται στην κινητικότητα, τον προσανατολισμό και στην ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων
- δυσκολεύεται στο να επικοινωνήσει με τους άλλους.

1.2 Συχνότητα εμφάνισης της αναπηρίας όρασης

Η αναπηρία όρασης (ΑΟ) είναι μια αναπηρία που δεν έχει συχνή εμφάνιση, σε σχέση με άλλες αναπηρίες, όπως δείχνουν έρευνες (Hodapp, 2003), που έχουν λάβει χώρα στις ΗΠΑ και δείχνουν ότι το ποσοστό ατόμων με ΑΟ είναι μικρότερο του 1% του πληθυσμού. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πάνω από 180 εκατομμύρια άνθρωποι έχουν κάποιο πρόβλημα στην όρασή τους. Ωστόσο δεν έχουν καταγραφεί επίσημα τα άτομα με ΑΟ σε παγκόσμια κλίμακα. Σε κάποιες περιπτώσεις η επιδημιολογική μελέτη είναι πραγματικά αδύνατη κυρίως γιατί η αναπηρία όρασης θεωρείται ταμπού και πολλές οικογένειες δεν δηλώνουν αυτές τις αναπηρίες αλλά κι επειδή ζουν σε δυσπρόσιτες περιοχές (Πλακίτση, 2008· Kyriacou, Pronay, & Hathazi, 2015). Παράλληλα διαπιστώθηκε ότι στον πληθυσμό με ΑΟ υπάρχουν άτομα με συνοδές αναπηρίες όπως είναι η νοητική καθυστέρηση, η κώφωση ή οι κινητικές αναπηρίες (Hodapp, 2003). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο αριθμός των ατόμων με ΑΟ αυξάνεται κατ' αναλογία με την αύξηση του προσδόκιμου ζωής (Salt & Sargent, 2014).

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν έρευνες που να παρουσιάζουν τον ακριβή αριθμό των ατόμων με ΑΟ. Το 1990 τα άτομα με αναπηρία όρασης ήταν περίπου 20.591 εκ των

οποίων τα 2000 άτομα με ΑΟ είναι μεταξύ 3 έως 18 χρόνων (Λιοδάκης, 2000). Το 14% των ατόμων με ΑΟ ανήκουν στην ηλικία των 21-64 και το 69% των ατόμων με ΑΟ ανήκουν στην ηλικία των 65-84 ετών (Λιοδάκης, 2000). Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας σχεδόν 15% ή διαφορετικά περισσότερο από το 1 δισ. του παγκόσμιου πληθυσμού, έχει κάποιο είδος αναπηρίας ή συνδυασμένο σύνολο αναπηριών όπως σωματική, αισθητηριακή, ψυχική ή/και αναπτυξιακή (World Health Organization, 2018).

Μέσα από την βιβλιογραφική επισκόπηση προέκυψε ότι η ΑΟ οφείλεται σε διάφορες αιτίες γενετικές, προγεννητικές, περιγεννητικές και μεταγεννητικές. Θα ήταν παράληψη να μην αναφερθεί ότι τα αίτια της ΑΟ τα τελευταία χρόνια με την εξέλιξη και ανάπτυξη της επιστήμης, της γενετικής και της ιατρικής μπορούν να αντιμετωπίζονται σε μεγάλο βαθμό και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του ποσοστού των παιδιών προσχολικής ηλικίας με ΑΟ. Αυτό όμως δεν ισχύει και τα άτομα με ΑΟ μεγαλύτερης ηλικίας, που το ποσοστό τους παραμένει στα ίδια επίπεδα (Λιοδάκης, 2000).

1.2.1 Επιπτώσεις τύφλωσης

Η ΑΟ αποτελεί ένα από ένα μείζον κοινωνικό πρόβλημα καθώς δεν σχετίζεται μόνο με τα άτομα με ΑΟ αλλά και με τις οικογένειές τους και το ευρύτερο περιβάλλον τους. Οι συνέπειες της ΑΟ είναι άμεσες και έμμεσες και σχετίζονται τόσο με την κοινωνική όσο και την συναισθηματική ανάπτυξη των ατόμων με ΑΟ. Άμεσες θεωρούνται οι επιδράσεις που σχετίζονται με τους περιορισμούς που έχουν τα άτομα με ΑΟ να αποκτήσουν κάποια γνωστικά σχήματα, για την απόκτηση των οποίων απαιτούνται οπτικά ερεθίσματα. Έμμεσες θεωρούνται οι επιδράσεις που σχετίζονται με το κοινωνικό περιβάλλον, καθώς οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις είναι ελάχιστες με αποτέλεσμα τα άτομα με ΑΟ να απομονώνονται (Kekelis, 1992).

Η ΑΟ όμως ενός ατόμου δεν είναι η αιτία της απομόνωσης των ατόμων αυτών. Η βασική αιτία της κοινωνικοποίησής τους ή όχι είναι το περιβάλλον τους. Η όραση είναι απαραίτητη για την εκτέλεση των καθημερινών κοινωνικών δεξιοτήτων, όπως το ντύσιμο και το φαγητό, αλλά κυρίως την ανάπτυξη εσωτερικευμένων συμπεριφορών, όπως αυτές βιώνονται μέσα σε συγκεκριμένα κοινωνικά πλαίσια διαμέσου της οικογενείας και του σχολείου (Warren & Hasenstab, 1986). Οι δυσκολίες επικοινωνίας

των ατόμων με ΑΟ, καθώς και η συμπεριφορά των βλέπόντων προς αυτούς μπορεί να επηρεάσουν δυσμενώς την ομαλή ανάπτυξη της προσωπικότητάς τους. Η κοινή διαβίωση με τους βλέποντες αναγκάζει τα άτομα με ΑΟ να αναπτύσσουν πολλές φορές συμβιβαστικούς εξισορροπητικούς τρόπους συμπεριφοράς. Οι εκάστοτε συνθήκες των κοινωνικών δεδομένων και ένα χαμηλό αυτοσυναίσθημα, μπορεί να οδηγήσουν σε ιδιαίτερους τρόπους αντίδρασης, όπως π.χ. σε παραίτηση, υποχώρηση, απομόνωση, φοβίες, απροθυμία για συνεργασία ή επιθετικότητα, η οποία συνήθως δεν εκφράζεται ανοιχτά, εξαιτίας της ειδικής ανάγκης (τυφλότητας) και της εξάρτησης από τους άλλους (Λιοδάκης, 2000).

1.3 Η Αυτοεκτίμηση ατόμων με αναπηρία όρασης

Πολλές έρευνες (Fraiberg, 1977· Παπαδόπουλος, 2007· Ophir-Cohen et al., 2005· Πολυχρονοπούλου, 2003) έχουν δείξει ότι τα άτομα με ΑΟ βιώνουν σημαντικές καθυστερήσεις κατά τη διαδικασία πρόσκτησης κινητικών, κοινωνικών, γνωστικών, επικοινωνιακών δεξιοτήτων ή δεξιοτήτων που σχετίζονται με τις καθημερινές τους δραστηριότητες. Ειδικότερα η ολική ή η μερική ΑΟ περιορίζει τις ευκαιρίες των ατόμων να εξερευνήσουν το περιβάλλον του ή να αλληλεπιδράσει κινητικά με το φυσικό κόσμο (Adelson & Fraiberg, 1974).

Ταυτόχρονα υπάρχουν έρευνες (ABowen, 2010· D' Allura, 2002· Griffin - Shirley & Ness, 2005· Papadopoulos, Montgomery & Chronopoulou, 2013) που δείχνουν ότι η ΑΟ μπορεί να βάλει κάποιους περιορισμούς στην ανάπτυξη των διαπροσωπικών και κοινωνικών δεξιοτήτων και στις σχέσεις του παιδιού με τους συνομηλίκους του. Μάλιστα θα πρέπει να σημειωθεί ότι η πρόωμη αυτή σωματο-αισθητηριακή αποστέρηση μπορεί να επηρεάσει τη συναισθηματική ανάπτυξη των ατόμων με ΑΟ αλλά και την εδραίωση μελλοντικών συναισθηματικών δεσμών (Ophir-Cohen et al., 2005). Σύμφωνα μάλιστα με τους Βλάχο (2004), Griffin-Shirley & Ness, (2005), Ophir-Cohen et al., (2005) και Tuttle & Tuttle, (2004), η ΑΟ περιορίζει τις ευκαιρίες των ατόμων για γρήγορη και αυθόρμητη μάθηση. Ως εκ τούτου η εικόνα που διαμορφώνουν τα άτομα με ΑΟ για τον εαυτό τους αποτελεί μια σημαντική παράμετρο της προσωπικότητάς τους, η οποία επιδρά στην ανάπτυξη των κοινωνικών σχέσεων αλλά και στην ένταξή τους στο κοινωνικό σύνολο. Τα άτομα με ΑΟ βιώνουν έντονο

άγχος και βαθύ πόνο για τη στέρηση της όρασης, συναισθήματα που επιτείνονται συνήθως κατά την εφηβεία.

Σύμφωνα με τους Tuttle και Tuttle (2004), υπάρχουν επτά επώδυνα στάδια που το άτομο με ΑΟ πρέπει να περάσει ώσπου να αποδεχτεί συναισθηματικά την αναπηρία του και να προσαρμοσθεί σε αυτή. Τα στάδια αυτά είναι τα ακόλουθα: 1) τραύμα, σωματικό ή κοινωνικό 2) άρνηση της αναπηρίας 3) πένθος και απόσυρση 4) κατάθλιψη 5) ανασυγκρότηση 6) κινητοποίηση 7) αποδοχή του εαυτού του και αυτοεκτίμηση. Η μετάβαση από το ένα στάδιο στο άλλο είναι δύσκολη και κοπιαστική. Τελικά όμως το άτομο καταφέρνει να αποδεχτεί τον εαυτό του, κατανοώντας ότι διαθέτει πολλά χαρακτηριστικά γνωρίσματα και ότι η οπτική του ανεπάρκεια είναι μόνο ένα από αυτά (Tuttle & Tuttle, 2004).

Πολλές έρευνες έχουν διεξαχθεί διεθνώς (Bigelow, 2003, Rochat, 1995, Poncillia & Poncillia, 1996, Tuttle & Tuttle, 2004, Webster & Roe, 1998) προκειμένου να διαπιστωθεί αν η έννοια του εαυτού που διαμορφώνουν τα παιδιά και οι έφηβοι με ΑΟ είναι ανάλογη με εκείνη που διαμορφώνουν οι βλέποντες συνομήλικοί τους ή αν είναι περισσότερο αρνητική, λόγω της συγκεκριμένης αναπηρίας. Η Bigelow (2003) υποστηρίζει, ότι όταν υπάρχει μία έλλειψη σε έναν τομέα της ανάπτυξης του παιδιού αυτό θα έχει οπωσδήποτε αντίκτυπο στην ανάπτυξη των άλλων περιοχών της προσωπικότητάς του (Rochat, 1995). Μάλιστα οι Webster & Roe, (1998) αναφέρουν ότι τα άτομα με ΑΟ παρουσιάζουν συχνά εγωκεντρικότητα και πολύ μεγάλη κοινωνική ανωριμότητα, συγκριτικά με τα βλέποντα άτομα της αντίστοιχης χρονολογικής ηλικίας. Έτσι πολλά άτομα με ΑΟ έχουν περιγράψει ως άτομα με χαμηλή αυτοεκτίμηση, παθητικότητα, περιορισμένη διεκδικητικότητα και ως άτομα που χρειάζονται εξατομικευμένη βοήθεια στη μάθηση. Η οπτική αναπηρία ή ανεπάρκεια μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη διαμόρφωση της έννοιας του εαυτού στα παιδιά και ιδιαίτερα στους εφήβους, καθώς στην εφηβεία διαμορφώνεται ευκρινέστερα η έννοια του εαυτού. Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά και οι έφηβοι, επηρεάζουν την αυτοεκτίμησή τους και παρεμποδίζουν την ανάπτυξη μιας θετικής αυτοεκτίμησης (Tuttle & Tuttle, 2004, Poncillia & Poncillia, 1996).

Άλλες έρευνες (Tuttle & Tuttle, 2004· Griffin-Shirley & Ness, 2005) έχουν δείξει ότι τα αισθήματα εξάρτησης που βιώνουν τα άτομα με ΑΟ, κυρίως τα παιδιά και οι έφηβοι, όταν δέχονται την απολύτως αναγκαία και μερική βοήθεια από τους άλλους, η

έλλειψη αποδοχής από τους συμμαθητές/τριες τους, η μη ελκυστική εμφάνισή τους, η χρήση βοηθητικού εξοπλισμού, η δυσκολία να παρατηρήσουν και να μιμηθούν τη μη λεκτική συμπεριφορά των συνομηλίκων τους δημιουργούν προβλήματα στις κοινωνικές συναναστροφές, με αποτέλεσμα τη δημιουργία αρνητικής αυτοεκτίμησης

Τα πορίσματα της έρευνας των Lopez- Justicia et al (2001) σε εφήβους με ΑΟ και σε βλέποντες εφήβους, κατέδειξαν ότι οι έφηβοι με ΑΟ είχαν μια πιο αρνητική εικόνα για τον εαυτό τους σε σχέση με τους βλέποντες εφήβους. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα της έρευνας που διεξήχθη από τη Beaty (1992) σε εφήβους με προβλήματα όρασης. Αλλά και η έρευνα των Lifszitz, Hen, & Weisse (2007), που διερεύνησε την έννοια του εαυτού σε εφήβους με ΑΟ και σε βλέποντες εφήβους κατέδειξε ότι δεν υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες εφήβων. Οι έφηβοι με προβλήματα όρασης χαρακτήριζαν τους εαυτούς τους με όρους όπως: «είμαι δυνατός», «είμαι υγιής». Σύμφωνα με τη Beaty (1992) τα άτομα με ΑΟ είναι πολύ πιθανό προσπαθώντας να διαχειριστούν τα αισθήματα κατωτερότητας που βιώνουν, να δημιουργήσουν μια ιδανική εικόνα για τον εαυτό τους, η οποία μπορεί να μην είναι ρεαλιστική, αλλά τους βοηθά να αναπτύξουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση. Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τους Lopez-Justicia & Pichardo (2001) δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές στην αυτοεκτίμηση μεταξύ των δύο φύλων στα άτομα με ΑΟ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη μαθησιακή διαδικασία της φυσικής. Πρώτα όμως κρίνεται σκόπιμο να μελετηθούν οι παιδαγωγικές θεωρίες μάθησης, ώστε να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες μπορούν να μάθουν, γιατί αν κατανοηθεί ο τρόπος και το πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας τότε είναι εύκολο να προσεγγιστεί και να διερευνηθεί η εννοιολογική αλλαγή στο πλαίσιο αυτής της μαθησιακής διαδικασίας και μάλιστα πιο συγκεκριμένα στο να εξεταστεί η εννοιολογική αλλαγή στη μαθησιακή διαδικασία στο μάθημα της φυσικής. Πρέπει δηλαδή να μελετηθούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και των φοιτητών για τη δύναμη και την κίνηση μέσα από διάφορες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και να εξεταστεί κατά πόσο η ιστορία της φυσικής συμβάλει στην εννοιολογική αλλαγή. Αυτό προτείνεται να γίνει γιατί η έρευνα που ακολουθεί για την παραγωγή της νέας γνώσης και η έρευνα που πραγματοποιείται με τη συμμετοχή μαθητών/τριών και φοιτητών που εργάζονται για να κατακτήσουν νέες γνώσεις και δεξιότητες που αφορούν τη φυσική, είναι βασισμένες στα ίδια είδη γνωστικών διαδικασιών.

2.1 Παιδαγωγικές θεωρίες μάθησης

Για να μπορέσει ο άνθρωπος να ανταποκριθεί στις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις του σύγχρονου τρόπου ζωής, χρειάζεται συστηματική ενίσχυση και βοήθεια. Σε αρκετά μεγάλο βαθμό, αυτή η βοήθεια και ενίσχυση παρέχεται μέσα από τη μάθηση, η οποία στοχεύει στη μετάδοση των εμπειριών των περασμένων χρόνων στους μαθητές/τριες έτσι ώστε να μπορούν όχι μόνο να τις χρησιμοποιούν αλλά να τις εξελίσσουν, να τις βελτιώνουν και εν τέλει να τις προσαρμόζουν στο συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον που ζουν.

Ο Bigge (1990) θεωρεί ότι η έννοια της μάθησης σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τη μόνιμη αλλαγή στη συμπεριφορά του ατόμου, η οποία είναι αποτέλεσμα εμπειρίας και πράξης. Θεωρεί επίσης ότι η μάθηση έχει προσωπικό και ατομικό χαρακτήρα καθώς ο κάθε μαθητής μαθαίνει με το δικό του ξεχωριστό τρόπο. Κοινός παρονομαστής όμως είναι ότι οι αλλαγές μέσω της μάθησης συντελούνται στο πεδίο των γνώσεών του, των δεξιοτήτων και των στάσεών του.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η μάθηση είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη διδασκαλία. Οι νέες αντιλήψεις και τάσεις στο χώρο της παιδαγωγικής ψυχολογίας (Καψάλης, 2008) αντιμετωπίζουν το μαθητή όχι ως ένα παθητικό δέκτη που αντιδρά μηχανικά και χωρίς συμμετοχή στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος αλλά ως μια ενεργητική οντότητα που μπορεί να μετασχηματίσει τις πληροφορίες που του προσφέρονται από τον εκπαιδευτικό (Ματσαγούρας, 2009).

Στο πλαίσιο αυτό οι Kalantzis & Cope, (2008), υποστηρίζουν ότι η μάθηση που επιτυγχάνεται από τον μαθητή είναι ένα ζωντανό προϊόν που χρησιμεύει σε αυτόν στο να ικανοποιήσει τις ανάγκες του και να λύσει τα προβλήματα της ζωής του. Αυτή η ανάγκη όμως για μια νέα προσέγγιση στη μάθηση πηγάζει αφενός από τις κοινωνικοοικονομικές αλλαγές και αφετέρου από τις αυξανόμενες προσδοκίες των μαθητών/τριών ότι η εκπαίδευση θα συμβάλλει περισσότερο στην προσωπική ολοκλήρωση, την ενεργή κοινωνικοπολιτική τους συμμετοχή ως πολίτες και την πρόσβαση στην εργασία (Kalantzis & Cope, 2008).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η μάθηση δε προϋποθέτει *a priori* την ύπαρξη της διδασκαλίας ή το αντίθετο, παρόλο που υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ των δυο τους (Τριλιανός, 2003). Η διδακτική πράξη για να μπορέσει να είναι αποτελεσματική προϋποθέτει ο εκπαιδευτικός να λαμβάνει υπόψη του τις βασικές αρχές και θεωρίες της μάθησης. Άλλωστε, ας μην παραληφθεί ότι κατά τον Gagné (οπ. αναφ. ο Φλουρής, 2003), διδασκαλία είναι το σύνολο των ενεργειών που θα κάνει ο δάσκαλος προκειμένου να προκαλέσει, να ενεργοποιήσει, να ενισχύσει και να προωθήσει τη μάθηση.

2.1.1 Βασικές θεωρίες για τη μάθηση

Η μάθηση είναι μια πολύπλοκη διαδικασία για αυτό και υπάρχουν διάφορες θεωρίες που σκοπό έχουν να προσεγγίσουν και να ερμηνεύσουν τις βασικές της διεργασίες. Οι θεωρίες αυτές όμως διαφέρουν αρκετά στο μεθοδολογικό πλαίσιο που χρησιμοποιούν για να προσεγγίσουν τις μαθησιακές διεργασίες. Αυτό συμβαίνει επειδή έχουν συγκεντρώσει την προσοχή τους αποκλειστικά σε ορισμένες όψεις της όλης διεργασίας της μάθησης και έτσι εξετάζουν τα πράγματα από διαφορετική οπτική γωνία.

Στο πλαίσιο αυτό και οι Ράπτης & Ράπτη (2001), προβληματίζονται για το τι πρέπει να μάθει ο μαθητής καθώς και το πως είναι καλύτερο να το μάθει, δηλαδή τους στόχους, το περιεχόμενο και τη διαδικασία της μάθησης. Ουσιαστικά ο προβληματισμός αυτός αφορά σε κάθε εκπαιδευτικό, που είτε το γνωρίζει είτε όχι, υιοθετεί στην πράξη μια θεωρία μάθησης.

Σύμφωνα με τον Φλουρή (2003) είναι αδύνατη η δημιουργία μιας συγκεκριμένης θεωρίας, που να προβλέπει ένα πυλώνα γενικής εφαρμογής για όλες τις διδακτικές καταστάσεις, εξαιτίας των πολλών θεωριών και προσεγγίσεων για τη μάθηση που χαρακτηρίζουν τη διδασκαλία. Προκειμένου να γίνει κατανοητός ο τρόπος που οι μαθητές/τριες μαθαίνουν θα πρέπει να αναφερθούν τα βασικά χαρακτηριστικά των θεωριών μάθησης ώστε να επιλεγεί η καταλληλότερη δυνατή θεωρία για τη μαθησιακή διαδικασία στη φυσική. Οι αντιπροσωπευτικές θεωρίες μάθησης είναι οι εξής:

- **Συμπεριφορισμός:** Σύμφωνα με τη θεωρία του συμπεριφορισμού (ή μπιχεβιορισμού - behaviorism) δίνεται έμφαση στις αλλαγές που συμβαίνουν στην εμφανή συμπεριφορά του μαθητευόμενου, στο τι δηλαδή μπορεί να κάνει ο μαθητευόμενος ως αποτέλεσμα της κατάλληλης οργάνωσης του περιβάλλοντος της μάθησης κι όχι στις εσωτερικές διεργασίες που γίνονται κατά τη διάρκεια της (Ράπτης & Ράπτη 2001). Ο σημαντικότερος δηλαδή μηχανισμός της μάθησης είναι, κατά τους συμπεριφοριστές, η ενίσχυση της επιθυμητής συμπεριφοράς (Ράπτης & Ράπτη 2001). Σύμφωνα με τον Weiner (2006) τα αίτια των γεγονότων αποτελούν κρίσιμους παράγοντες ενεργειών, ενώ τα αποτελέσματα αποτελούν τους άμεσους παράγοντες αυτών των ενεργειών. Αναφέρει επίσης ότι οι σημαντικοί παράγοντες κοινωνικής μάθησης είναι τα ανθρώπινα συναισθήματα, καθώς και οι αμοιβές και ποινές.
- **Εποικοδομητισμός:** Ο εποικοδομητισμός (constructivism), στηρίχθηκε στη θεωρία του Piaget, που εισήγαγε τα στάδια της νοητικής ωρίμανσης και εμπλουτίστηκε με τη θεωρία περί αναπαράστασης των εμπειριών του κόσμου των παιδιών από τον «πραξιακό στον εικονιστικό και συμβολικό τρόπο», του Bruner (Poole, 1998). Κατά τον Morrison, (2003), σύμφωνα με τον εποικοδομητισμό, η μάθηση είναι μια διαδικασία εννοιολογικής διαπραγμάτευσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο εποικοδομητισμός αρχικά διερευνήθηκε και εφαρμόστηκε στο πλαίσιο των φυσικών επιστημών, δίνοντας

έμφαση στις υπάρχουσες αντιλήψεις, ιδέες και αναπαραστάσεις των μαθητευομένων σε σχέση με το θέμα που διδάσκονται κάθε φορά. Σύμφωνα με την εποικοδομητική άποψη δηλαδή, η νόηση είναι μια λειτουργία κατασκευής νοημάτων βασιζόμενη πάνω στην όλη εμπειρία του ατόμου. Η δόμηση της γνώσης είναι επομένως μια λειτουργία που βασίζεται στις προϋπάρχουσες εμπειρίες, τις νοητικές κατασκευές, τις πεποιθήσεις, τις «θεωρίες» που ο καθένας χρησιμοποιεί, προκειμένου να ερμηνεύσει αντικείμενα ή γεγονότα και τις οποίες δεν μπορεί να υποτιμά ο δάσκαλός κατά τις διδακτικές του επιδιώξεις (Ράπτης & Ράπτη, 2001).

- **Κοινωνικοπολιτισμικές θεωρήσεις για τη μάθηση:** Στο πλαίσιο αυτό η μάθηση δεν είναι ούτε παθητική ούτε απλώς ενεργός αλλά αλληλεπιδραστική (Collins, 1996). Σε αντίθεση με την ατομοκεντρική θεωρία του εποικοδομητισμού, άλλοι επιστήμονες, με πρωτοπόρο το Vygotsky, έχουν υποστηρίξει μια κοινωνικοκεντρική θεώρηση της ανάπτυξης, με βάση την οποία τονίζεται ο ρόλος που παίζουν οι κοινωνικο-πολιτιστικοί παράγοντες στη γένεση της γνώσης και την πορεία μάθησης και ανάπτυξης του ατόμου. Πρόκειται για μια σύγχρονη κατεύθυνση που είναι γνωστή ως *κοινωνικο-πολιτιστική* προσέγγιση, κατά την οποία η προσωπική σκέψη οικοδομείται με βάση την κοινωνική αλληλεπικοινωνία. Σύμφωνα με τον Vygotsky, η νοητική ανάπτυξη είναι μια διαδικασία άρρηκτα συνδεδεμένη με την ιστορικοκοινωνική διάσταση και το πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο συντελείται. Η ανάπτυξη επιτυγχάνεται όχι μόνο χάρις στον έμφυτο νοητικό εξοπλισμό του κάθε ατόμου, αλλά και εξαιτίας της διαμεσολάβησης των κοινωνικών γεγονότων και των πολιτιστικών εργαλείων (όπως είναι η γλώσσα), καθώς και της εσωτερίκευσης των σημασιών με τις οποίες είναι φορτισμένα αυτά τα πολιτισμικά μέσα και εργαλεία. Τα εργαλεία αυτά και οι κοινωνικές σημασίες τους όχι μόνο διαμεσολαβούν για την πραγματοποίηση των γνωστικών διεργασιών, αλλά εμπεριέχουν νοήματα και τρόπους σκέψης που διαμορφώνουν διαλεκτικά τις ίδιες τις νοητικές διεργασίες (Ράπτης & Ράπτη 2001).
- **Διερευνητική (ή ανακαλυπτική) μάθηση:** Η προσπάθεια του μαθητή να μαθαίνει μόνος του, αυτόβουλα, κάνοντας χρήση των εσωτερικών του

εμπειριών και δυνατοτήτων ανάγεται στην εποχή του Σωκράτη και του Πλάτωνα. Στην εποχή εκείνη, ο μεν πρώτος αναταράζει τις δημιουργικές δυνάμεις των μαθητών του, ο δε δεύτερος με τη διαλεκτική του καθορίζει έναν επιστημονικό τρόπο εργασίας στη μάθηση. Στη σύγχρονη εποχή η προσπάθεια του μαθητή για ανακάλυψη ή διερεύνηση των γνώσεων συστηματοποιήθηκε, οργανώθηκε και τεκμηριώθηκε κυρίως μέσα από τις θέσεις του Jerome Bruner. Οι Ράπτης και Ράπτη (2001) αναφέρουν ότι ο Bruner ανήκει στην κατηγορία των γνωστικών ψυχολόγων της μάθησης, που δίνει έμφαση στη διευκόλυνση της μάθησης μέσα από την κατανόηση των δομών και των επιστημονικών αρχών ενός αντικειμένου και των τρόπων του σκέπτεσθαι του μαθητευόμενου, καθώς και στην υιοθέτηση της ανακαλυπτικής μεθόδου, ή της καθοδηγούμενης ανακάλυψης με την ανάπτυξη εσωτερικών κινήτρων μάθησης από μέρους του μαθητευόμενου. Ουσιαστικά πρόκειται για μια διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, σχεδιασμού πειραμάτων, αναζήτησης πληροφοριών & ερμηνεία δεδομένων (Levy & Lameris, 2011) η οποία στηρίζεται σε μια δομημένη μαθητο-κεντρική μέθοδο επίλυσης προβλημάτων (Bodzin & Beerer, 2003). Οι καθηγητές αξιολογούν (Bodzin & Beerer, 2003) με βάση το αν και κατά πόσο οι μαθητές/τριες:

- *διατυπώνουν επιστημονικά ερωτήματα*
 - *σχεδιάζουν ένα πλάνο εκτέλεσης έρευνας*
 - *διατυπώνουν επεξηγήσεις και αναλύσεις των ευρημάτων τεκμηριώνοντας τα.*
 - *αξιολογούν τα ευρήματα τους*
 - *δημοσιεύουν τα ευρήματα τους*
- **Συνεργατική μάθηση:** Στη σύγχρονη εποχή, κοινωνικοί παράγοντες, όπως η αριθμητική συρρίκνωση των μελών της οικογένειας και η εξαφάνιση της γειτονικής «αλάνας», περιόρισαν τις εκτός σχολείου δυνατότητες κοινωνικοποίησης των παιδιών (Ματσαγγούρας, 1997). Τέτοιου είδους προσεγγίσεις και πρακτικές παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα ενώ προωθούν ενεργητικές και σύνθετες στάσεις απέναντι στο φαινόμενο της μάθησης (Burbules, 2000). Στο πλαίσιο αυτό η συνεργατική μέθοδος εργασίας μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο που έχει τη δυνατότητα να βοηθήσει τους

μαθητές/τριες να αποκτήσουν ένα ενεργητικό μοντέλο μάθησης (Dillnbourg & Self, 1995). Την ίδια στιγμή η σύγχρονη αγορά εργασίας αναζητά άτομα που έχουν τη δυνατότητα να συνεργάζονται ομαλά μέσα σε δίκτυα επικοινωνίας. Τα δύο αυτά στοιχεία κατέστησαν επιτακτική την ανάγκη να καλύψει το σχολείο το έλλειμμα κοινωνικοποίησης, γεγονός που οδήγησε στη χρήση και ανάπτυξη της συνεργατικής μάθησης (Ματσαγγούρας, 1997). Με την ευρύτερη της έννοια, η συνεργατική μάθηση μπορεί να οριστεί ως η από κοινού εργασία πάνω σε ένα συγκεκριμένο θέμα με τρόπο τέτοιο ώστε να προωθείται η ατομική μάθηση μέσω των συνεργατικών διεργασιών (Σγουροπούλου, Κουτουμάνου 2001).

2.2 Οι παρανοήσεις των μαθητών/τριών - φοιτητών και η εννοιολογική αλλαγή στο πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας

Οι άνθρωποι λόγω της εξελικτικής τους ικανότητας, από πολύ μικρή ηλικία μπορούν να μαθαίνουν με μεγάλη ευκολία συλλέγοντας πληροφορίες από το φυσικό τους περιβάλλον, τις οποίες τις μετατρέπουν σε έννοιες. Για αυτό και οι μαθητές/τριες πριν ακόμα φοιτήσουν στο σχολείο έχουν ήδη δημιουργήσει απόψεις για πολλά θέματα του φυσικού κόσμου, μέσα από την κοινωνική επαφή και την γλώσσα, που τους βοηθούν να ερμηνεύσουν και να κατανοήσουν τα διάφορα φαινόμενα, ασκώντας τους ισχυρή επιρροή στη μεταγενέστερη μάθηση της φυσικής και των νόμων της (Κώτσης & Βέμης, 2002· Κώτσης & Κολοβός, 2002). Οι απόψεις αυτές που έχουν οικοδομήσει καλούνται παρανοήσεις, εναλλακτικές ιδέες ή και αντιλήψεις. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι οι μαθητές/τριες μπορούν να διατηρήσουν τις παρανοήσεις για τις διάφορες έννοιες της φυσικής και ως φοιτητές/τριες, καθώς δεν μπόρεσαν να τις τροποποιήσουν στο σχολείο (Στύλος, Ευαγγελλάκης & Κώτσης, 2007· Vosniadou & Skopeliti, 2018).

Το ερώτημα όμως που γεννιέται είναι πως δημιουργούνται οι παρανοήσεις των μαθητών/τριών. Ο όρος *παρανοήσεις των εννοιών* στη φυσική καθώς και τα συνώνυμά του *εναλλακτικές ιδέες / αντιλήψεις*, αφορά στις εδραιωμένες αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές/τριες και που ευθύνονται για τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην κατανόηση των διαφόρων εννοιών της φυσικής. Μερικές από τις παρανοήσεις αυτές,

μπορεί να προέρχονται από τα πρώτα κιόλας χρόνια των μαθητών/τριών μέσα από την διαδικασία συλλογής πληροφοριών από το φυσικό τους περιβάλλον και τη μετατροπή τους σε έννοιες. Μπορεί όμως και να προκαλούνται από την ίδια την διδασκαλία της φυσικής ή ακόμα και να ενισχύονται από τη διδασκαλία (Driver & Easley, 1978· McCloskey, 1983a· Driver et al., 1985).

Οι μαθητές/τριες ερμηνεύουν συνεχώς στηριζόμενοι στις εμπειρίες τους και στην κοινή λογική κάτι που συνεχίζουν να το κάνουν και στην ενήλικη ζωή τους, ως φοιτητές/τριες. Όσον αφορά τα φυσικά φαινόμενα οι εξηγήσεις που προσφέρουν εξαρτώνται από τις εμπειρίες τους, από το πόσο απλές, κατανοητές και επαρκείς είναι οι επεξηγήσεις που παρέχονται από άλλους είτε πρόκειται για γονείς και συγγενείς είτε φίλους και εκπαιδευτικούς, τη δυνατότητα πραγμάτευσης των εξηγήσεων αυτών με τους συμμαθητές/τριες τους, τις προηγούμενες γνώσεις τους, την εικόνα του κόσμου που κυριαρχεί στο πλαίσιο της κουλτούρας τους κ.λπ. (Χαλκιά, 2012).

Στο πλαίσιο αυτό οι μαθητές και οι φοιτητές χρησιμοποιούν συγκεκριμένους μηχανισμούς προκειμένου να πειστούν και να πείσουν για την εγκυρότητα των ιδεών τους. Απλή και απευθείας σύγκριση με την πραγματικότητα και συμφωνία με άλλα πρόσωπα. Η περιοχή εφαρμογής των εναλλακτικών αυτών ιδεών είναι περιορισμένη. Οι ερμηνείες δηλαδή των μαθητών/τριών δεν αναγνωρίζουν την κοινή βάση των φαινομένων και για αυτό δεν έχουν γενικευμένη ισχύ. Αυτό συμβαίνει για διάφορους λόγους (Χαλκιά, 2012):

- οι πληροφορίες που λαμβάνουν για τον φυσικό κόσμο μέσω των αισθητήριων οργάνων τους είναι περιορισμένες, με αποτέλεσμα να έχουν ατελή εικόνα για τον φυσικό κόσμο
- η ερμηνεία των φαινομένων βασίζεται στην κοινή λογική και στους ατελείς συλλογισμούς που συνήθως δεν οδηγούν σε γενικεύσεις και αφαίρεση και
- οι προϋπάρχουσες γνώσεις που έχουν για τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου είναι περιορισμένες, πράγμα που σημαίνει ότι η ερμηνεία των φαινομένων του φυσικού κόσμου περιορίζεται από τις γνώσεις αυτές.

Η διαπίστωση ότι οι μαθητές και οι φοιτητές διαθέτουν εναλλακτικές ιδέες οδήγησε στη διαμόρφωση προτάσεων για την τροποποίηση και την αλλαγή τους. Κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφοροι ορισμοί για την εννοιολογική αλλαγή (conceptual change).

Ορισμένοι είναι πιο γενικοί και περιλαμβάνουν κάθε δυνατή περίπτωση που μπορεί να αποτελέσει κάθε είδους αλλαγή στο εννοιολογικό δυναμικό των μαθητών/τριών, ενώ άλλοι είναι πιο εξειδικευμένοι και περιορίζονται μόνο στις περιπτώσεις που παρατηρείται ριζική αλλαγή στις εννοιολογικές δομές των μαθητών/τριών (Χαλκιά, 2012) και των φοιτητών.

Οι Chinn & Brewer (2003) ανήκουν στην πρώτη κατηγορία. Σύμφωνα με αυτούς, για να προσδιορίσουμε την εννοιολογική αλλαγή, θα πρέπει να μπορούμε να καταγράψουμε τη γνώση ενός μαθητή ή φοιτητή για κάποιο θέμα σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές. Οι ερευνητές αυτοί θεωρούν ότι η εννοιολογική αλλαγή σηματοδοτεί κάθε μεταβολή στο γνωστικό υπόβαθρό του μαθητή ή του φοιτητή, είτε με τροποποίηση είτε με αντικατάσταση εννοιών.

Άλλοι όμως ερευνητές χρησιμοποιούν τον όρο εννοιολογική αλλαγή μόνο σε περίπτωση αντικατάστασης των αντιλήψεων πριν από τη διδασκαλία που έχουν οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες για κάποιες έννοιες για τη φυσική με τις αντίστοιχες επιστημονικές έννοιες. Συγκεκριμένα ο Duit (2003) χρησιμοποιεί τον όρο για εκείνες τις περιοχές γνώσης όπου οι εννοιολογικές δομές των μαθητών/τριών και των φοιτητών πριν από την διδασκαλία πρέπει να ανοικοδομηθούν ριζικά για να επιτρέψουν την κατανόηση της επιδιωκόμενης γνώσης, δηλαδή την κατάκτηση των επιστημονικών εννοιών. Οι Scott, Asoko, & Leach (2007) θεωρούν ότι ο όρος εννοιολογική αλλαγή άλλες φορές αναφέρεται στη διαδικασία μάθησης και άλλες φορές στο προϊόν της.

Προκειμένου να εντοπιστούν οι ρίζες της εννοιολογικής αλλαγής πρέπει να γίνει μια αναδρομή στο παρελθόν στις έρευνες που διεξήγαγε ο βιολόγος και αργότερα ψυχολόγος Piaget. Η προσέγγισή του βασίστηκε στη εξελικτική επιστημολογία και προσπάθησε να δει την εξέλιξη του νου από την πλευρά της βιολογίας. Με τον τρόπο αυτό, κατάφερε να φωτίσει την προσαρμοστική λειτουργία της γνώσης (Χαλκιά, 2012).

Για να πραγματοποιηθεί η εννοιολογική αλλαγή θα πρέπει ο μαθητής να μετασχηματίσει τις παρωχημένες, εναλλακτικές ιδέες που έχει διαμορφώσει. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να επέλθει πρώτα ο κριτικός στοχασμός πάνω στην παλιά γνώση. Ουσιαστικά πρόκειται για μια διεργασία σύμφωνα με την οποία επανεξετάζονται οι παλιές ιδέες, αξιολογούνται, αμφισβητούνται, επαναδιαπραγματεύονται και επαναδιατυπώνονται ώστε να κατακτήσουν τη νέα γνώση (Κόκκος, 2011· Mezirrow, 2007).

Οι μαθητές/τριες επομένως θα μπορούν να μάθουν να στοχάζονται επιστημολογικά, ανάλογα δηλαδή με τις παραδοχές που έχουν υιοθετήσει σχετικά με τις αιτίες, τη φύση και τις συνέπειες του πλαισίου αναφοράς των ιδεών τους, μέσα στο οποίο εκδηλώνονται οι προδιαθέσεις να μαθαίνουν με ένα συγκεκριμένο τρόπο και να θέτουν συγκεκριμένους στόχους (Mesirrow, 1998).

Επιπλέον η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής φαίνεται να σχετίζεται με μια σταδιακή άρση των προϋποθέσεων που εντάσσονται στην θεωρία πλαισίου των μαθητών/τριών και τη σταδιακή αντικατάστασή του με την αντίστοιχη επιστημονική θεωρία. Πρέπει δηλαδή να μειωθεί το χάσμα ανάμεσα στις παλιές γνώσεις των μαθητών/τριών και στη νέα επιστημονική γνώση (Βοσνιάδου, Βαμβακούση & Σκοπελίτη, 2008).

Για το λόγο αυτό οι εκπαιδευτικοί όλων των βαθμίδων καλούνται να καλλιεργήσουν την κριτική σκέψη των μαθητών/τριών από μικρή κιόλας ηλικία και να εγκαταλείψουν τις πεπαλαιωμένες μεθόδους διδασκαλίας που ακολουθούσαν στο παρελθόν, που εστίαζαν στην απλή μετάδοση γνώσεων και την παθητική στάση των μαθητών/τριών, ώστε να μην διατηρούν τις εναλλακτικές αυτές ιδέες ως φοιτητές/τριες (Vosniadou & Skopeliti, 2018). Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι ο διευκολυντής και ο καθοδηγητής ώστε ο μαθητής να μαθαίνει πως να μαθαίνει μόνος του και πώς να λειτουργεί αυτόνομα προς μια ερευνητική πορεία αυτομάθησης και γνώσης (Λιοναράκης, 2001) και εννοιολογικής αλλαγής.

2.2.1 Οι παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών

Οι μαθητές/τριες στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν τον κόσμο που ζουν, δημιουργούν τις εναλλακτικές - μη επιστημονικές ιδέες στηριζόμενοι στις εμπειρίες τους και στις τρέχουσες γνώσεις τους. Οι εναλλακτικές - μη επιστημονικές ιδέες τους διαμορφώνονται με την επίδραση των αντιλήψεων των μεγάλων, των μέσων επικοινωνίας, την αλληλεπίδραση με άλλα παιδιά, τους γλωσσικούς κώδικες και τις εκφράσεις που χρησιμοποιούν οι μεγαλύτεροι (Κολιόπουλος, 2004).

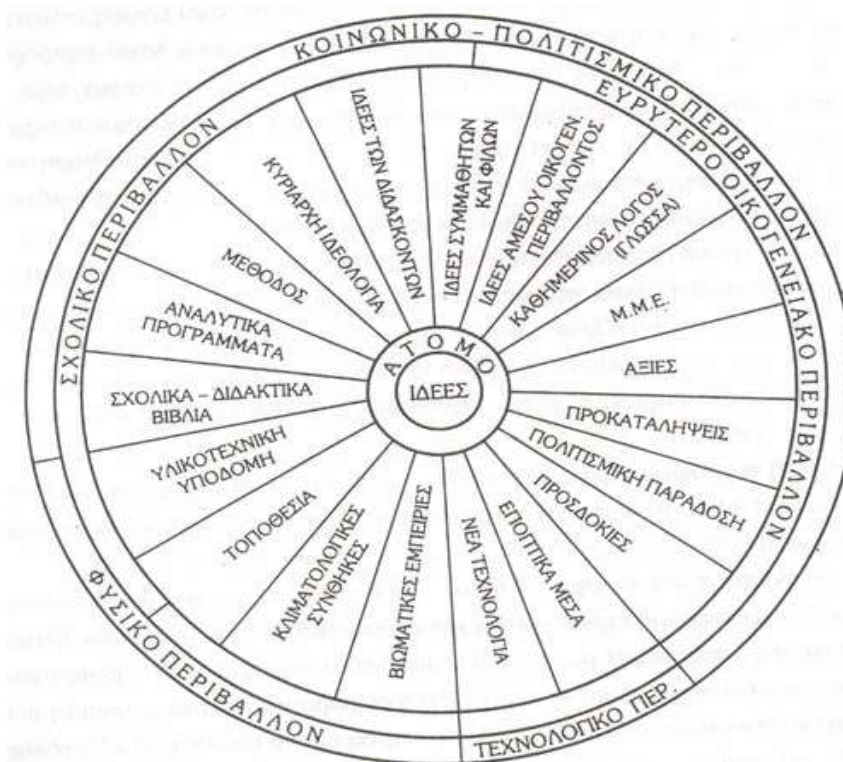
Ακόμα δημιουργούνται παρανοήσεις στους μαθητές/τριες και κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, συχνά λόγω έλλειψης ουσιαστικής επικοινωνίας μεταξύ δασκάλων και μαθητών/τριών ή έλλειψης χρόνου. Οι εκπαιδευτικοί στην προσπάθειά τους να

μεταδώσουν στους μαθητές/τριες τις νέες ιδέες τις μεταφράζουν σε λέξεις, σχήματα, διαγράμματα ή σύμβολα και οι μαθητές/τριες με τη σειρά τους τα βλέπουν, τα παρατηρούν, αλλά πρέπει να προσδώσουν σε αυτά νόημα. Σε αυτήν τους την προσπάθεια υπάρχει μεγάλη πιθανότητα το νόημα που θα προσδώσουν οι μαθητές/τριες να μην είναι το ίδιο με εκείνο που ήθελε να προσδώσει ο εκπαιδευτικός. Ο κίνδυνος της παρανόησης γίνεται μεγαλύτερος αν η γλώσσα που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός δεν τους είναι οικεία. (Κολιόπουλος, 2004).

Οι μαθητές/τριες μπορούν να δημιουργήσουν παρανοήσεις και από τα σχολικά εγχειρίδια, καθώς ο τρόπος που κατανοούν αυτά που διαβάζουν στα εγχειρίδια επηρεάζεται από την ερμηνεία που τους προσδίδουν οι μαθητές/τριες. Έτσι οι μαθητές/τριες κατασκευάζουν ερμηνείες συσχετίζοντας αυτά που ήδη γνωρίζουν με αυτά που διαβάζουν. Για τον λόγο αυτό μπορεί να προσδώσουν διαφορετικές ερμηνείες από αυτές που στόχευε ο συγγραφέας του σχολικού εγχειριδίου (Κολιόπουλος, 2004).

Σύμφωνα με τον Καρανίκα, (1996) οι παράγοντες που επηρεάζουν ή διαμορφώνουν τις ιδέες των ατόμων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (εικ. 1):

1. Κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον.
2. Σχολικό περιβάλλον: υλικοτεχνική υποδομή, σχολικά βιβλία, αναλυτικά προγράμματα, μέθοδος, κυρίαρχη ιδεολογία, ιδέες των διδασκόντων, ιδέες μαθητών/τριών κι φίλων
3. Οικογενειακό περιβάλλον: Ιδέες άμεσου περιβάλλοντος, καθημερινός λόγος, ΜΜΕ, αξίες, προκαταλήψεις, πολιτισμική παράδοση, προσδοκίες
4. Φυσικό περιβάλλον: υλικοτεχνική υποδομή, τοποθεσία, κλιματολογικές συνθήκες, βιωματικές εμπειρίες
5. Τεχνολογικό περιβάλλον: νέα τεχνολογία, εποπτικά μέσα.



Εικόνα 1: Παράγοντες που επηρεάζουν ή διαμορφώνουν τις ιδέες των ατόμων

(Πηγή: Καρανίκας, 1996)

Οι εναλλακτικές - μη επιστημονικές ιδέες, που κατασκευάζουν οι μαθητές φαίνεται να προκύπτουν από την προσπάθεια που κάνουν οι ίδιοι να εμπλουτίσουν τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους (Βοσνιάδου και συν., 2008).

2.2.2 Χαρακτηριστικά εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών και των φοιτητών

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και των φοιτητών έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με τους Driver et al, (1985) αυτές οι ιδέες των μαθητών και των φοιτητών είναι ίδιες ανεξάρτητα από την εθνικότητά τους και πολλές φορές μοιάζουν με τις απόψεις που έχουν διατυπωθεί από τους πρώτους επιστήμονες στα σπερματικά στάδια εξέλιξης της κάθε επιστήμης. Άλλο ένα κοινό χαρακτηριστικό των εναλλακτικών ιδεών η ποικιλία απόψεων για τις έννοιες και τα φαινόμενα εξαιτίας του συνδυασμού των αρχικών εμπειρικών απόψεων των μαθητών/τριών με τη διδασκόμενη επιστημονική γνώση, οι οποίες όμως μένουν ανεκδήλωτες κατά την διδακτική πράξη

επειδή λειτουργούν στο υπόβαθρο της σκέψης των μαθητών/τριών (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985)

Ο Κολιόπουλος (2004) στηριζόμενος στους Driver et al, (1985) επεκτείνει τα κοινά χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών και των φοιτητών συνοψίζοντάς τες ως εξής:

- Στηρίζονται στη βιωματική μάθηση. Οι ιδέες προκαλούνται από τις προσωπικές εμπειρίες και την αισθητηριακή αντίληψη.
- Έχουν τη μορφή συνεκτικών ιδεών. Πρόκειται δηλαδή για λογικοφανείς εξηγήσεις που εξηγούν επαρκώς ένα φαινόμενο, εμφανίζουν έναν εμπειρικό αιτιακό συλλογισμό, μπορεί να παρουσιάζουν δομικά χαρακτηριστικά και εσωτερική συνοχή. Για αυτό άλλωστε και παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στη διδασκαλία και δεν αλλάζουν ακόμη και σε μεγαλύτερη βαθμίδα της εκπαίδευσης
- Είναι ποιοτικά διαφοροποιημένες από το συγκεκριμένο επιστημονικό πλαίσιο. Οι μαθητές/τριες προχωρούν σε απόλυτες γενικεύσεις των φαινομένων.

Άλλοι ερευνητές (Giordan & Veechi, 1990· Skoumios & Hatzinikita, 2005· Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2003· Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2000· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001), αναφέρουν ότι τα κοινά χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών και των φοιτητών είναι τα εξής:

- Η κυριάρχηση της σκέψης με γνώμονα τις αισθήσεις: όταν δηλαδή οι μαθητές καλούνται να λύσουν ένα πρόβλημα, και προσπαθούν να αναγνωρίσουν την κατάσταση που στηρίζεται σε κάποια δεδομένα, τα οποία τα αντιλαμβάνονται μέσω των αισθήσεων.
- Η περιορισμένη εστίαση: όταν δηλαδή οι μαθητές εστιάζουν την προσοχή τους και επεξεργάζονται μόνο μερικές παραμέτρους αγνοώντας κάποιες άλλες.
- Η εξάρτηση των ιδεών από το πλαίσιο που πρέπει να χρησιμοποιηθούν: οι μαθητές δηλαδή έχουν διαφορετικές ιδέες και αντιλήψεις για να ερμηνεύσουν φυσικά φαινόμενα, που πολλές φορές είναι αντιφατικές

μεταξύ τους, χωρίς να αντιλαμβάνονται την ανάγκη για επιστημονική θεώρηση των φαινομένων.

- ο Η αδυναμία διαχωρισμού εννοιών: όταν δηλαδή οι μαθητές χρησιμοποιούν αδιάκριτα έννοιες για να εξηγήσουν φαινόμενα, τα οποία όμως έχουν διαφορετική σημασία.
- ο Η τμηματική εξέταση των φαινομένων: όταν οι μαθητές εξετάζουν τμηματικά τα φαινόμενα με γραμμικούς αιτιακούς συλλογισμούς.
- ο Η αντοχή των εναλλακτικών ιδεών: οι ιδέες των μαθητών είναι ανθεκτικές στην αλλαγή κι όταν μετασχηματίζονται τότε, αυτό γίνεται αργά και διαρκεί αρκετά.

Σύμφωνα με τους Στύλο και συν., (2007) οι εναλλακτικές ιδέες των φοιτητών εμφανίζουν δύο κοινά χαρακτηριστικά, που συναντώνται και στις αντιλήψεις των μαθητών όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης σε έννοιες της Φυσικής, και αφορούν στην αδυναμία διαχωρισμού των εννοιών και στην αντοχή των εναλλακτικών ιδεών. Σύμφωνα με τον Κώτση (2002) οι φοιτητές διαμορφώνουν τις εναλλακτικές τους ιδέες στηριζόμενοι τόσο σε δικά τους νοητικά σχήματα που έχουν διαισθητικό ή εμπειρικό χαρακτήρα και όσο σε επιστημονικές γνώσεις που αποκόμισαν από τη διδασκαλία, οι οποίες έχουν αποφέρει σύγχυση αυτών των εμπειριών. Ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι επειδή οι φοιτητές είναι μια διαφορετική κατηγορία από τους μαθητές, καθώς έχουν ολοκληρώσει τη βασική - υποχρεωτική τους εκπαίδευση, γίνεται κατανοητό ότι εναλλακτικές τους ιδέες έχουν διαμορφωθεί κατά τη διάρκεια της σχολικής τους πορείας, με γνώσεις από το επιστημονικό μοντέλο (Κώτσης, 2002).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τον εποικοδομητισμό οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών τους/ τις εμποδίζουν να αντιληφθούν και να κατανοήσουν τις επιστημονικά ορθές απόψεις για τα φυσικά φαινόμενα (Καλαμπιός, 2018).

2.2.3 Η εννοιολογική αλλαγή στη μαθησιακή διαδικασία της φυσικής

Στο πεδίο της μαθησιακής διαδικασίας της φυσικής διαπιστώνεται ότι η εννοιολογική αλλαγή είναι εκείνη που έχει την πιο μακρά παράδοση και τη μεγαλύτερη επιρροή τόσο στην επιστημονική κοινότητα της διδακτικής της φυσικής όσο και στον τρόπο μάθησης της φυσικής. Η εννοιολογική αλλαγή στις γνωσιακές προσεγγίσεις,

επικεντρώνεται δηλαδή αυστηρά στο γνωσιακό επίπεδο και θεωρεί τη μάθηση στη φυσική μια διαδικασία κατάκτησης των εννοιών της φυσικής και εστιάζει στο πώς μπορεί να την επιτύχει ο μαθητής (Χαλκιά, 2012).

Οι Anderson (2007) και Scott et al., (2007), αναφερόμενοι στο θεμελιώδες άρθρο των Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, (1982), συμμερίζονται την άποψη ότι στη διατύπωση της θεωρίας της εννοιολογικής αλλαγής στο πεδίο της φυσικής οδήγησε ο συνδυασμός γνώσεων που προέκυψαν από εμπειρικές έρευνες και θεωρητική μελέτη πολλών ετών όπως:

1. η αξιοποίηση των ιδεών του Piaget περί αφομοίωσης και συμμόρφωσης των εννοιών, δηλαδή πώς οικοδομεί τη γνώση το παιδί κατά την αλληλεπίδραση του με το φυσικό κόσμο,
2. η διαπίστωση ότι η προηγούμενη γνώση επηρεάζει την επιδιωκόμενη γνώση και μάθηση,
3. η αξιοποίηση των μελετών φιλοσόφων και ιστορικών της επιστήμης περί εξέλιξης της επιστήμης.

Σύμφωνα με τον Piaget (1952, οπ. αναφ. η Χαλκιά 2012) θεμέλιος λίθος για την εξέλιξη της αναπτυξιακής ψυχολογίας αλλά και της ψυχολογίας της μάθησης, αποτέλεσε η θεωρία του ότι η γνωσιακή ανάπτυξη είναι το αποτέλεσμα της ωρίμανσης μέσα από τη δυναμική αλληλεπίδραση του ατόμου με το περιβάλλον του και της παράλληλης αλλαγής στην ικανότητα της λογικής σκέψης. Επομένως η ικανότητα των μαθητών/τριών να δομήσουν γνώσεις χαρακτηρίζονται από ολικές αναδιοργανώσεις που είναι γνωστές ως στάδια ανάπτυξης.

Σύμφωνα με τη Vosniadou (1999) η θεωρία του Piaget δεν αρκούσε για να μπορέσει να εξηγήσει τα αποτελέσματα ερευνών που σχετίζονταν με τη γνωσιακή - αναπτυξιακή ψυχολογία και την εκπαιδευτική έρευνα για τη μάθηση στο πεδίο της Φυσικής. Έτσι οι έρευνες παρουσίαζαν από τη μία τις παρανοήσεις των μαθητών/τριών για έννοιες της φυσικής (Driver & Easley, 1978) και από την άλλη έδειχναν ότι οι μαθητές αναπτύσσουν ικανότητες λογικής σκέψης σε συγκεκριμένα πεδία γνώσης πολύ πιο νωρίς από αυτό που προέβλεπε η θεωρία του Piaget (Gelman & Gallistel, 1978). Για το λόγο αυτό άρχισαν προσπάθειες για την διατύπωση θεωριών που σχετίζονταν με την εννοιολογική αλλαγή και την ανάπτυξη των μαθητών.

Αρκετοί ερευνητές επομένως θέλησαν να εξηγήσουν την ανθεκτικότητα των παρανοήσεων των μαθητών για κάποιες έννοιες της φυσικής αλλά και να προτείνουν συγκεκριμένες διδακτικές πρακτικές ώστε να αλλάξουν τις παρανοήσεις αυτές. Για να το πετύχουν αυτό οι Posner et al., (1982) στράφηκαν στην Ιστορία και τη Φιλοσοφία της Φυσικής καταφέροντας να δείξουν τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στην *αφομοίωση* και τη *συμμόρφωση* του Piaget με την *φυσιολογική επιστήμη* και *επιστημονική επανάσταση* του Kuhn (1970). Οι Posner et al., (1982) κατάφεραν έτσι να εξηγήσουν ικανοποιητικά τις αιτίες των παρανοήσεων των μαθητών αλλά και να διατυπώσουν μια διδακτική προσέγγιση για τη φυσική που θα μπορέσει να αλλάξει τις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών/τριών καθώς οι τελευταίοι θα έρθουν αντιμέτωποι με ένα πρόβλημα που η αρχική του θεωρία δεν μπορεί να αντιμετωπίσει αυτή του του Kuhn. Η γνωσιακή σύγκρουση δηλαδή ανδείχθηκε σε εργαλείο της διδακτικής προσέγγισης στη φυσική (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982).

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι η Carey (1985) και οι αναπτυξιακοί ψυχολόγοι, υποστήριξαν ότι η γνωσιακή ανάπτυξη μπορεί να περιγραφεί ως αναδιοργάνωση γνωσιακών δομών κατά γνωστικό πεδίο. Πιο συγκεκριμένα η Carey (1985) υποστήριξε ότι οι μαθητές ξεκινούν με ένα συγκεκριμένο πλήθος γνωσιακών δομών, οι οποίες οργανώνονται γύρω από θεμελιώδεις αρχές. Για αυτό και οι μαθητές/τριες μικρότερης ηλικίας μπορούν να εξηγήσουν και να ερμηνεύσουν με τρόπο συνεκτικό φαινόμενα τόσο του κοινωνικού όσο και του φυσικού τους περιβάλλοντος (Carey & Spelke, 1996).

Η προσπάθεια όμως της προσέγγισης της εννοιολογικής αλλαγής σκοπό έχει να εξηγήσει τις δυσκολίες των μαθητών στην μάθηση σε διάφορα επιστημονικά πεδία (Limon, 2002). Για αυτό και έχουν διατυπωθεί και πολλές απόψεις σχετικά με την προσπάθεια οριοθέτησης της σημασίας της και των μηχανισμών που την υποστηρίζουν (Vosniadou, 1999). Για να κατανοήσει όμως κανείς, πρώτα, την εννοιολογική αλλαγή θα πρέπει να δέχεται ότι η μάθηση εξαρτάται από τη προϋπάρχουσα γνώση. Καθετί καινούριο ερμηνεύεται με βάση τις παλιές γνώσεις και αφομοιώνεται στο προϋπάρχον γνωσιακό πλαίσιο (Bransford, et al., 1999· Vosniadou, 2001). Παρόλα αυτά όμως συχνά η προϋπάρχουσα γνώση έρχεται σε αντίθεση με τις νέες και απαιτείται άμεση αναδιοργάνωση των προηγούμενων γνώσεων και των γνωσιακών συστημάτων. Αυτό γίνεται πριν αλλά και κατά τη διάρκεια της σχολικής εκπαίδευσης (Gelman,

2002·Stern, 2003). Σύμφωνα με τον Στύλο και συν., (2007) οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/τριών παραμένουν σε μεγάλο βαθμό καθ' όλη τη διάρκεια της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, χωρίς να γίνεται προσπάθεια, όπου απαιτείται, εννοιολογικής αλλαγής, σύμφωνα με το εποικοδομητικό μοντέλο μάθησης και διδασκαλίας της φυσικής.

Γίνεται επομένως κατανοητό ότι με αυτό τον τρόπο οι νεαροί μαθητές/τριες έχουν ήδη αποκτήσει γνώση για το φυσικό κόσμο που τους περιβάλλει πηγαίνοντας σχολείο, γνώση που στηρίζεται στην αισθητηριακή τους εμπειρία και στις πληροφορίες που συλλέγουν από το περιβάλλον τους.

Αρκετά συχνά όμως οι απόψεις αυτές των μαθητών/τριών αλλά και των φοιτητών/τριών είναι διαφορετικές από το επιστημονικό πρότυπο που πρόκειται να διδαχθούν (Κώτσης & Βέμης, 2002· Κώτσης & Κολοβός, 2002) καθώς μπορεί είτε να είναι λαθεμένες είτε όχι, με αποτέλεσμα να μπορούν να σταθούν εμπόδιο στη μάθηση της σχολικής φυσικής (Vosniadou, 2002). Παρ' όλα αυτά όμως, οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών μπορεί είτε να επηρεαστούν από τη διδασκαλία (Driver & Easley, 1978·Clement, 1982· Minstrell, 1982· McCloskey, 1983· Driver & Erickson, 1983· Driver et al.,1985· Osborne & Freyberg, 1985· Driver, 1989· diSessa, 1988, 1993· Hestenes, et al., 1992· Hynd, 1998· McDermott, 1998· Vosniadou & Ioannides, 1998·Vosniadou, 2002) με τρόπο που δεν είναι γνωστός είτε να παραμείνουν ανεπηρέαστες (Κώτσης & Βέμης, 2002· Κώτσης & Κολοβός, 2002).

Ωστόσο οι ιδέες αυτές των μαθητών και των φοιτητών δεν είναι στατικές. Στην πραγματικότητα πρόκειται για μια δυναμική διαδικασία καθώς αλλάζουν συνέχεια (Καλκάνης και συν., 2008). Έτσι μέσα από το μάθημα της φυσικής οι μαθητές αποκτούν νέες γνώσεις και νέες εμπειρίες. Αυτό γίνεται γιατί η Φυσική αποτελεί ένα οργανωμένο σύστημα με βάση το οποίο οι μαθητές/τριες αποκτούν νέα γνώση για τη φύση και τον κόσμο που τους περιβάλλει (Σταυρίδου, 2011).

Η γνώση αυτή προέρχεται από την εφαρμογή συγκεκριμένων διαδικασιών που συγκροτούν τη λεγόμενη επιστημονική μέθοδο και με τη συνεχή έρευνα οι μαθητές/τριες αλλά και οι φοιτητές/τριες διαμορφώνουν ένα σώμα γνώσεων που τους επιτρέπει να περιγράφουν και να ερμηνεύουν διάφορα φυσικά φαινόμενα, αλλά και να κάνουν προβλέψεις για την εξέλιξη τους, χρησιμοποιώντας έννοιες, νόμους και θεωρίες, με χαρακτήρα όλο και πιο αποτελεσματικό, όλο και πιο παγκόσμιο

(Σταυρίδου, 2011). Απαιτείται η κατανόηση του τρόπου που οι μαθητές/τριες οργανώνουν τη γνώση αλλά και του τρόπου που μεταβάλουν τις προϋπάρχουσες ιδέες και απόψεις τους κατά τη διαδικασία απόκτησης νέων γνώσεων (Καλκάνης και συν., 2008).

Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται η τάση στη σύγχρονη διδακτική της φυσικής (Κώτσης & Βέμης, 2002) να καταγράφει τις ιδέες των μαθητών/τριών για τα φυσικά φαινόμενα πριν τα διδαχθούν στο σχολείο και στη συνέχεια να μελετά την επίδραση αυτών των ιδεών στη μάθηση και στην πορεία των μαθητών σε όλες της βαθμίδες της εκπαίδευσης, μέχρι την τριτοβάθμια (Κώτσης & Βέμης, 2002· Κώτσης & Κολοβός, 2002).

Για να κατανοηθεί αυτό όμως, θα πρέπει πρώτα να υπογραμμιστεί ότι η μάθηση στη Φυσική δεν περιλαμβάνει μόνο την αποδοχή των νέων ιδεών, αλλά και την τροποποίηση ή κατάργηση των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών αλλά και των φοιτητών (Κώτσης & Κολοβός, 2002). Πολλοί ερευνητές (Vosniadou & Ioannides, 1998· Κουλαϊδής & Χατζηνικητά, 2001· Βοσνιάδου και συν., 2008) θεωρούν ότι για να υπάρξει η εννοιολογική αλλαγή οι καθηγητές θα πρέπει να στοχεύουν στον εμπλουτισμό και στην ανασυγκρότησή της προϋπάρχουσας γνώση των μαθητών/τριών τους.

Σύμφωνα με τη Βοσνιάδου, (2002) οι καθηγητές θα πρέπει να παρουσιάσουν στους μαθητές αλλά και στους φοιτητές τους αφενός πειστικά επιχειρήματα που θα τους ωθήσουν στην αμφισβήτηση των απόψεων, των αντιλήψεων που έχουν σχηματίσει μέχρι τώρα για φυσικό κόσμο από την καθημερινή τους εμπειρία και αφετέρου ξεκάθαρες επεξηγήσεις των νόμων, αξιωμάτων, εννοιών και των θεωριών της φυσικής, ώστε να γίνουν απόλυτα κατανοητές. Η γνώση επομένως δεν μεταλαμπαδεύεται, ούτε γίνεται αποδεκτή από τους μαθητές και τους φοιτητές παθητικά, αλλά ακολουθεί μια ενεργητική διαδικασία (Κώτσης & Κολοβός, 2002) στην οποία μαθητές και φοιτητές συμμετέχουν ενεργά ως πρωταγωνιστές, με σκοπό τη διαμόρφωση ενός σώματος γνώσεων που μπορεί να οδηγήσει στην εννοιολογική αλλαγή.

Οι Rumelhart & Norman, (1978) και Σπυροπούλου – Κατσάνη, (2000) θεωρούν ότι για να υπάρξει η εννοιολογική αλλαγή των μαθητών και των φοιτητών θα πρέπει να υπάρξει συμφωνία μεταξύ της παλιά γνώσης (εμπειρικής) με τα επιστημονικά πρότυπα, επαυξάνοντας την υπάρχουσα γνώση των μαθητών και φοιτητών με νέες ιδέες, έννοιες

και νόμους. Οι νέες αυτές ιδέες, οι έννοιες και οι νόμοι θα πρέπει να συνδέονται με τις ήδη υπάρχουσες ιδέες τους, εναρμονίζοντας τις υπάρχουσες νοητικές δομές που έχουν σχηματίσει οι μαθητές/τριες μέσα από τις κατάλληλες δραστηριότητες, πειράματα και εργασίες και μεταβάλλοντας τις γνωστικές δομές των μαθητών/τριών και των φοιτητών. Αυτό μπορεί να συμβεί αρχικά με την οργάνωση των ήδη αποθηκευμένων πληροφοριών και την αντικατάστασή τους με νέες γνωστικές δομές οι οποίες είναι πιο συμβατές προς το επιστημονικό πρότυπο που διδάσκονται (Rumelhart & Norman, 1978· Σπυροπούλου – Κατσάνη, 2000).

Γίνεται επομένως κατανοητό ότι η επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής κινείται σε δυο κατευθύνσεις, στην προσέγγιση της διδασκαλίας της φυσικής σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα αλλά και στη θεώρηση του τρόπου που οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες αναπτύσσουν τη δική τους επιστημονική γνώση. Για αυτό λοιπόν απαιτείται (Κόκκοτας, 2006):

- να καθοριστούν οι έννοιες της φυσικής που είναι καταλληλότερες για να διδαχθούν οι μαθητές/τριες σε κάθε ηλικία και εκπαιδευτική βαθμίδα, ώστε να μην διαιωνίζεται το πρόβλημα και στην φοιτητική τους πορεία
- να αξιοποιηθούν οι απόψεις των μαθητών και των φοιτητών και να δημιουργηθούν κατάλληλα έργα με βάση αυτές τις απόψεις
- να διερευνηθούν εκείνες οι παρεμβάσεις που απαιτούνται από την πλευρά των εκπαιδευτικών, ώστε οι εμπειρίες των μαθητών να μπορούν να οργανωθούν και να διαταχθούν σε μια μαθησιακή ακολουθία.

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι έχουν καταγραφεί πάρα πολλοί όροι για να περιγράψουν τις λαθεμένες αντιλήψεις των μαθητών όπως προσωπικές ιδέες/ απόψεις/ αντιλήψεις /πλαίσια/ δομές, λαθεμένες, εναλλακτικές, νοητικές, φαινομενολογικές. Η πληθώρα αυτή των λέξεων καταδεικνύει την ποικιλία των ιδεών και των αντιλήψεων των μαθητών και των φοιτητών (Driver, et al., 1985). Εμείς στο εξής υιοθετούμε τον όρο εναλλακτικές αντιλήψεις.

2.2.4 Έρευνες που αφορούν την εννοιολογική αλλαγή των μαθητών/τριών και φοιτητών

Οι εναλλακτικές αντιλήψεις αυτές μαθητών και φοιτητών δεν είναι αμετάβλητες και μη εξελίξιμες. Αντίθετα μπορούν να αντικατασταθούν με τις επιστημονικά

αποδεκτές αντιλήψεις για τις έννοιες της φυσικής. Η διαδικασία αυτής της αντικατάστασης μοιάζει με την αλλαγή παραδείγματος του Kuhn (1970) και με την αλλαγή ερευνητικού προγράμματος του Lakatos (1970), όπως υποστηρίζουν οι Posner et al., (1982) καθώς ακολουθεί μια περίοδος επεξεργασίας και κρίσης στην οποία όμως θα πρέπει να ισχύουν κάποιες προϋποθέσεις για να μπορέσει να επιτευχθεί η αντικατάσταση μιας λαθεμένης ή προβληματικής έννοιας. Αυτές είναι η έλλειψη ικανοποίησης (dissatisfaction) από την υπάρχουσα, προς αντικατάσταση έννοια, η επάρκεια (eligibility), η ευλογοφάνεια (plausibility) και η αποδοτικότητα (fruitfulness) της νέας έννοιας (Posner et al., 1982).

Μέσα από αυτή τη διαδικασία επιτυγχάνεται η διάκριση της κατά τον Piaget *επιδιωκόμενης συμμόρφωσης* (accommodation), της ριζικής αλλαγής από την απλή αφομοίωση (assimilation), στον εμπλουτισμό της προϋπάρχουσας γνώσης με νέες πληροφορίες (Posner et al., 1982). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η προσέγγιση βρίσκει εφαρμογή στη διδακτική της φυσικής με σκοπό την στοχευόμενη και σχεδιασμένη παρέμβαση του καθηγητή για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής μέσα από ένα κείμενο διάψευσης, το οποίο παρουσιάζει γιατί οι ενναλακτικές ιδέες δεν είναι επιστημονικές (Mason, 2001· Diakidoy, Kendeou, & Ioannides, 2003 · Hynd, 2003).

Το κείμενο διάψευσης που μπορεί να επιλέξει ο καθηγητής συμβάλει συνήθως καθοριστικά στην εννοιολογική αλλαγή, καθώς δύναται να φανερώσει ταυτόχρονα τις αδυναμίες της προϋπάρχουσας γνώσης και τα πλεονεκτήματα της επιστημονικά αποδεκτής επιστημονικής γνώσης. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάδειξη της ευλογοφάνειας της επιστημονικής γνώσης μέσα από παραδείγματα και πειράματα (Hynd, 2003).

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι οι Smith, diSessa, & Rochelle, (1993) και ο Hammer, (1996) άσκησαν έντονη κριτική στην παραδοχή της προϋπάρχουσας- εμπειρικής γνώσης ως παρανοήσεις που θα πρέπει να αντικατασταθούν. Η κριτική αυτή πήγαζε από τον διαφορετικό τρόπο που αντιλαμβάνονταν το ρόλο των εμπειριών και της προϋπάρχουσας γνώσης στη μάθηση στην φυσική. Η εμπειρική γνώση και αντίληψη για το φυσικό κόσμο θεωρείται ως ένα πολυάριθμο σύνολο αποσπασμάτων διαισθητικής γνώσης, που μπορούν να ενεργοποιηθούν σε πολύ συγκεκριμένο πλαίσιο και συνθήκες αλλά δεν έχουν

συστηματοποιηθεί και για αυτό δεν μπορούν να αποτελέσουν θεωρία για κάποιο φαινόμενο (diSessa, 1988,1993).

Σύμφωνα με τους υποστηρικτές αυτής της προσέγγισης, η εμπειρική και προϋπάρχουσα γνώση της φυσικής έχει ένα ουσιώδη, παραγωγικό ρόλο στη μάθηση, αποτελώντας τη βάση πάνω στην οποία οικοδομούνται οι επιστημονικά αποδεκτές έννοιες της φυσικής. Αυτές οι παρανοήσεις επομένως πρέπει να θεωρούνται απλώς ως λανθασμένες προεκτάσεις μιας παραγωγικής γνώσης, που δεν μπορεί απαραίτητα να αντικατασταθεί και να αλλαχθεί και επομένως δεν είναι αναγκαίο για τη διδασκαλία να εστιάζει στην αναγνώριση και ακτικατάστασή τους (Smith, diSessa, & Rochelle, 1993).

Κατά τον Anderson (2007) οι ερευνητές της εννοιολογικής αλλαγής, ενώ φαίνεται να αναγνωρίζουν τη σημασία τόσο της κοινωνικής διάστασης όσο και της γνωσιακής της διάστασης για τη μάθηση της φυσικής, δίνουν σαφή προτεραιότητα στη δεύτερη. Θεωρούν ότι η επιστήμη είναι ένας συνεχής θεωρητικός διάλογος με τη φύση, μέσω του οποίου οι επιστήμονες αναπτύσσουν δυναμικά μοντέλα περιγραφής και κατανόησης του φυσικού κόσμου. Επομένως ο στόχος της εκπαίδευσης στη φυσική είναι να εντάξει τους μαθητές/τριες και τους φοιτητές/τριες στο συνεχή διάλογο των επιστημόνων με τη φύση, αποκαλύπτοντας τους τη δύναμη των επιστημονικών ιδεών.

Οι μαθητές έρχονται στο σχολείο με τις δικές τους ιδέες για τις έννοιες και τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου και εξακολουθούν να έχουν μερικές από αυτές και ως φοιτητές/τριες. Οι ιδέες αυτές όπως και αν ονομάζονται (λαθεμένες, πρωτόγονες, εναλλακτικές κτλ.) είναι λιγότερο ισχυρές και ακριβείς από τις επιστημονικές θεωρίες, αλλά γενικά είναι λειτουργικές για τη ζωή και τους σκοπούς των μαθητών/τριών και των φοιτητών και έχουν σημείο αναφοράς τις εμπειρίες τους. Ο στόχος της εκπαίδευσης είναι να δώσει στους μαθητές/τριες πρόσβαση σε νέες εμπειρίες του φυσικού κόσμου, ώστε να δοκιμάσουν την ισχύ των ιδεών τους απέναντι στην πρόκληση πριν την εννοιολογική αλλαγή όπου οι μαθητές μαθαίνουν ουσιαστικά μόνο όταν τροποποιούν τις εννοιολογικές οικολογίες¹ τους προκειμένου να ενσωματώσουν τις πιο εκλεπτυσμένες αντιλήψεις (Χαλκιά, 2012).

¹ Η εννοιολογική οικολογία σχετίζεται με την εννοιολογική αλλαγή και τον επικοδομητισμό

Πιο συγκεκριμένα σχετικά με τη φυσική, η έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που θεωρούσαν τη φυσική ως μια δυναμική διαδικασία εξέλιξης ιδεών, που έπρεπε πρώτα να τις ερμηνεύσουν και να τις ενοποιήσουν για να τις μάθουν, αυτοί οι μαθητές ήταν πιο πιθανό μετά από σχετική διδασκαλία 12 εβδομάδων να κατανοήσουν σε βάθος έννοιες και να τις ενοποιήσουν με βασικές αρχές της φυσικής, σε σύγκριση με μαθητές που θεωρούσαν τη φυσική ως ένα σωρευτικό σύνολο αληθών πληροφοριών και αμετάβλητων γεγονότων, των οποίων η μάθηση στηρίζεται στην απομνημόνευση (Songer & Linn, 1991).

Άλλη μια έρευνα των Qian και Alverman (1995) που μελέτησε την επίδραση των επιστημολογικών πεποιθήσεων στη μαθησιακή διαδικασία που απαιτεί εννοιολογική αλλαγή μέσω ενός κειμένου διάψευσης, εννοιών αντίθετων προς εκείνες της προϋπάρχουσας γνώσης, απέδειξε ότι ήταν λιγότερο πιθανό να παρατηρηθεί η επιδιωκόμενη αλλαγή της προϋπάρχουσας γνώσης σε μαθητές με πεποιθήσεις που ευνοούσαν από κοινού την απλότητα και τη βεβαιότητα της γνώσης, σε σύγκριση με μαθητές που προσέγγιζαν τη γνώση ως σύνθετη και ενδεχομενική.

Η εμπειρική έρευνα του Στύλου και συν. (2007) που πραγματοποιήθηκε σε πρωτοετείς φοιτητές επτά Τμημάτων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σε έννοιες και νόμους της Μηχανικής (Δύναμη, Νόμοι Νεύτωνα, και Μάζα-Βάρος), κατέδειξε ότι οι φοιτητές, έχουν εσφαλμένες αντιλήψεις πάνω σε αυτές τις έννοιες της φυσικής, γεγονός που μαρτυρεί τον προβληματικό τρόπο διδασκαλίας του γνωστικού αντικείμενου της φυσικής στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Στο ίδιο πλαίσιο κινείται και η έρευνα των Κώτση και Στύλο (2009), η οποία αναφέρει ότι στην τριτοβάθμια εκπαίδευση οι φοιτητές/τριες σε σχολές που διδάσκονται φυσική και έρχονται σε επαφή με την κίνηση, τους νόμους του Νεύτωνα και τις έννοιες της μάζας και του βάρους, δεν βελτιώνουν τις αντιλήψεις τους για τις έννοιες της φυσικής κατά τα δύο πρώτα έτη της φοίτησής τους και αυτό γιατί δίνεται βάρος στη μαθηματική αντιμετώπιση των εννοιών της μηχανικής και όχι στην ποιοτική προσέγγισή τους.

Στην έρευνα της Κωσταρά και Κώτση (2015) σε φοιτητές/τριες της ιατρικής με σκοπό να διερευνηθούν οι εναλλακτικές ιδέες των φοιτητών για την έννοια της δύναμης, προέκυψε ότι οι φοιτητές/τριες παρά τις υψηλές επιδόσεις τους στις πανελλήνιες εξετάσεις δεν έχουν εμβαθύνει στην φυσική ώστε να κατακτήσουν έννοιες

που την αφορούν. Διαιωνίζουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις που έχουν διαμορφώσει μέσα στα χρόνια της μαθησιακής τους πορείας.

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με την Hofer (2004), οι επιστημολογικές πεποιθήσεις σαν ένα σύστημα πεποιθήσεων οργανωμένων σε θεωρίες δρουν στο μεταγνωστικό επίπεδο και παίζουν ενεργό ρόλο στην διαχείριση των νέων πληροφοριών στο πλαίσιο της προσωπικής οικοδόμησης της γνώσης. Αυτό όμως αφορά κυρίως σε καταστάσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν σύνθετα προβλήματα ανοιχτού τύπου και γενικότερα καταστάσεις στις οποίες εμφανίζονται αντικρουόμενοι ισχυρισμοί γνώσης που διεκδικούν την προσοχή και αποδοχή. Παράλληλα, όπως επισημαίνεται στη συνέχεια από τη Hofer, αυτές οι θεωρίες αναφορικά με τη γνώση μπορούν να λειτουργούν και ως κίνητρα που συνδέονται με τον προσανατολισμό των μαθησιακών στόχων.

Σύμφωνα με τον κονστρουκτιβισμό, η μάθηση περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση και τη διαπραγμάτευση μεταξύ νέων και εναλλακτικών αντιλήψεων. Το αποτέλεσμα που θα προκύψει εξαρτάται από τη φύση και την ποιότητα της αλληλεπίδρασης και διαπραγμάτευσης-διαλόγου. Αν εναρμονιστούν αυτά τα δύο είδη αντιλήψεων, τότε η μάθηση προχωρά χωρίς δυσκολία. Εάν όμως δεν εναρμονιστούν, τότε θα χρειαστεί να αναδομηθούν οι υπάρχουσες αντιλήψεις ή ακόμη και να αντικατασταθούν με νέες, προκειμένου να επέλθει η μάθηση. Η αναγνώριση ότι η αλλαγή αυτή είναι εφικτή αποτελεί τη βάση της εννοιολογικής αλλαγής (Hewson & Hewson, 1984, οπ. αναφ. η Χαλκιά, 2012).

Συνοψίζοντας διάφορες έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με την προσωπική επιστημολογία και εννοιολογική αλλαγή (Ραβάνης, 2003· Fassouloupoulos, Kariotoglou & Koumaras, 2003·Καριώτογλου, 2006·Κολιόπουλος, 2006) προκύπτουν τα εξής:

- Οι μαθητές έρχονται στο σχολείο και στο μάθημα της φυσικής με ένα σύνολο εναλλακτικών ιδεών σχετικά με φαινόμενα και έννοιες του φυσικού κόσμου. Οι μαθητές λοιπόν που έρχονται στο σχολείο έχουν κάποιες απόψεις για τον φυσικό κόσμο και δεν πρέπει να θεωρείται ότι δεν γνωρίζουν τίποτα.
- Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και των φοιτητών είναι κυρίως βιωματικές. Εξαρτώνται δηλαδή άμεσα από τις αισθητηριακές αντιλήψεις τους και τις προσωπικές εμπειρίες τους.

- Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και των φοιτητών χαρακτηρίζονται από παγκοσμιότητα. Μαθητές δηλαδή από διαφορετικές κουλτούρες, κοινωνικοοικονομικές τάξεις, φύλο αλλά συχνά και ηλικία έχουν παρόμοιες εναλλακτικές αντιλήψεις για έννοιες και φαινόμενα της φυσικής.
- Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και των φοιτητών είναι λανθάνουσες στην πλειονότητά τους δηλαδή δεν έχουν συνείδηση των ιδεών που κατέχουν και ως εκ τούτου των εξηγήσεων που δίνουν με βάση αυτές για φυσικά φαινόμενα. Οφείλουν λοιπόν οι εκπαιδευτικοί, κατά τη διδασκαλία, να αναδεικνύουν τις ιδέες αυτές ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν επίγνωση των ιδεών τους.

2.2.5 Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών για τη δύναμη και την κίνηση

Οι θέσεις των Ραβάνη, (2003), Fassoulopoulos et al., (2003), Καριώτογλου, (2006), και Κολιόπουλος, (2006), συγκλίνουν λέγοντας ότι οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών στη φυσική προκύπτουν συνήθως από διαδικασίες που οι αλλαγές είναι ξεκάθαρες ενώ οι στατικές όψεις του φαινομένου μένουν απαρατήρητες. Για παράδειγμα οι μαθητές αισθάνονται την ανάγκη να εξηγήσουν την κίνηση των σωμάτων συνδέοντας την ταχύτητα με τη δύναμη όχι όμως και να εξηγήσουν την ισορροπία των σωμάτων την οποία θεωρούν φυσιολογική. Ωστόσο η λέξη δύναμη αποκτά για τους μαθητές ένα διαφορετικό περιεχόμενο ως επιστημονική ορολογία από αυτή που γνωρίζουν και χρησιμοποιούν καθημερινά με αποτέλεσμα να δημιουργούν εναλλακτικές ιδέες για αυτήν καθώς αδυνατούν να ξεκαθαρίσουν την σχέση σημαίνοντος και σημαινόμενου (Χαλκιά, 2012).

Οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών για τη δύναμη και την κίνηση φαίνεται ότι έχουν περισσότερες ομοιότητες με την αριστοτελική σκέψη που διατηρήθηκε μέχρι την αναγέννηση, καθώς και με τη σκέψη του Buridan που αναπτύχθηκε στον Μεσαίωνα, παρά με τη σκέψη του Νεύτωνα που αναπτύχθηκε τον 17ο αιώνα. Οι μαθητές/τριες δηλαδή θεωρούν ότι (Χαλκιά, 2012):

- ο προκειμένου τα σώματα να κινούνται με σταθερή ταχύτητα, θα πρέπει να ασκείται πάνω τους συνεχώς κάποια σταθερή δύναμη, όπως ακριβώς θεωρούσαν στην αρχαιότητα,
- ο η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα, προκειμένου να αποκτήσει αυτό κάποια αρχική ταχύτητα, όπως συμβαίνει όταν εκσφενδονίζει κάποιος μια πέτρα, προσαρτάται σε αυτό ως ορμή που βαθμιαία καταναλώνεται, όπως ακριβώς θεωρούσαν στο Μεσαίωνα.

Στο παρακάτω πίνακα (πίνακας 1) παρουσιάζονται οι ιδέες των μαθητών και των φοιτητών έτσι όπως προέκυψαν μέσα από την βιβλιογραφική επισκόπηση.

Πίνακας 1: Εναλλακτικές - μη επιστημονικές ιδέες των μαθητών για τη δυναμική - κινηματική

Πηγή: Ξηρουχάκη (2010)

Φαινόμενο	Εναλλακτικές ιδέες	Παραπομπή
Μηχανική – Δυνάμεις	Οι δυνάμεις συνδέονται με τα ζωντανά πράγματα, τον θυμό ή τα συναισθήματα	Driver, et al., 2000, (268-273)
Μηχανική – Δυνάμεις	Η δύναμη συνδέεται μόνο με την κίνηση του σώματος και όχι και με την παραμόρφωση του.	Κώτσης & Κολοβός, 2002.
Μηχανική – Δυνάμεις	Η δύναμη «καταναλώνεται»	Driver, et al., 2000 (281-282)
Μηχανική – Δυνάμεις	Οι δυνάμεις προκαλούν το ξεκίνημα και όχι και το σταμάτημα των πραγμάτων.	Driver, et al., 2000, (268-273)
Μηχανική – Δυνάμεις	Όπου δεν υπάρχει κίνηση, δεν ασκούνται δυνάμεις	Driver, et al., 2000, (268-273)
Μηχανική – Δυνάμεις	Μια σταθερή ταχύτητα είναι το αποτέλεσμα μιας σταθερής δύναμης.	Driver, et al., 2000, (268-273)
Μηχανική – Δυνάμεις	Η δύναμη η οποία δρα σε ένα σώμα είναι ανάλογη της ταχύτητας που προσδίδει σε αυτό	Κουλαϊδής, 1994, σελ. 268-282.
Μηχανική - Δυνάμεις	Όταν ένα σώμα κινείται, υπάρχει μία δύναμη που δρα σε αυτό προς την κατεύθυνση της κίνησης	Driver et al., 1993, σελ.137-140.
Μηχανική - Δυνάμεις	Η δύναμη είναι μια ιδιότητα ενός μεμονωμένου αντικειμένου και όχι το χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε δύο αντικείμενα	Driver, et al., 2000, (268-273)

Μηχανική - Δυνάμεις	Η έννοια της δύναμης είναι ταυτόσημη με την έννοια της μυϊκής δύναμης	Κώτσης & Κολοβός, 2002.
Νόμοι του Νεύτωνα	Το κινούμενο σώμα δεν εξασκεί δύναμη στο σώμα που προκαλεί την κίνηση	Κώτσης & Κολοβός, 2002.
Νόμοι του Νεύτωνα	Η ηρεμία είναι μια «φυσική» κατάσταση, όπου δεν επιδρά καμία δύναμη πάνω στο αντικείμενο	Driver, et al., 2000,(280-281).
Νόμοι του Νεύτωνα	Αν υπάρχει κίνηση, υπάρχει και μια δύναμη που ενεργεί.	Driver, et al., 2000,(282-285).
Νόμοι του Νεύτωνα	Όταν ένα αντικείμενο κινείται, υπάρχει μια δύναμη που ενεργεί κατά την κατεύθυνση της κίνησής του.	Driver, et al., 2000,(282-285).
Κινηματική	Αν αυξάνεται η ταχύτητα, αυξάνεται και η επιτάχυνση	Driver, et al., 2000,(277-280).
Κινηματική	Ένα κινούμενο αντικείμενο έχει μέσα του μια δύναμη, η οποία το διατηρεί σε κίνηση	Driver, et al., 2000,(282-285).
Κινηματική	Ένα κινούμενο αντικείμενο σταματάει όταν καταναλωθεί η δύναμή του	Driver, et al., 2000,(282-285).
Σώματα σε πτώση	Αν η δύναμη της βαρύτητας είναι σταθερή, η πτώση γίνεται με σταθερή ταχύτητα	Driver, et al., 2000,(296-298).
Σώματα σε πτώση	Όταν μια μπάλα πετάγεται ψηλά, στο υψηλότερο σημείο της διαδρομής δεν επιδρά καμία βαρυτική δύναμη	Driver, et al., 2000,(296-298).

Αυτό που καθίσταται σαφές είναι ότι η δύναμη και η κίνηση για τους μαθητές και τους φοιτητές έχει μια δική της «γλωσσική» και μαθηματική υποδομή. Είναι φανερό ότι η κυριαρχία των δυο πρώτων δυναμικών στη σκέψη των μαθητών και των φοιτητών αποτελεί εμπόδιο στην ανάπτυξη της τρίτης δυναμικής των φυσικών (Osborne 1984). Αντίθετα, όπως επισημαίνει ο Fensham (1980) η «φυσική των παιδιών» συνήθως αγνοείται ή ανεπαρκώς λαμβάνεται υπόψη κατά την ανάπτυξη των προγραμμάτων φυσικής. Κατά την McDermott (1984), η μη ενημέρωση των εκπαιδευτικών για τις δυσκολίες αυτές των μαθητών και των φοιτητών τους συνιστά σοβαρή ανεπάρκεια της Εκπαίδευσης των της φυσικής.

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 της φυσικής και των φυσικών επιστημών γενικότερα, πολλοί μαθητές/τριες 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/τριών, των λαθών δηλαδή που έκαναν όταν χρησιμοποιούσαν τις έννοιες της φυσικής 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, 2003).

Πλέον υπάρχει η παραδοχή ότι όχι μόνο υπάρχει η προϋπάρχουσα γνώση, αλλά και ότι αυτή εμποδίζει ή διευκολύνει τη μάθηση της επιστημονικής γνώσης και ότι η γνώση που διδάσκεται δύσκολα αντικαθιστά την προϋπάρχουσα, με αποτέλεσμα οι μαθητές όταν εισέρχονται σε πανεπιστημιακά ιδρύματα στα οποία διδάσκονται φυσική όπως π.χ σε διδασκαλικές σχολές, να διαιωνίζουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις τους. Οι ιδέες των μαθητών και των φοιτητών στην φυσική έχουν καταγραφεί για ένα φάσμα εννοιών όπως: για το φως, τη δύναμη, την ενέργεια, τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, τον ηλεκτρισμό, τη σωματιδιακή δομή της ύλης (Driver και συν., 2000).

Μέχρι σήμερα κάθε μαθητής και φοιτητής καλείται να αντιμετωπίσει στη στοιχειώδη φυσική τα τις ιδέες εναλλακτικές ιδέες, που είχαν να αντιμετωπίσουν οι φυσικοί από την εποχή του Γαλιλαίου. Φαίνεται, λοιπόν, ότι η ιστορία επαναλαμβάνεται κάθε χρόνο. Ο Clement (1982, οπ. αναφ. ο Αλιμήσης 1993), μελετώντας την αντίληψη των μαθητών ότι η κίνηση υπονοεί μια δύναμη (*motion implies a force*) και συγκρίνοντας τις αντιλήψεις των σημερινών μαθητών/τριών πάνω στο θέμα με τα γραφτά του Γαλιλαίου διαπιστώνει την ομοιότητα των επιχειρημάτων των σημερινών μαθητών/τριών με εκείνα της εποχής του Γαλιλαίου.

Οι αντιλήψεις των παιδιών είναι συχνά διαφορετικές από το 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.

Ορισμένα παραδείγματα προϋπαρχουσών – εναλλακτικών ιδεών που έχουν καταγραφεί από ερευνητές και παρουσιάζονται από τους Gilbert and Watts (1983) είναι οι εξής:

- Αν ένα σώμα δεν κινείται, τότε δεν ασκείται καμία δύναμη σε αυτό.
- Αν ένα σώμα κινείται τότε ασκείται σε αυτό μια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης.
- Σταθερή κίνηση απαιτεί σταθερή δύναμη.
- Αν δεν ασκείται δύναμη σε ένα σώμα, τότε αυτό αν κινείται θα σταματήσει αμέσως.
- Η ταχύτητα ενός σώματος είναι ανάλογη προς τη δύναμη
- Η δύναμη μπορεί να μεταβιβαστεί από κάποιον σε ένα σώμα
- Κατά τη διάρκεια αλληλεπίδρασης δύο σωμάτων, το μεγαλύτερο ασκεί μεγαλύτερη δύναμη στο μικρότερο.
- Τα βαρύτερα σώματα πέφτουν πιο γρήγορα

Το πλέγμα αυτών των ιδεών, που σχετίζεται με τη διδασκαλία των νόμων του Νεύτωνα, υποστηρίζεται στέρεα από την καθημερινή εμπειρία των μαθητών. Εφόσον οι μαθητές εξακολουθούν να διαθέτουν αυτές τις εναλλακτικές ιδέες είναι απίθανο αν όχι αδύνατο να καταφέρουν να χτίσουν μια συνεπή θεώρηση της μηχανικής.

2.3 Η ιστορία της φυσικής στην εννοιολογική αλλαγή των μαθητών/τριών και των φοιτητών

Τις τελευταίες δεκαετίες καταγράφονται προτάσεις ερευνητών για τη συμβολή της ιστορίας των Φυσικών Επιστημών στη διδακτική της φυσικής. Επίσης σχεδιάζεται και αναπτύσσεται διδακτικό υλικό στη χώρα μας (π.χ. Ναυσικά²) αλλά και διεθνώς,

² ««Ανάπτυξη πιλοτικού εκπαιδευτικού λογισμικού πολυμέσων για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση» Στόχος του έργου ήταν η ενεργοποίηση της ελληνικής αγοράς εκπαιδευτικού λογισμικού και η ανάπτυξη πιλοτικού εκπαιδευτικού λογισμικού και υλικού υποστήριξης για αξιοποίηση της υπολογιστικής τεχνολογίας για τη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, στο φάσμα του προγράμματος σπουδών, που δεν καλύπτονταν από το λογισμικό που παράχθηκε στο έργο «Ε21-Σειρήνες». Στο πλαίσιο του έργου αναπτύχθηκαν 13 πιλοτικά προϊόντα εκπαιδευτικού λογισμικού από ενώσεις φορέων (εταιρίες, οργανισμούς, Πανεπιστήμια κλπ). Τα λογισμικά αυτά κατά κύριο λόγο απευθύνονται σε μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου ενώ κάθε ένα από αυτά συνοδεύεται από σενάρια για εκπαιδευτικές δραστηριότητες για τουλάχιστον 8 διδακτικές ώρες. Χρηματοδότηση: ΕΠΕΑΕΚ Β'ΚΠΣ. Προϋπολογισμός: 1.600.000 ευρώ, Διάρκεια: 1998-2001»

εμπνευσμένο από το έργο των επιστημόνων, με στόχο την εννοιολογική αλλαγή των ιδεών των μαθητών/τριών (Σέρογλου-Κουμαράς 2001).

Επίσης αρκετά εγχειρίδια χρησιμοποιούν παραδείγματα με προβλήματα που αντιμετώπισαν λαμπροί επιστήμονες κατά τη διάρκεια των ερευνών τους (Κόκκοτας και συν., 2003). Με αυτό τον τρόπο διαπιστώνεται ότι οι επιστημονικοί πολιτισμοί αναπτύσσονται και αλλάζουν. Μέσα από την ιστορία της φυσικής οι μαθητές/τριες καταλαβαίνουν ότι οι τρόποι που ο άνθρωπος αλληλεπιδρά με το φυσικό περιβάλλον έχουν αλλάξει σε σχέση με το παρελθόν και θα συνεχίζουν να αλλάζουν στο μέλλον (McGuire 2001· Χαλκιά, 2012). Οι κοσμοαντιλήψεις των αρχαίων πολιτισμών δηλαδή τροποποιήθηκαν σημαντικά κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης. Με τη σειρά τους και αυτοί οι πολιτισμοί μετασχηματίστηκαν ριζικά κατά τον δέκατο έβδομο αιώνα, τον αιώνα της Επιστημονικής Επανάστασης που σηματοδότησε την αρχή της Σύγχρονης Εποχής. Μέσα στο πλαίσιο αυτό ο σύγχρονος επιστημονικός και τεχνολογικός πολιτισμός δύσκολα θα μπορούσε να συγκριθεί με τους κόσμους των Αρχαίων Ελλήνων, των μεσαιωνικών μεταφυσικών ή με τις κοσμοαντιλήψεις του 19ου αιώνα (McGuire 2001· Χαλκιά, 2012).

Με βάση τη λογική αυτή πολλά αναλυτικά προγράμματα σε όλο τον κόσμο ενσωματώνουν στο περιεχόμενο σπουδών τους στοιχεία της ιστορίας και φιλοσοφίας της φυσικής για τη διδασκαλία τους σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, ενώ μεγαλύτερη είναι η συζήτηση για το τι είναι γνώση, από πού προέρχεται και γενικά επιστημολογικές αναλύσεις απασχολούν ολοένα και περισσότερο τους καθηγητές της φυσικής όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης (Κόκκοτας και συν., 2003).

Η εξέλιξη, λοιπόν, της επιστήμης μέσα στους αιώνες συνιστά ένα πολύ ενδιαφέρον θέμα, το οποίο ενδέχεται να προκαλέσει το ενδιαφέρον και των παιδιών, από την άλλη πλευρά η ιστορία μας διαβεβαιώνει ότι πολλές από τις εναλλακτικές ιδέες που εκφράζουν οι μαθητές/τριες έχουν διατυπωθεί από μεγάλους φιλοσόφους και ερευνητές κατά το παρελθόν. Επίσης αρκετές από τις δυσκολίες που οι μαθητές αντιμετωπίζουν είναι ίδιες με εκείνες που αντιμετώπισαν οι μεγάλοι επιστήμονες οι οποίοι ξόδεψαν αρκετό χρόνο για να τις ξεπεράσουν (Matthews 1994· Driver et al 1998· Σέρογλου & Κουμαράς 2001· Κόκκοτας 2002). Ένα πρόβλημα είναι το γεγονός ότι οι κυρίαρχες απόψεις της φυσικής είναι πολύ ισχυρές. Συνεχίζουν να επηρεάζουν

την καθημερινή ζωή μαθητών/τριών και δασκάλων ανεξάρτητα από το γεγονός ότι μια πιο πολύπλοκη κατανόηση της παρατήρησης υπάρχει εδώ και δεκαετίες (Sutton 2002).

Οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες που εκτελούν και ερμηνεύουν πειράματα πρέπει να γνωρίζουν ορισμένα πράγματα για το πώς τα δεδομένα βασίζονται στη θεωρία, πώς οι ενδείξεις σχετίζονται με την επιβεβαίωση ή την απόρριψη της υποθέσεως, πώς οι πραγματικές καταστάσεις συνδέονται με τα υποθετικά μοντέλα, καθώς και μια πληθώρα άλλων θεμάτων, που όλα σχετίζονται με φιλοσοφικούς και μεθοδολογικούς προβληματισμούς (Matthews 1994·Αργυρόπουλος, 2011).

Η φυσική εξάλλου έχει μια πλούσια και σημαίνουσα ιστορία (Khun 1970, Matthews 1994, οπ. αναφ. οι Κόκκοτας και συν., 2003), η οποία βρίθει από φιλοσοφικές και πολιτισμικές παραδόσεις. Αν δεν θεωρηθεί απλώς ένα σύνολο ανεκδότων ή χρονολογιών θα μπορούσε να μετασχηματίσει ριζικά την τρέχουσα εικόνα της επιστήμης, όπως επισημαίνει ο Khun ο οποίος με το βιβλίο του *«Η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων»*, έδειξε ότι η ιστορία της επιστήμης έχει να επιδείξει πολλές μεταβολές, και ότι ο ιστορικός των επιστημών πρέπει να έχει ως στόχο να περιγράφει και να εξηγεί το πλήθος των λαθών, των μύθων και των προλήψεων που εμπόδισαν την ταχύτερη συσσώρευση των συστατικών στοιχείων της σύγχρονης επιστήμης (Khun 1970 οπ. αναφ. οι Κόκκοτας και συν., 2003).

Επίσης μια αναλογία μεταξύ της ιστορίας της φυσικής και της ανάπτυξης της επιστημονικής σκέψης στην παιδική ηλικία καθώς επίσης και μεταξύ της επιστημονικής σκέψης και της σκέψης των παιδιών είναι ένα βασικό θεμέλιο της γνωστικής έρευνας στην εκπαιδευτική πράξη (Hakkarainen & Sintonnen, 2002). Σήμερα στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και συγκεκριμένα στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, η φυσική παρουσιάζεται ως ένα σύνολο νόμων, φαινομένων θεωριών, ασύνδετων με την καθημερινή ζωή. Το γεγονός αυτό δικαιολογεί και την αρνητική στάση των μαθητών σε ένα μάθημα που κυριαρχείται από σύμβολα και μαθητικοποιημένες εκφράσεις, ιδιαίτερα στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Με την ιστορική προσέγγιση της εξέλιξης της φυσικής, φαίνεται καθαρά ότι η πορεία της επιστήμης δεν υπήρξε ποτέ ευθύγραμμη και η γνώση δεν ήταν πάντα συσσωρευτική (Κόκκοτας και συν., 2003).

Ο Matthews (1994) προτείνει τη γενικότερη ενσωμάτωση θεμάτων της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της φυσικής στο περιεχόμενο σπουδών, γεγονός που αποτελεί ένδειξη για

την κατεύθυνση αυτή, αυτών που σχεδιάζουν και προτείνουν τα αναλυτικά προγράμματα, αλλά και αυτών που ασχολούνται με την έρευνα σχετικά με τη διδασκαλία της φυσικής. Επιστημονικές ενώσεις που έχουν ιδρυθεί σε όλο τον κόσμο για τη διδασκαλία της φυσικής συμβάλλουν στη μελέτη και την έρευνα για την ενσωμάτωση στη διδασκαλία στοιχείων από την Ιστορία και Φιλοσοφία της συγκεκριμένης επιστήμης.

Η Ιστορία της φυσικής μπορεί να βοηθήσει τη διδασκαλία των Φ.Ε. Οι Matthews (1994) και Stinner & Williams (1998) υποστηρίζοντας την άποψη για την εισαγωγή της ιστορίας και φιλοσοφίας των Φ.Ε στο πρόγραμμα σπουδών προτείνουν:

- να είναι μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της ζωής των μαθητών, να δημιουργεί κίνητρα, να πληροφορεί και να είναι σχετική με τα ενδιαφέροντα των μαθητών/τριών
- να ενσωματώνουν την άποψη ότι το ιστορικό πλαίσιο βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν ότι η παρούσα επιστημονική γνώση δεν είναι μόνιμη.
- να δίνουν μια ανθρώπινη διάσταση στις Φ.Ε. και να τις συνδέουν με τα προσωπικά, ηθικά, πολιτιστικά και πολιτικά ενδιαφέροντα των ανθρώπων.
- να δημιουργούν άμεση εμπειρία στους μαθητές οι οποίοι αναπτύσσονται σε ένα περιβάλλον όπου οι πληροφορίες που παρέχονται ηλεκτρονικά και οι νέες τεχνολογίες επιφέρουν μεγάλα οφέλη αλλά εμπεριέχουν και μεγάλους κινδύνους.

Ο καλύτερος τρόπος για να προσελκύσει κάποιος την προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών αλλά και των φοιτητών είναι να οργανώσει μια σειρά μαθημάτων φυσικής με τη βοήθεια της ιστοριογραφικής (Stinner & Williams 1998).

Μια τέτοια προσέγγιση για την ενσωμάτωση των ιστορικών στοιχείων στη διδασκαλία της φυσικής πρέπει να βασίζεται κατά τους Stinner & Williams (1998) στα ακόλουθα:

- να διαμορφώνει ένα πλαίσιο με μια βασική ιδέα
- να παρέχει στους μαθητές εμπειρίες που μπορούν να σχετίζονται με τη δική τους καθημερινότητα

- ο να δημιουργείται μια ιστορική γραμμή που θα δραματοποιεί και θα ενισχύει τη βασική ιδέα.
- ο να εξασφαλίζεται ότι οι σημαντικές ιδέες, έννοιες και προβλήματα θα απορρέουν ομαλά από το βασικό πλαίσιο
- ο να εξασφαλίζεται ότι οι προβληματικές καταστάσεις αναδεικνύονται από το πλαίσιο και είναι πραγματικά ελκυστικές για τους μαθητές/τριες
- ο να φαίνεται ότι οι έννοιες συνδέονται μέσα από τα ιστορικά γεγονότα με την παρούσα επιστημονική άποψη και τη σύγχρονη τεχνολογία.

Θα ήταν εξαιρετικά ενδιαφέρον και ιδανικό οι εκπαιδευτικοί σε συνεργασία με τους μαθητές, οι οποίοι να αναλαμβάνουν το ρόλο του ερευνητή και να γίνονται μέρος του ερευνητικού προγράμματος να καταγράφουν την ιστορία της φυσικής. Η επιστήμη των αρχαίων Ελλήνων, βασιζόμενη στην αναίτια παρατήρηση φαίνεται να βοηθά περισσότερο στη μάθηση της φυσικής στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Stinner & Williams, 1998).

Αν δεχθούμε την άποψη των Σέρογλου & Κουμαρά (2001) οι παράγοντες που επηρεάζουν την αλλαγή και εξέλιξη των επιστημονικών ιδεών είναι τα πειράματα με έντονα αντιληπτικά χαρακτηριστικά, οι αφηρημένοι εννοιολογικοί συλλογισμοί και ο συνδυασμός αυτών, τότε το διδακτικό υλικό που μπορεί να σχεδιαστεί με αφετηρία το έργο των επιστημόνων είναι:

- α. Δραστηριότητες με βάση ιστορικά πειράματα.
- β. Δραστηριότητες με βάση αφηρημένους συλλογισμούς και
- γ. Δραστηριότητες με βάση ένα συνδυασμό ιστορικών πειραμάτων και συλλογισμών.

2.3.1 Ο ρόλος του πειράματος στην πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης και στην επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής

Στη μαθησιακή διαδικασία της φυσικής το πείραμα, από την εποχή του Γαλιλαίου αποτελεί ένα πολύ σημαντικό μέρος στην κατανόηση των εννοιών της φυσικής. Το πείραμα επιτελεί διαφορετικούς στόχους σε κάθε διδακτικό μοντέλο (Κουμαράς, 2003).

Συμπεριφοριστικό μοντέλο: το πείραμα έχει αποδεικτικό και επιβεβαιωτικό χαρακτήρα είναι κατά κανόνα πείραμα επίδειξης που διεξάγεται από το διδάσκοντα ή καμιά φορά και από κάποιους καλούς μαθητές/τριες. Στόχος της πραγματοποίησης του πειράματος είναι η επαλήθευση κάποιου νόμου που ο διδάσκων απέδειξε προηγουμένως στον πίνακα (Βλάχος, 2007).

Τα πειράματα επίδειξης, που ακολουθούν, έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία θα πρέπει να γίνουν σεβαστά προκειμένου να επιτευχθούν οι διδακτικοί στόχοι. Τα χαρακτηριστικά αναφέρονται στον διδάσκοντα, στους μαθητές αλλά και τη διδακτική στρατηγική. Τα χαρακτηριστικά σχετικά με τους διδάσκοντες είναι (Βλάχος, 2007):

- Τα πειράματα γίνονται με πρωτοβουλία του διδάσκοντος
- Πραγματοποιούνται από τον Καθηγητή ή σε συνεργασία με μαθητές βοηθούς
- Απευθύνονται σε όλους τους μαθητές
- Χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς όπως: πρόκληση ενδιαφέροντος, επικύρωση θεωρίας που έχει διδαχθεί, παρουσίαση φαινομένου κ.ά.

Ανακαλυπτικό μοντέλο: το πείραμα στοχεύει στο να ανακαλύψουν οι μαθητές/τριες τη γνώση και παράλληλα να αποκτήσουν δεξιότητες στις επιστημονικές διαδικασίες ώστε να γίνουν μικροί επιστήμονες, στόχος πολύ φιλόδοξος για να επιτευχθεί στο πλαίσιο μιας τάξης μικτής ικανότητας μαθητών/τριών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης είτε ακόμα στο πλαίσιο της συνεκπαίδευσης.

Στο διδακτικό μοντέλο της εποικοδόμησης της γνώσης ή του κονστρουκτιβισμού: το πείραμα στοχεύει στην πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης στους μαθητές/τριες ώστε να επιτευχθεί εννοιολογική αλλαγή (Βλάχος, 2004).

Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας το πείραμα, προωθεί την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών/τριών. Δηλαδή οι μαθητές κάνουν προβλέψεις και υποθέσεις τις οποίες στην συνέχεια ελέγχουν. Συμμετέχουν στην ανοικοδόμηση της δικής της γνώσης. Στην παραδοσιακή διδασκαλία το πείραμα σκόπευε να ενισχύσει τον εκπαιδευτικό να αποδείξει τη θεωρία, ενώ στην εποικοδομητική προσέγγιση ο μαθητής έρχεται μέσω του πειράματος σε γνωστική σύγκρουση και με τον τρόπο αυτό αναδομεί την γνώση του. Η γνώση οικοδομείται ενεργά από τα υποκείμενα, δε μεταβιβάζεται, δε μεταφέρεται, αλλά ούτε και γίνεται αποδεκτή παθητικά (Driver et al., 2000).

Επιδιώκεται μέσα από τα πειράματα, οι μαθητές να εφαρμόσουν τη θεωρία στην πράξη, να εξοικειωθούν με βασικά όργανα μέτρησης, να κατασκευάζουν και συναρμολογούν μικρές πειραματικές διατάξεις, να μετρούν βασικά μεγέθη, να παρατηρούν φαινόμενα, να αναλύουν και δικαιολογούν εργαστηριακά αποτελέσματα και να μάθουν να λειτουργούν σαν ομάδα (Driver et al., 2000).

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα πειράματα είναι φθηνά και βρίσκονται εύκολα στο σχολικό εργαστήριο αλλά και στην αγορά. Απλές κατασκευές και διατάξεις, που δεν υπάρχουν έτοιμες στο εμπόριο (Driver et al., 2000). Οι πειραματικές διατάξεις είναι πρωτότυπες και καλύπτουν εργαστηριακά, θέματα που θεωρητικά καλυπτόταν από τη σχετική βιβλιογραφία. Το κάθε πείραμα για να κατανοηθεί πλήρως από τους μαθητές απαιτεί τη θεωρητική του πρώτα μελέτη, που ονομάζεται προεργασία και πραγματοποιείται από τον υπεύθυνο καθηγητή.

Αξίζει να αναφερθεί ότι για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας οι μαθητές με αναπηρία όρασης (ΑΟ), δε θα φτιάξουν δικές τους κατασκευές. Την πειραματική διάταξη με το πείραμα του Γαλιλαίου θα τη φτιάξει ο καθηγητής και μέσω αυτής θα θελήσει να πετύχει την κατανόηση και την τυχόν τροποποίηση των εναλλακτικών ιδεών τους μέσα από τη συμμετοχή και την άσκησή τους.

2.3.2 Ο ρόλος των νοητικών πειραμάτων στη διαμόρφωση της Φυσικής και η σχέση τους με τα πραγματικά

Τα πειράματα, είτε πρόκειται για πραγματικά πειράματα (ΠΠ) είτε για νοητικά πειράματα (ΝΠ) βοηθούν τους επιστήμονες να κατανοήσουν και να εξηγήσουν τα φυσικά φαινόμενα. Μάλιστα τα ΝΠ χρησιμοποιήθηκαν από τους πολλούς επιστήμονες όπως για παράδειγμα ο Γαλιλαίος και ο Νεύτωνας για να τεκμηριώσουν τις θέσεις τους και τους συλλογισμούς τους, οι οποίοι ήταν καθοριστικοί για την εξέλιξη της φυσικής (Βελένζτας και συν., 2009). Η προσπάθεια να δοθεί ένας ορισμός των ΝΠ είναι αρκετά δύσκολη παρόλο που μπορούν να αναγνωριστούν και να περιγραφούν (Brown, 2006). Ωστόσο οι Βελένζτας και συν., (2009, σελ. 232). αναφέρει ότι τα «*ΝΠ είναι πειράματα που διεξάγονται στο εργαστήριο του μυαλού, επειδή είναι αδύνατο για διαφόρους λόγους να γίνουν στην πραγματικότητα*». Κάποια από τα ΝΠ είναι «οι συνδεδεμένες μπάλες» του Γαλιλαίου που εκτελούν ελεύθερη πτώση (Galileo 1638/1914) αλλά και «ο κάδος» και «το κανόνι» του Νεύτωνα (Newton 1729/1962 a & b).

Ωστόσο τα ΝΠ δεν είναι εργαλεία παρελθούσης χρήσεως αλλά διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο μέχρι και σήμερα στη διαμόρφωση της φυσικής. Αυτό συμβαίνει γιατί και σήμερα υπάρχουν ζητήματα που δεν μπορούν να διερευνηθούν σε πραγματικές συνθήκες είτε γιατί είναι κάτι πολύ δύσκολο είτε ακατόρθωτο, όπως για παράδειγμα οι συνθήκες που επικρατούν κοντά σε μια μαύρη τρύπα ή οι καταστάσεις σε περιοχές της τάξης μεγέθους της σταθεράς του Plank (Reiner & Burko 2003). Επομένως όταν οι συνθήκες είναι απαγορευτικές οι επιστήμονες προχωρούν σε ΝΠ, τα οποία τους βοηθούν να διατυπώσουν καινοτόμες θεωρίες, να αποσαφηνίσουν διάφορα ζητήματα που προκύπτουν αλλά και να αντλήσουν επιχειρήματα για να στηρίξουν ή να απορρίψουν μια θεωρία (Popper 1999, οπ. αναφ. οι Βελένζτας και συν., 2009). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε κάποιες περιπτώσεις τα ΠΠ εξελίσσονται σε ΝΠ, όταν γεννιούνται νέες υποθέσεις, παραλείπονται κάποιες παράμετροι ή όταν εξιδανικεύονται οι καταστάσεις (Sorensen, 1992).

2.3.3 Πραγματικά και Νοητικά Πειράματα: ομοιότητες και διαφορές

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να παρουσιάσουμε τις ομοιότητες και τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα σε ΠΠ και ΝΠ. Οι σημαντικότερες ομοιότητες είναι ότι (Gilbert & Reiner 2000):

- τα ΠΠ και τα ΝΠ, στηρίζονται στη θεωρία και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο ή την εφαρμογή θεωριών.
- τα ΠΠ και τα ΝΠ γίνονται γνωστά στην επιστημονική κοινότητα μέσω δημοσιεύσεων είτε σε περιοδικά είτε σε συνέδρια και ημερίδες, με σκοπό να αξιολογηθούν και να ανοίξει μια συζήτηση γύρω από την αποτελεσματικότητά τους ή όχι, που θα βοηθήσει την εξέλιξη της επιστήμης της φυσικής.

Σύμφωνα με τον Sorensen, (1992) οι πιο σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΠΠ και ΝΠ μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Τα ΝΠ σχεδιάζονται και πραγματοποιούνται συνήθως από ένα πρόσωπο σε αντίθεση με τα πραγματικά πειράματα που, τουλάχιστο στις μέρες μας, πραγματοποιούνται από μεγάλες ομάδες επιστημόνων και τεχνικών.
- Κατά τη διάρκεια των ΝΠ δεν λαμβάνονται μετρήσεις όπως συμβαίνει στα ΠΠ.

- Τα ΝΠ δεν περιλαμβάνουν πραγματικές συνθήκες, πραγματικά όργανα και συσκευές και για αυτό δεν λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό τους κάποιοι παράμετροι που σε ΠΠ θα μπορούσαν να αλλοιώσουν τα αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ: ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΑΘΗΤΩΝ-ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΜΕ ΑΝΑΠΗΡΙΑ ΟΡΑΣΗΣ

Η διδακτική της φυσικής είναι ιδιαίτερη και απαιτητική όπως διαπιστώνεται και από τη διερεύνηση της μαθησιακής διαδικασίας της φυσικής που έγινε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές/τριες στο πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας υιοθετούν εναλλακτικές ιδέες για έννοιες της φυσικής και είναι ιδιαίτερα δύσκολη η εννοιολογική τους αλλαγή. Σημαντικό ρόλο στην εννοιολογική αλλαγή δύναται να διαδραματίσει η ιστορία της φυσικής. Ωστόσο στο παρόν κεφάλαιο κρίνεται αναγκαίο να εξεταστεί πρωτίστως το αντικείμενο της διδακτικής της φυσικής, δίνοντας έμφαση τόσο στην αναποτελεσματικότητα της παραδοσιακής διδασκαλίας της φυσικής όσο και στην εποικοδομητική διδασκαλία, στις μεθόδους και τις τεχνικές που χρειάζονται. Ωστόσο επειδή η παρούσα διδακτορική διατριβή ασχολείται με μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ, κρίνεται αναγκαίο να εξεταστεί η διδακτική της φυσικής κάτω από το πρίσμα των αναγκών και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ και στην ανάγκη για τη διαφοροποιημένη διδασκαλία της αλλά και στη διδασκαλία της φυσικής σε μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ με αναπηρία όρασης μέσα από πειράματα.

3.1 Αντικείμενο της διδακτικής της Φυσικής

Βασικό στοιχείο για την κατανόηση της παιδαγωγικής διαμεσολάβησης που αφορά στη διδασκαλία της φυσικής στο πλαίσιο της παράλληλης στήριξης μαθητών/τριών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες είναι η συνειδητοποίηση, κατά τον Κουλαϊδή (2001), ότι η διδακτική της φυσικής ασχολείται με το μετασχηματισμό της φυσικοεπιστημονικής γνώσης στη σχολική της εκδοχή. Η ανάλυση αυτή αφορά και στον τρόπο με τον οποίο και οι μαθητές/τριες αλλά και οι φοιτητές/τριες κατανοούν και χειρίζονται τους όρους της φυσικής επιστήμης και τις αντίστοιχες έννοιες τόσο στο σχολικό περιβάλλον όσο και ανεξάρτητα από αυτό. Διδακτική της φυσικής είναι ο επιστημονικός κλάδος που έχει ως σκοπό τη μελέτη και βελτίωση της διδασκαλίας της φυσικής. Κάτι τέτοιο θεωρείται πως γίνεται εφικτό μέσα από τη μελέτη υπαρχόντων

διδασκικών τεχνικών, αλλά και τη διερεύνηση και δοκιμαστική εφαρμογή νέων (Περδικάρης, 2008).

Όπως και να έχει, σε κάθε προσπάθεια διδασκαλίας της φυσικής εμπλέκονται τρία διαφορετικά σώματα γνώσης, η φυσικο-επιστημονική γνώση, η σχολική της εκδοχή (που τους ακολουθεί ακόμα και ως φοιτητές) και η καθημερινή βιωματική γνώση των μαθητών και των φοιτητών (Κουλαϊδής, 2001).

Η φυσικοεπιστημονική γνώση είναι εκείνη με την οποία ασχολούνται οι επιστημονικές κοινότητες της φυσικής όταν προσπαθούν να προωθήσουν τη γνώση, να την αλλάξουν, όταν προσπαθούν δηλαδή να ανατρέψουν αυτό που είναι γνωστό και καθιερωμένο. Ο φυσικός φορέας αυτής της γνώσης είναι τα βιβλία και κυρίως τα περιοδικά που αναφέρονται στην φυσική (Κουλαϊδής, 2001).

Το δεύτερο σώμα γνώσης είναι η σχολική εκδοχή της φυσικο-επιστημονικής γνώσης. Φορείς της εκδοχής αυτής είναι κυρίως οι διδάσκοντες και τα σχολικά βιβλία. Βέβαια οι διδάσκοντες συμμετέχουν και στην επιστημονική γνώση. Ο χειρισμός της σχολικής εκδοχής της φυσικο-επιστημονικής γνώσης γίνεται κυρίως στην τάξη. Φυσικά οι μαθητές όταν έρχονται σε επαφή με αυτή τη γνώση, ερμηνεύουν τα όσα λέγονται στο πλαίσιο της, ξεκινώντας κυρίως από την καθιερωμένη πρακτικο-βιωματική τους γνώση (Κουλαϊδής, 2001).

Η πρακτικο-βιωματική γνώση των μαθητών/τριών και των φοιτητών είναι λειτουργική και πηγάζει από την καθημερινή εμπλοκή τους με τη ζωή και το γεγονός ότι χρησιμοποιούν συγκεκριμένους γλωσσικούς κώδικες. Η διαπίστωση της λειτουργικότητας αυτού του σώματος της γνώσης βασίζεται στο γεγονός ότι οι μαθητές και οι φοιτητές μπορούν να επικοινωνούν με επάρκεια στηριζόμενα στην πρακτικο-βιωματική γνώση. Τα άλλα σώματα γνώσης δεν έχουν τη λειτουργικότητα αυτού του τύπου (Κουλαϊδής, 2001).

Σύμφωνα με τη Μανούσου (2008) για τη βιωματική προσέγγιση προτείνεται και η χρήση κατάλληλου εποπτικού υλικού όπως προσομοιώσεων μέσω υπολογιστή, προπλάσμάτων, παρασκευασμάτων, πειραμάτων, κ.α., ώστε οι μαθητές αλλά και οι φοιτητές να αντιληφθούν και να κατανοήσουν σε μεγαλύτερο βαθμό δύσκολες έννοιες και φαινόμενα. Σε αυτή τη διαδικασία τονίζεται ιδιαίτερα ότι πρέπει να δίνεται προσοχή στην παρουσίαση του πραγματικού κόσμου και όχι ενός εικονικού. Η μεθοδολογία υλοποίησης βιωματικών προσεγγίσεων, βασίζεται στην παραδοχή ότι οι

μαθητές και οι φοιτητές θα ωφεληθούν από τις εμπειρίες και προϋποθέτει ότι ο εκπαιδευτικός αφενός θα διοργανώνει τις κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις που θα ενθαρρύνουν τους μαθητές/τριες και τους φοιτητές/τριες να συμμετέχουν και να στοχάζονται πάνω σε συναισθήματα, ιδέες, αξίες, στάσεις και συμπεριφορές, αφετέρου θα δημιουργεί ένα κλίμα συναισθηματικής υποστήριξης και αποδοχής (Καμαρινού, 1998, οπ. αναφ Μανούσου, 2008).

Ωστόσο όπως αναφέρουν οι Argyropoulos και Yfantis (2021), οι μαθητές/τριες με ΑΟ, παρουσιάζουν τις ίδιες ακριβώς γνωστικές και διανοητικές ικανότητες όπως και οι βλέποντες μαθητές/τριες, αρκεί να έχουν τα κατάλληλα ερεθίσματα και τις ίδιες ευκαιρίες μάθησης.

3.1.1 Η αποτελεσματικότητα της παραδοσιακής διδασκαλίας της Φυσικής και τα προβλήματά της

Οι μεταβολές που έχουν συμβεί τις τελευταίες δεκαετίες τόσο στην αγορά εργασίας όσο και στη διεθνή πολιτική σκηνή έχουν καταστήσει επιτακτική την ανάγκη γραμματισμού στη φυσική όλων των πολιτών και έχουν φέρει τη διδασκαλία της Φυσικής, στο προσκήνιο (Beichner, Hake, McDermott, Mestre, Redish, Reif & Risley, 1995· Πιερράτος και συν, 2014). Έχει προκύψει έτσι η ανάγκη κατανόησης εκείνων των μεθόδων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής αλλά και των μηχανισμών που θα επιτρέψουν την εκπαίδευση των νέων φυσικών ώστε να καταφέρουν να εφαρμόσουν αυτές τις μεθόδους.

Με τον όρο αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής εννοούμε, σε αυτή τη διατριβή, εκείνη τη διδασκαλία που μεταβάλλει τον τρόπο που οι μαθητές αλλά και οι φοιτητές σκέφτονται για τη Φυσική και την επίλυση των προβλημάτων Φυσικής, ώστε να δρουν όσο το δυνατόν περισσότερο ως ειδικοί. Αντί, δηλαδή, να θεωρούν τη Φυσική ως τη συσσώρευση απομονωμένων κομματιών πληροφορίας αποκομμένων από τον πραγματικό κόσμο, να υιοθετήσουν, όπως οι ειδικοί, μια οπτική που βλέπει τη Φυσική ως μία συνεκτική δομή εννοιών οι οποίες θεμελιώνονται πειραματικά και περιγράφουν τη φύση (Wieman & Perkins, 2005, οπ. αναφ. οι Πιερράτος και συν, 2014).

Μέχρι και σήμερα, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών και πανεπιστημιακών δασκάλων στη μέση και ανώτατη εκπαίδευση ακολουθεί την παραδοσιακή διδασκαλία της Φυσικής. Αυτή συνίσταται κυρίως στην παρουσίαση της διδακτέας ύλης υπό

μορφή διάλεξης και την επίλυση ασκήσεων που βρίσκονται στο τέλος των κεφαλαίων των διδακτικών εγχειριδίων.

Η φυσική διδασκόταν μέχρι και πριν μερικά χρόνια, με τρόπο θεωρητικό και με ακατάλληλες τεχνικές και διδακτικές μεθόδους, που ήταν συνήθως οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας (δασκαλοκεντρικές) (Σταυρίδου, 2011). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι μαθητές/τριες γενικής και ειδικής αγωγής να στηρίζονται στην «παπαγαλία» και να τους δημιουργείται η εντύπωση ότι πρόκειται για μάθημα δύσκολο και χωρίς ενδιαφέρον, στο οποίο η πλειοψηφία τους είχε χαμηλές επιδόσεις (Σταυρίδου, 2011·Papazafiri & Argyropoulos, 2018).

Παρόλο που υπάρχουν πολλά εργαλεία και μέσα για να αρθούν οι δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές/τριες στη διδασκαλία της φυσικής, ωστόσο οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δεν έχουν την κατάλληλη επιμόρφωση (Ambrose-Zaken & Bozeman, 2010· Magunhe, 2015· Wild & Allen, 2009) αλλά ούτε και τα κατάλληλα μέσα για αυτό και οι μαθητές/τριες με και χωρίς ΑΟ συναντούν αρκετές δυσκολίες (Argyropoulos & Yfantis, 2021).

Έχουν γίνει πολλές έρευνες σε όλο τον κόσμο με σκοπό την αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της παραδοσιακής διδασκαλίας (McDermott & Redish, 1999, οπ. αναφ. οι Πιερράτος, Τσακμάκη & Πολάτογλου 2014). Ενδεικτικά, οι Πιερράτος και συν, (2014) αναφέρουν ότι μόλις το 10% των φοιτητών τους μπόρεσαν να απαντήσουν σωστά σε μία ερώτηση ανάκλησης πληροφορίας η οποία δόθηκε ρητά κατά τη διάρκεια διάλεξης, δεκαπέντε λεπτά μετά την παρουσίαση της πληροφορίας. Σύμφωνα με τον Hake (1998), ανεξάρτητα από τον/ την διδάσκοντα/διδάσκουσα, το μέγεθος της τάξης ή το εκπαιδευτικό ίδρυμα, οι φοιτητές/τριες κατακτούν λιγότερο από το 30% της νέας γνώσης που τους προσφέρεται μέσω της παραδοσιακής διδασκαλίας.

Κοινός τόπος των σχετικών ερευνών είναι ότι ένας τυπικός μαθητής/τρια και φοιτητής/τρια που παρακολουθεί μια παραδοσιακή διδασκαλία Φυσικής απομνημονεύει τύπους και γεγονότα και μαθαίνει συνταγές επίλυσης ασκήσεων. Δεν κατανοεί πραγματικά τις έννοιες της Φυσικής και δεν μπορεί να τις εφαρμόσει για να περιγράψει φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Θεωρεί το μάθημα βαρετό και αδυνατεί να το συσχετίσει με την πραγματικότητα (Caldwell, 2007· Reay, Li & Bao, 2008). Ένας μαθητής/τρια ή φοιτητής/τρια με ΑΟ από την άλλη, έχει διαμορφώσει για κάποιες

απλές έννοιες της φυσικής, αντιλήψεις πιο κοντά στο επιστημονικό πρότυπο σε σχέση με τους βλέποντες (Andreou & Kotsis, 2005b).

Ένα από τα σημεία στα οποία η παραδοσιακή διδασκαλία της Φυσικής εμφανίζει σημαντική ανεπάρκεια είναι η αδυναμία εμπλοκής όλων των μαθητών/τριών, τυπικών και μη τυπικών, στην εκπαιδευτική διαδικασία (Caldwell, 2007· Reay, et. al., 2008), τη στιγμή που η εμπλοκή φαίνεται ότι είναι αναγκαία συνθήκη για τη μάθηση (Beatty, 2004· Carini, Kuh & Klein, 2006· Bransford, Brown & Cocking, 1999). Επίσης έχει παρατηρηθεί ανεπάρκεια τόσο στο διδακτικό υλικό όσο και στις στρατηγικές διδασκαλίας για μαθητές με ΑΟ (Argyropoulos & Yfantis, 2021· Jones, Minogue, Oppewal, Cook και Broadwell, 2006· Maguvhe, 2015).

Ένας τρόπος εμπλοκής των μαθητών και των φοιτητών στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι η εισαγωγή ενεργών μεθόδων διδασκαλίας (Beatty, 2004· Crouch & Mazur, 2001), οι οποίες απαιτούν περισσότερη συζήτηση και ανταλλαγή επιχειρημάτων μεταξύ των μαθητών και των φοιτητών, περισσότερο διάβασμα και προετοιμασία εκ μέρους τους και εκπόνηση περισσότερων εργασιών (Πιερράτος και συν, 2014).

Με τον όρο ενεργοί μέθοδοι διδασκαλίας νοούνται οι μέθοδοι εκείνες που έχουν σχεδιαστεί, τουλάχιστον εν μέρει, ώστε να προάγουν την εννοιολογική κατανόηση μέσω της ενεργούς εμπλοκής των εκπαιδευομένων σε νοητικές (πάντα) και πειραματικές (συνήθως) δραστηριότητες οι οποίες παρέχουν άμεση ανάδραση μέσω της συζήτησης με τους συμμαθητές//συμφοιτητές και το διδάσκοντα (Hake, 1998). Υπό αυτή την έννοια, παραδοσιακή διδασκαλία νοείται εκείνη η οποία δεν κάνει χρήση των μεθόδων της ενεργούς διδασκαλίας και στηρίζεται κυρίως σε παθητικές διαλέξεις, εργαστηριακές συνταγές εκτέλεσης πειραμάτων και εξετάσεις επίλυσης αλγοριθμικών προβλημάτων (Hake, 1998).

Σύμφωνα με τον Hake (1998), οι επιδόσεις μαθητών και φοιτητών που ενεπλάκησαν σε ενεργές μορφές διδασκαλίας ήταν σημαντικά καλύτερες από τις επιδόσεις όσων παρακολούθησαν παραδοσιακές διδασκαλίες. Γίνεται επομένως κατανοητό ότι η μάθηση για τους μαθητές/τριες με ή χωρίς εκπαιδευτικές ανάγκες ενισχύεται όταν οι καθηγητές μπορούν να αναγνωρίζουν το διαφορετικό και να διδάσκουν σε διαφορετικά στυλ μάθησης. Για να υλοποιηθούν τα παραπάνω θα πρέπει να υπάρχει ο κατάλληλος σχεδιασμός της διδασκαλίας ο οποίος θα λαμβάνει υπόψη τις

ιδιαίτερες ανάγκες, αλλά και τις υπάρχουσες εμπειρίες των μαθητών/τριών τους μαθητές/τριες με ή χωρίς εκπαιδευτικές ανάγκες (Μαλεζά & Καλογιαννάκης, 2015).

3.1.2 Εποικοδομητική διδασκαλία: ένας αποτελεσματικός τρόπος διδασκαλίας της φυσικής

Στην παρούσα διατριβή επιλέχθηκε η εποικοδομητική διδασκαλία ως αποτελεσματικός τρόπος διδασκαλίας της φυσικής στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, προκειμένου να μετασχηματιστούν οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες της φυσικής και να μην τις διατηρούν και ως φοιτητές/τριες. Ωστόσο μπορεί να εφαρμοστεί και σε ακαδημαϊκό επίπεδο. Η θεώρηση βέβαια του Εποικοδομητισμού είναι περισσότερο πολύπλοκη καθώς αυτός είναι το πεδίο συμπτώσεων των διάφορων πεδίων που εμπλέκονται στα προβλήματα των επιλογών για την εκπαίδευση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να τίθεται πάνω από τα επιμέρους πεδία επιτρέποντας την ολιστική παρατήρηση και σύνθεσή τους (Βλάχος, 2004). Χαρακτηριστικό της θεώρησης είναι η πολυσχιδής διαπλοκή με το φυσικό, το τεχνολογικό, κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον, στο οποίο οι δραστηριότητες των επιστημόνων, των καθηγητών, των μαθητών θεωρούνται όχι απλά ενταγμένες αλλά ευρισκόμενες σε διαρκή αλληλεπίδραση. Η επιστημονική γνώση, η γνώση του καθηγητή, των μαθητών/τριών και η γνώση για τα καθημερινά έχουν οικοδομηθεί από την αλληλεπίδραση με αυτό το πολυσχιδές περιβάλλον. Οι γνώσεις που αναφέρονται σε αυτό το περιβάλλον, είναι γνώσεις για το περιβάλλον και οι μεταξύ τους διαφορές δεν είναι συγκρίσιμες με μέτρο την αλήθεια τους ή το κύρος τους, αλλά οφείλονται στο διαφορετικό κοινωνικό πλαίσιο στο οποίο είναι ενταγμένες και στο οποίο χρησιμοποιούνται, καθίστανται υποκείμενο της επικοινωνίας, εξελίσσονται, αλλάζουν και ζουν όσο χρόνο ικανοποιούν τις ανάγκες αυτών που συγκροτούν το πλαίσιο (Βλάχος, 2004).

Η εικόνα των μαθητών και των φοιτητών για τον κόσμο και το γίνεσθαι είναι αυτό που πρέπει να εξελιχθεί ή να αλλάξει μέσα από τη διδασκαλία και να προσεγγίσει αυτό που επιδιώκεται να είναι στο τέλος της κάθε εκπαιδευτικής βαθμίδας προσφέροντάς τους τα απαραίτητα για το σκοπό αυτό εργαλεία σκέψης και τις συνθήκες για να ασκηθούν σε αυτή τη δραστηριότητα (Βλάχος, 2004).

Η εκπαιδευτική διδασκαλία επομένως θα πρέπει να οικοδομηθεί μέσα από διαδικασίες, οι οποίες θα έχουν την αφετηρία τους στο πεδίο της εμπειρίας, δηλαδή την

εκπαιδευτική πραγματικότητα, να εκφράζει την αλληλεπίδρασή με τους παράγοντες που εμπλέκονται στη διδασκαλία, να πραγματοποιηθεί σε ρεαλιστικά περιβάλλοντα, να κριθεί και να αξιολογηθεί με κριτήρια τα οποία θα εκφράζουν γνωσιοθεωρητικές, επιστημολογικές και κοινωνιολογικές θέσεις (Βλάχος, 2004).

Οι Driver και Oldham (1986, όπ. αναφ. στον Κόκκοτα, 1998) πρότειναν ένα μοντέλο διδασκαλίας, αυτό της εποικοδομητικής προσέγγισης της μάθησης και της διδασκαλίας, που περιλαμβάνει τις εξής φάσεις:

- Η φάση του προσανατολισμού της διδασκαλίας ή της εισαγωγής στο μάθημα, που περιλαμβάνει δυο βασικά στοιχεία, την πρόκληση του ενδιαφέροντος και της περιέργειας του μαθητή/φοιτητή και την έναρξη της διαδικασίας αναγνώρισης ιδεών με αφορμή τα υλικά που παρουσιάζονται στην τάξη. Με τον τρόπο αυτό ο εκπαιδευτικός εξηγεί στους μαθητές/τριες/φοιτητές/τριες τι πρόκειται να ακολουθήσει ώστε να είναι ενήμεροι και να αφοσιωθούν καλύτερα στις δραστηριότητες που οι ίδιοι θα διεξάγουν.
- Η φάση της ανάδειξης των προϋπάρχουσων ιδεών των μαθητών/τριών/φοιτητών. Σε αυτή τη φάση οι μαθητές/φοιτητές εκφράζουν προφορικά ή γραπτά τις ιδέες τους. Έτσι ξεδιαλύνουν και αποκαλύπτουν τις εντυπώσεις που τους δημιουργήθηκαν στην πρώτη φάση ενώ προσπαθούν να τις συσχετίσουν με προηγούμενες εμπειρίες τους. Θα πρέπει παράλληλα να δομήσουν, να οργανώσουν αυτό που σκέπτονται και να το συγκρίνουν με τις απόψεις των συμμαθητών/συμφοιτητών τους.
- Η φάση της αναδόμησης των ιδεών. Οι μαθητές και οι φοιτητές εδώ ενθαρρύνονται να ελέγξουν τις ιδέες τους με σκοπό να τις επεκτείνουν, να αναπτύξουν ιδέες στην περίπτωση που δεν έχουν άποψη ή να αντικαταστήσουν τις προϋπάρχουσες με άλλες.
- Η φάση της εφαρμογής των νέων ιδεών. Οι μαθητές και οι φοιτητές σε αυτή τη φάση, συσχετίζουν αυτό που έμαθαν με τις εμπειρίες της καθημερινής ζωής, τους δίνεται η ευκαιρία να βρουν πώς οι νέες ιδέες που απέκτησαν μπορούν να εφαρμοστούν στη λύση πραγματικών προβλημάτων. Τους παρέχει επίσης ευκαιρίες να συζητούν και να αξιολογούν τις προσπάθειές

τους, καθώς και να δοκιμάζουν αν μπορούν να εφαρμόσουν τη γνώση και τις δεξιότητες που απέκτησαν.

- Η φάση της ανασκόπησης. Οι μαθητές και οι φοιτητές πρέπει να αναγνωρίσουν τη σπουδαιότητα αυτών που ανακάλυψαν. Έχουν ανάγκη να προχωρήσουν πιο πέρα από την ανακοίνωση στην τάξη των αποτελεσμάτων στα οποία κατέληξαν. Είναι σημαντικό να διαπιστώσουν τι συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν από τις πληροφορίες που συνέλεξαν και να συγκρίνουν τις νέες απόψεις τους με αυτές που είχαν στην αρχή του μαθήματος.

Στην πολύπλοκη αυτή διαδικασία, θεωρείται ότι είναι σημαντικό να εφαρμοστούν οι τρεις αρχές της διδασκαλίας που προτείνει ο White (2001 οπ. αναφ. ο Βλάχος 2004), οι οποίες είναι η μεγιστοποίηση της δυνατότητας όλων των μαθητών/τριών και των φοιτητών, με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και μη, να επεξεργαστούν τα θέματα που μελετούν, η εναρμόνιση των διδακτικών στόχων και δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού με τις μαθησιακές δραστηριότητες των μαθητών, με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και μη, και με το υπό συζήτηση θέμα και η εξισορρόπηση μεταξύ της φάσης του προσανατολισμού και της φάσης της ανάδειξης των ιδεών.

Πιο συγκεκριμένα η εποικοδομητική διδασκαλία της φυσικής σε μαθητές/μαθήτριες ειδικής και γενικής αγωγής, βασίζεται στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών γενικής και ειδικής αγωγής, στη συνεργασία τους αλλά κυρίως στο γεγονός ότι οι μαθητές/τριες, κατασκευάζουν οι ίδιοι μια καινούρια γνώση, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του καθένα, τις ικανότητες και τις δεξιότητες του, στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης των απόψεων, της συζήτησης και της προσπάθειας να χτίσουν τη γνώση, την οποία αντιλαμβάνονται όχι ως κάτι ξένο και πέρα από αυτούς, αλλά ως ιδέα που μπορεί να την έχουν ακούσει και κάπου αλλού. Η εποικοδομητική προσέγγιση επομένως επιτρέπει στους μαθητές/τριες να συμμετέχουν όλοι, αφού δεν αποκλείει τη διαφορετική γνωστική αφετηρία κανενός. Με αυτό τον τρόπο οι γνώσεις για τη φυσική οικοδομούνται ενεργά, καθώς αυτό που πρόκειται να διδαχτούν οι μαθητές/τριες συνδέεται με το χειρισμό των ιδεών τους, σε συνάρτηση με τους στόχους, τις υιοθετούμενες διδακτικές στρατηγικές και τις επιλογές διαδικασιών μάθησης. Έτσι οι μαθητές/τριες με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες γίνονται ενεργά και δρώντα πρόσωπα

καθώς τους δίνεται η δυνατότητα να αυτενεργήσουν στο πλαίσιο μιας ομάδας ή και ατομικά (Μαλεζιά, 2015).

3.1.3 Μέθοδοι και τεχνικές εποικοδομητικής διδασκαλίας

Τα διάφορα στάδια της εποικοδομητικής διδακτικής στρατηγικής πραγματοποιούνται με ποικιλία δραστηριοτήτων τις οποίες επιλέγουμε να ονομάσουμε μεθόδους και τεχνικές με σκοπό και στόχο να σηματοδοτηθούν ο στόχος της διδασκαλίας, ο ρόλος του διδάσκοντα, ο οποίος τις επιλέγει και παρακολουθεί την εκτέλεσή τους και φυσικά η εμπλοκή και η ενεργητικότητα που αυτές απαιτούν από τους μαθητές (Βλάχος, 2004) αλλά και τους φοιτητές. Οι μέθοδοι και οι τεχνικές που κατά τον Sutton (1993) έχουν προταθεί (όπ. αναφ. στον Βλάχο, 2004), για τη διδακτική της φυσικής έχουν μεγάλη ποικιλία μεταξύ τους. Στην εποικοδομητική διδασκαλία μπορούν να αξιοποιηθούν αυτά που ενεργοποιούν την αρχική γνώση των μαθητών και των φοιτητών και σκοπεύουν στην αλλαγή της, αυτά που εναρμονίζονται με τη βασική θέση για την οικοδόμηση της γνώσης από τον μαθητή αλλά και τον φοιτητή, αυτά που το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι δυνατό να κοινοποιηθεί σε άλλους και αυτά που δεν υποβάλλουν την εικόνα της αληθινής γνώσης αλλά χειρίζονται τη γνώση συσχετισμένη με προβλήματα που μπορούν εύκολα να διαψευστούν (Βλάχος, 2004).

Από τις πιο γνωστές μεθόδους και τεχνικές είναι οι ερωτήσεις, η συζήτηση σε ομάδες, τα πειράματα, η γνωστική σύγκρουση, ο σωκρατικός διάλογος, μεταφορές και αναλογίες, χαρτογράφηση εννοιών, λύση προβλημάτων και ειδικοί τρόποι χρήσης του εκπαιδευτικού υλικού. Οι μέθοδοι και οι τεχνικές αυτές πρέπει να είναι ενταγμένα στο πλαίσιο της εποικοδομητικής διδασκαλίας, δηλαδή της αλληλεπίδρασης των μαθητών και των φοιτητών με τα πράγματα και μεταξύ τους καθώς και με τον διδάσκοντα. Κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης αυτής ενεργοποιείται η προϋπάρχουσα γνώση, εκδηλώνεται λειτουργικά και σταδιακά οικοδομούνται οι έννοιες (Βλάχος, 2004).

Μια άλλη μέθοδος που μπορεί να υιοθετηθεί από τους εκπαιδευτικούς και τους διδάσκοντες κατά τον σχεδιασμό της διδασκαλίας των μαθημάτων της φυσικής είναι η βιωματική προσέγγιση των διαφόρων φαινομένων από τους μαθητές/τριες με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Για τη βιωματική προσέγγιση ο καθηγητής μπορεί να αξιοποιεί και άλλες σχολικές δραστηριότητες, όπως το θεατρικό παιχνίδι, το παιχνίδι και η παρατήρηση στην ύπαιθρο με την ευκαιρία εκδρομών, τις επισκέψεις σε μουσεία

φυσικής και διαδραστικές εκθέσεις όπως η Εθνική Εστία Επιστημών του Εθνικού Ιδρύματος Νεότητας (Βαβουγιός, 2006).

Επιπλέον οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εφαρμόσουν εναλλακτικές διαδικασίες στα επί μέρους στάδια διεξαγωγής των εργαστηριακών ασκήσεων, για να υπερνικηθούν οι δυσκολίες των μαθητών και των φοιτητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες στις διάφορες δραστηριότητες και να μπορούν εξίσου να συμμετέχουν σε ομάδες εργασίας με τους υπόλοιπους συμμαθητές/τριες και συμφοιτητές/τριες τους χωρίς να υπάρχουν προβλήματα και δυσλειτουργίες (Kucera, 1993· Miner, Nieman, Swanson & Woods, 2001· Keller, 2002). Επίσης μπορούν να δίνουν περισσότερο χρόνο στους μαθητές και στους φοιτητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες για να ολοκληρώσουν τις αιτούμενες δραστηριότητες. Στην περίπτωση που υπάρχει και ο εκπαιδευτικός της παράλληλης στο εργαστήριο, στην περίπτωση της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι μαθητές/τριες με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες μπορούν να διευκολυνθούν στο χειρισμό των διαφόρων οργάνων ή αντικειμένων.

Προκειμένου όμως να αναδειχθεί με μεγαλύτερη ευκρίνεια η πολυπλοκότητα του φαινομένου της μάθησης προτείνεται να εκτεθούν αναλυτικά οι απόψεις που αναφέρονται σε βασικά θέματα όπως οι έννοιες, η εννοιολογική αλλαγή και η κατανόηση. Τα θέματα αυτά αναφέρονται στις πλέον συνηθισμένες διαδικασίες της διδασκαλίας, την επικοινωνία με τον προφορικό ή γραπτό λόγο και την αλληλεπίδραση με τα πράγματα, δηλαδή τον πειραματισμό, τη μελέτη των βιβλίων, την αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό λογισμικό, την επικοινωνία κατά τη διδασκαλία ή την προβολή του οπτικοακουστικού υλικού (Βλάχος, 2004).

Υιοθετώντας επομένως την άποψη ότι η προσαρμογή της διδασκαλίας για τους μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες δεν πρέπει να πραγματοποιείται με τη μείωση της διδακτέας ύλης και την επιφανειακή απομνημόνευση μειωμένου όγκου πληροφοριών αλλά να στηρίζεται στην επιλογή μιας γνωστικής περιοχής με την οποία θα καλλιεργηθεί η κριτική σκέψη και θα διδαχθούν στρατηγικές μάθησης και οργάνωσης – επεξεργασίας πληροφοριών, θεωρείται ότι τα νοητικά πειράματα μπορούν να βοηθήσουν στη διδασκαλία της φυσικής.

3.2 Οι ιδιαιτερότητες της φυσικής για τους μαθητές και τους φοιτητές με αναπηρία όρασης και η ανάγκη για τη διαφοροποιημένη διδασκαλία της

Το μάθημα της φυσικής είναι διαφορετικό από τα άλλα μαθήματα. Το περιεχόμενο του μαθήματος αφορά τον «πραγματικό κόσμο», καθώς οι μαθητές/τριες/τριες και οι φοιτητές/τριες εξερευνούν το περιβάλλον τους και αλληλεπιδρούν με αυτό, μελετούν άμεσα φυτά, ζώα και υλικά, καταμετρούν το ηλεκτρικό ρεύμα και ελέγχουν το βάρος, την κίνηση και την ταχύτητα σωμάτων. Αυτός ο σύνδεσμος με τον «πραγματικό κόσμο» έχει ιδιαίτερη αξία για τους μαθητές και τους φοιτητές με ΑΟ, καθώς η εκπαιδευτική πράξη πρέπει να έχει ως στόχο της την παροχή γνώσεων στους μαθητές και φοιτητές με ΑΟ για τον φυσικό κόσμο στον οποίο ζουν, την καλλιέργεια της αυτοεκτίμησης και αυτοπεποίθησης για να χειρίζονται την πραγματικότητα αυτή, ώστε να αισθανθούν αποδεκτοί και αυθύπαρκτοι (Argyropoulos & Ravenscroft, 2019).

Οι μαθητές/τριες με ΑΟ έχουν τη δυνατότητα και την ικανότητα να κατακτήσουν τις έννοιες της φυσικής όπως και οι βλέποντες συνομήλικοί τους, με τη βασική προϋπόθεση να υπάρχουν τα κατάλληλα μέσα για τη διδασκαλία των εννοιών της φυσικής σε μαθητές/τριες με ΑΟ (Argyropoulos & Yfantis, 2021; Jones, Taylor & Broadwell, 2009). Η ενεργητική συμμετοχή μαθητών και φοιτητών στη διδασκαλία της φυσικής, προσφέρει συγκεκριμένες εμπειρίες μέσα από το χειρισμό δειγμάτων και υποδειγμάτων, την ώθηση και την έλξη, το ζύγισμα και τη μετάγγιση όγκων, την κίνηση και την καταμέτρηση, το ζέσταμα και το κρύωμα κ.α.. Συμβάλει ακόμα περισσότερο για μαθητές και φοιτητές που είχαν περιορισμένη εμπειρία από το περιβάλλον τους και που η γνώση τους γι' αυτό δεν ήταν σαφής λόγω του προβλήματος όρασης. Γίνεται επομένως κατανοητό ότι αυτή ενεργητική συμμετοχή των μαθητών και των φοιτητών με ΑΟ, όταν συνοδεύονται από συζήτηση και επεξήγηση, μπορούν να αποσαφηνίσουν και να ενισχύσουν τη γνώση τους για την πραγματικότητα που τα περιβάλλει, με τρόπο που δεν μπορούν να κάνουν άλλα μαθήματα. Οι μαθητές και οι φοιτητές με ΑΟ αποκομίζουν ιδιαίτερο όφελος από τη πρακτική που υποστηρίζει τη θεωρία, από την αυτοπεποίθηση που αποκτούν με την πρόσληψη ενός συνόλου από πρακτικές δεξιότητες και από την αυτονομία που προέρχεται από την κυριαρχία και το αίσθημα ελέγχου (Mason & Mccall, 2004).

Οι μαθητές και οι φοιτητές με ΑΟ συνήθως έχουν πολύ φτωχές προκαταρκτικές γνώσεις, αλλά και προβληματισμούς, αναφορικά με τα φυσικά φαινόμενα. Έχουν περιορισμένες δυνατότητες και αντιμετωπίζουν μεγάλες δυσκολίες στο να παρατηρήσουν τη διαδικασία διεξαγωγής ενός πειράματος, να αντιληφθούν τις γρήγορες κινήσεις, να διαβάσουν οπτικά ή απτικά τις ενδείξεις των διάφορων οργάνων, να αντιληφθούν τις ενδείξεις του φωτός, των χρωμάτων, των συντελούμενων μικρών μεταβολών (Mason & Mccall, 2004).

Οι μαθητές/τριες με ΑΟ παρουσιάζουν συχνά δυσκολίες να χειριστούν πληροφορίες λόγω της περιορισμένης προϋπάρχουσας σχολικής γνώσης. Για αυτό το λόγο εστιάζουν συνήθως σε μερικές μόνο διαστάσεις ενός φαινομένου. Οι μαθητές/τριες αυτοί συνηθίζουν να εξάγουν συμπεράσματα βασισμένοι σχεδόν αποκλειστικά στην αισθητηριακή αντίληψη αν και διαθέτουν ένα σύστημα εναλλακτικών αναπαραστάσεων για τον εμπειρικό τους κόσμο, ανάλογο μ' αυτό που συναντάται και στους υπόλοιπους μαθητές (Μαλεζά & Καλογιαννάκης, 2015). Αναλυτικότερα, μπορούν να συλλογιστούν επαγωγικά και να δομήσουν νοητικά τις επιστημονικές έννοιες εφόσον έχουν παρακολουθήσει κατάλληλα σχεδιασμένες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις. Επομένως, γίνεται σαφές ότι ο βασικός σκοπός της διδασκαλίας στο πλαίσιο της παράλληλης στήριξης πρέπει να είναι η απόκτηση από τους μαθητές αφενός της απαραίτητης γνώσης για την πραγματικότητα και αφετέρου η πεποίθηση ότι είναι ικανοί να χειρίζονται αυτή την πραγματικότητα (Μαλεζά & Καλογιαννάκης, 2017).

Επιπλέον, οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ είναι αναγκασμένοι, να κάνουν καλύτερη χρήση των δυνατοτήτων των υπόλοιπων αισθήσεων, απ' ότι οι βλέποντες, λόγω της ανάγκης να μην παραβλέπουν ακόμη και λεπτομέρειες του περιβάλλοντος, κάτι που δεν συμβαίνει με τους βλέποντες, αλλά και λόγω της συστηματικής αγωγής των υπόλοιπων αισθήσεων που δέχονται. Οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ χρειάζεται να εξοικειωθούν με τις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου περισσότερο από κάθε άλλο βλέποντα. Μία διαδικασία της επιστημονικής μεθόδου που θεωρείται απαραίτητη είναι η παρατήρηση (Kingsley, 1997; Supalo, Isaacson, & Lombardi, 2014). Μια ευρέως διαδεδομένη άποψη είναι ότι οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ έχουν εκ γενετής καλύτερα ανεπτυγμένες τις υπόλοιπες τέσσερις αισθήσεις τους απ' ότι οι βλέποντες. Κάτι το οποίο, δεν

ευσταθεί, αφού οι μαθητές και οι φοιτητές με ΑΟ μαθαίνουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους να τις χρησιμοποιούν περισσότερο κι επομένως να αναπτύσσουν καλύτερα τις αισθήσεις τους.

Για το λόγο αυτό απαιτείται η διαφοροποίηση της διδασκαλίας, μιας διδασκαλίας προσαρμοσμένης σε ένα μαθησιακό περιβάλλον χωρίς αποκλεισμούς. Η διαφοροποιημένη διδασκαλία της φυσικής, όπως και η μη διαφοροποιημένη, χρησιμοποιεί διδακτικές στρατηγικές που βασίζονται στο ατομικό στυλ μάθησης των μαθητών και των φοιτητών ΑΟ και τις ιδιαίτερες εκπαιδευτικές του ανάγκες. Τρεις γενικές περιοχές που σχετίζονται με την αποτελεσματική παροχή πρόσβασης στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, περιλαμβάνουν τη διαφοροποίηση ως προς (Γεωργούλα, Ζέζα & Κατσούλης, 2015):

- ο τους μαθησιακούς στόχους - περιεχόμενο,
- ο τη διαφοροποίηση της διαδικασίας της διδασκαλίας και το μαθησιακό περιβάλλον και
- ο το τελικό αποτέλεσμα.

Προτού όμως πραγματοποιηθεί η διαφοροποίηση των παραπάνω περιοχών, προκειμένου να συμμετέχουν αποτελεσματικά μαθητές και φοιτητές με ΑΟ στην εκπαιδευτική διαδικασία προέχει μια συστηματική αξιολόγηση των δυνατοτήτων καθώς και των ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών του. Αυτό μπορεί να είναι το πιο σημαντικό μέρος μιας διαφοροποιημένης διδασκαλίας. Αν οι εκπαιδευτικοί και οι διδάσκοντες γενικότερα, δεν γνωρίζουν σημαντικές πτυχές των μαθησιακών τους αναγκών και ικανοτήτων, τότε ο προσδιορισμός των αποτελεσματικών διδακτικών στρατηγικών είναι σχεδόν αδύνατος. Οι εκπαιδευτικοί και οι διδάσκοντες θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά των μαθητών/τριών και των φοιτητών τους όταν πρόκειται να εφαρμόσουν διδακτικές στρατηγικές, όπως τα διαφορετικά μαθησιακά στυλ, τρόπους με τους οποίους οι μαθητές επεξεργάζονται τις πληροφορίες και τη χρήση της θεωρίας της πολλαπλής νοημοσύνης (Gardner, 1983, οπ. αναφ. οι Γεωργούλα και συν., 2015).

Επομένως τα απαραίτητα διδακτικά μέσα και βοηθήματα για τη διδασκαλία του μαθήματος αυτού θα πρέπει να είναι κατάλληλα τροποποιημένα ή προσαρμοσμένα ή να είναι εξαρχής ειδικά κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι ακίνδυνα και εύχρηστα, καθώς επίσης και αν παρέχουν τις σχετικές πληροφορίες στους

μαθητές/τριες με ΑΟ δια μέσου της αφής ή και της ακοής. Επίσης απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματική εξοικείωση των μαθητών και φοιτητών με ΑΟ με το φυσικό περιβάλλον είναι η απόκτηση της θεμελιώδους κατανόησης των χαρακτηριστικών του. Για την προσαρμογή στην καθημερινή ζωή, η κατανόηση αυτών των χαρακτηριστικών, στο επίπεδο των φυσικών νόμων ή των θεωριών, δεν είναι ζωτικής σημασίας, αλλά είναι σημαντικό να κατανοήσει τις βασικές έννοιες της φυσικής κανονικότητας. Για παράδειγμα, όταν αφήνει κανείς κάποιο αντικείμενο από τα χέρια του, αυτό πέφτει κάτω και όχι πάνω, και δεδομένου ότι αυτό συμβαίνει με όλα τα αντικείμενα, πρόκειται για μια απόλυτα αξιόπιστη ιδιότητα του φυσικού περιβάλλοντος. Το ίδιο ισχύει και για το γεγονός ότι τα αντικείμενα τείνουν να διατηρούν τα χαρακτηριστικά τους ασχέτως χρόνου και τόπου (Λιοδάκης, 2010).

Οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ προσαρμόζονται γνωστικά στην κατανόηση των συνθηκών του φυσικού περιβάλλοντος. Αν η κατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος άλλαζε από τη μια στιγμή στην άλλη, τότε δεν θα υπήρχε καμία κανονικότητα στο πέρασμα του χρόνου, κάτι που φυσικά δεν συμβαίνει. Αν ένας μαθητής με ΑΟ όμως δεν κατανοούσε, σε κάποιο επίπεδο, τις νόρμες του φυσικού περιβάλλοντος, οι γνωστικές απαιτήσεις της προσαρμογής του θα ήταν ανυπολόγιστα πιο μεγάλες. Η κατανόηση των βασικών χαρακτηριστικών του φυσικού περιβάλλοντος τον απαλλάσσει από την αναγκαιότητα της συνεχούς ενασχόλησης με την εκάστοτε κατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος. Οι ιδιότητες αυτές είναι οι εξής (Brown & Packer, 2012):

- Η μονιμότητα του αντικειμένου: η κατανόηση ότι τα αντικείμενα διατηρούν την ύπαρξη και την ταυτότητά τους ακόμα και όταν δεν διεγείρουν τις αισθήσεις.
- Οι ιδιότητες της ύλης: η κατανόηση ότι οι ιδιότητες όπως η μάζα, ο αριθμός και ο όγκος διατηρούνται παρά τις όποιες αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο τις αντιλαμβάνονται μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες.
- Η αιτιότητα: η κατανόηση αιτίου και αιτιατού, η κατανόηση ότι μια δεδομένη πράξη έχει οπωσδήποτε μια συνέπεια.
- Ο χρόνος: η κατανόηση της διάταξης των γεγονότων στο χρόνο, η κατανόηση των σταθερών χρονικών περιόδων, όπως οι μέρες και οι

εβδομάδες και η κατανόηση των εννοιών του παρόντος, του παρελθόντος και του μέλλοντος.

- ο Η χωρική δομή: η κατανόηση του χώρου και της δομής του, της κατάληψης του χώρου από αντικείμενα και οι σχέσεις των αντικειμένων μέσα στο χώρο.
- ο Αυτές τις ιδιότητες πρέπει να αξιοποιεί και ο καθηγητής της φυσικής στη διδασκαλία των εννοιών και των νόμων της φυσικής.

3.2.1 Διδασκαλία φυσικής σε μαθητές και φοιτητές με αναπηρία όρασης μέσα από πειράματα

Το πείραμα στη διδασκαλία της φυσικής προσφέρει στους μαθητές και στους φοιτητές με ΑΟ την πολύτιμη ευκαιρία να εξερευνήσουν το περιβάλλον τους και να αλληλοεπιδράσουν μαζί του, με τρόπο προγραμματισμένο και ελεγχόμενο, αλλά τα προβλήματα όρασης συχνά θεωρούνται εμπόδια για την πρόσβαση στην πρακτική άσκηση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μαθητές και φοιτητές με ΑΟ παρατηρούν πρώτα τα μέρη ενός φαινομένου ή ενός πειράματος και στη συνέχεια καλούνται να κατασκευάσουν νοερά το σύνολο, κάτι το οποίο το καθιστά αρκετά δύσκολο τρόπο μάθησης και επεξεργασίας (Argyropoulos & Yfantis, 2021· Millar, 2006).

Σύμφωνα με τον Magunhe (2015), το πρόγραμμα σπουδών της φυσικής είναι συνήθως απρόσιτο σε μαθητές με ΑΟ και οι εκπαιδευτικοί δεν μπορούν να διδάξουν σε μαθητές με ΑΟ καθώς δεν έχουν λάβει την κατάλληλη επιμόρφωση. Όταν κάποιος προγραμματίζει μια πρακτική δραστηριότητα για μαθητές και φοιτητές με ΑΟ, η πρώτη απαραίτητη προϋπόθεση είναι να αποφασίσει ποιος είναι ο κύριος στόχος της δραστηριότητας. Αν αυτός είναι η δημιουργία εμπειριών που θα επεξηγήσουν και θα υποστηρίξουν τη θεωρία, τότε οι σημαντικοί παράγοντες είναι η σαφήνεια, η καθοδήγηση και η κατανόηση. Δεν είναι απαίτηση η αυτόνομη εργασία, και έτσι μπορεί να δοθεί η κατάλληλη βοήθεια και στήριξη, ώστε να κατανοήσουν πλήρως οι μαθητές αλλά και οι φοιτητές περί τίνος πρόκειται. Μια επίδειξη από τον καθηγητή αποτελεί πάντως την αρχή. Όμως η πρακτική δραστηριότητα μπορεί να έχει ως κύριο στόχο την αυτόνομη εργασία είτε ως άσκηση όπου οι μαθητές αλλά και οι φοιτητές αποκτούν και κατακτούν δεξιότητες, είτε ως έρευνα την οποία σχεδιάζουν και εκτελούν μόνοι τους, χρησιμοποιώντας αυτές τις δεξιότητες (Mason & McCall, 2004).

Ο ρόλος του πειράματος είναι πολύ σημαντικός στους μαθητές/τριες αλλά και στους φοιτητές/τριες με ΑΟ, καθώς ο σκοπός του δεν είναι μόνο η αναπαραστατική εικόνα της πραγματικότητας, αλλά η κατανόηση της γνώσης, η οποία προκύπτει από την αφαίρεση των αντικειμένων, την παρατήρηση για να καταλήξει στον μετασχηματισμό. Για να επιτευχθεί αυτό στους μαθητές και φοιτητές με ΑΟ χρειάζεται η διαφοροποίηση της εκπαιδευτικής πράξης, η οποία μπορεί να επιτευχθεί και με την αρωγή της τεχνολογίας, καθώς αυτή στοχεύει στην καθολική πρόσβαση στις πληροφορίες. Για παράδειγμα μπορούν να αξιοποιηθούν οι τριδιάστατοι εκτυπωτές (εκτυπωτές που παράγουν απτικά γραφήματα και διαγράμματα), ταινία ή ψηφιακές συσκευές εγγραφής, αριθμομηχανές ομιλίας, σαρωτές, υπολογιστές με εξειδικευμένο λογισμικό όπως Jaws ή Supernova, άλλο λογισμικό braille, φορητοί μεγεθυντικοί φακοί, οθόνες braille, οπτικά συστήματα αναγνώρισης χαρακτήρων, λογισμικό συνθετικής ομιλίας, μηχανή ανάγνωσης Kurzweil, braille και άλλα βοηθήματα χαμηλής όρασης, όπως κλειστό κύκλωμα τηλεόραση (Αργυρόπουλος & Ravenscroft, 2019· Nkiko, Atinmo, Michael-Onuoha, Ilogho, Fagbohun, Ifeakachuku, O., Adetomiwa B., Usman, 2018· Azeta et al., 2018· Eligi & Mwantimwa, 2017· Beal & Rosenblum, 2015). Ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι ενώ τα εργαλεία αυτά μπορούν να βοηθήσουν στην άρση του αποκλεισμού και του περιορισμού των μαθητών με ΑΟ στη διδασκαλία της φυσικής, οι εκπαιδευτικοί των φυσικών επιστημών δεν έχουν πάντα την πρόσβαση σε αυτά τα εργαλεία (Ambrose-Zaken & Bozeman, 2010· Maguvhe, 2015· Wild & Allen, 2009).

Η γνώση, επομένως, πρέπει να στηρίζεται σε ενεργητικές διαδικασίες που μπορούν να γίνουν είτε από τους μαθητές και φοιτητές με ΑΟ είτε από τον εκπαιδευτικό και γενικά τον διδάσκοντα. Η δράση δηλαδή πάνω στα αντικείμενα παίζει σημαντικό ρόλο στη γνώση, για αυτό και το πείραμα κατέχει ξεχωριστή θέση στη διδακτική πράξη (Jones, 2013). Γίνεται επομένως κατανοητό ότι ο ρόλος του πειράματος έγκειται στο να βοηθήσει τους μαθητές και φοιτητές με ΑΟ να συλλάβουν το αφηρημένο, χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο που είναι η πειραματική διάταξη, ενώ ταυτόχρονα δίνει την ευκαιρία στον καθηγητή να κάνει παραγωγικές ερωτήσεις, που υποτίθεται ότι οδηγούν σε ερμηνευτικές δραστηριότητες, οι οποίες όμως στην πράξη δεν οδηγούν πουθενά (Harlen & Elstgeest, 2005).

3.3 Σύνοψη αποτελεσμάτων βιβλιογραφικής επισκόπησης

Έχοντας ολοκληρώσει τη βιβλιογραφική επισκόπηση διαπιστώνεται ότι μέσα από μια πληθώρα ερευνών οι μαθητές/τριες με ειδικές ανάγκες και ειδικότερα με Αναπηρία Όρασης (ΑΟ), παρουσιάζουν πολλές εννοιολογικές παρανοήσεις στις έννοιες της φυσικής και συγκεκριμένα στην κινηματική -δυναμική.

Αυτές οι εννοιολογικές παρανοήσεις των μαθητών/τριων με ΑΟ για τη δύναμη και την κίνηση φαίνεται ότι έχουν περισσότερες ομοιότητες με την αριστοτελική σκέψη που διατηρήθηκε μέχρι την αναγέννηση, καθώς και με τη σκέψη του Buridan που αναπτύχθηκε στον Μεσαίωνα, παρά με τη σκέψη του Νεύτωνα που αναπτύχθηκε τον 17ο αιώνα. Αυτές οι παρανοήσεις δημιουργούνται στους μαθητές/τριες και κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, συχνά λόγω έλλειψης ουσιαστικής επικοινωνίας μεταξύ δασκάλων και μαθητών/τριών ή έλλειψης χρόνου. Ο κίνδυνος της παρανόησης γίνεται μεγαλύτερος αν η γλώσσα που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός δεν τους είναι οικεία.

Εξάλλου η φυσική για δεκαετίες διδασκόταν με τρόπο θεωρητικό και με ακατάλληλες τεχνικές και διδακτικές μεθόδους, που ήταν συνήθως οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας (δασκαλοκεντρικές). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι μαθητές/τριες με και χωρίς ΑΟ να στηρίζονται στην «παπαγαλία» και να τους δημιουργείται η εντύπωση ότι πρόκειται για μάθημα δύσκολο και χωρίς ενδιαφέρον, στο οποίο η πλειοψηφία τους είχε χαμηλές επιδόσεις.

Έρευνες έδειξαν ότι οι μαθητές/τριες με ΑΟ, χρειάζονται περισσότερο χρόνο και προσπάθεια για την αποκωδικοποίηση των λέξεων, των εννοιών και των συμβόλων κι αυτό έχει ως συνέπεια να αναπτύσσονται δυσλειτουργίες στην εκπαιδευτική διαδικασία και να παρατηρούνται χαμηλές σχολικές επιδόσεις μεταξύ των μαθητών/τριών με ΑΟ σε σχέση με τις επιδόσεις των άλλων παιδιών της ηλικίας τους.

Οι εννοιολογικές παρανοήσεις στην κινηματική - δυναμική δικαιολογούνται και από το γεγονός ότι συχνά προβάλλεται στους μαθητές/τριες με ΑΟ μια στρεβλωμένη εικόνα της φυσικής ενώ ταυτόχρονα τους υποβάλλεται η ιδέα, ότι δεν τα καταφέρνουν στη φυσική και ότι δεν έχουν «μυαλό φυσικού», δεν είναι δηλαδή αρκετά «έξυπνοι». Για αυτό αποθαρρύνονται, μειώνεται η αυτοπεποίθησή τους καθώς αισθάνονται ένα αίσθημα αποτυχίας που πηγάζει από τη δυσκολία τους να κατανοήσουν το μάθημα και

έτσι εγκαταλείπουν κάθε προσπάθεια κατανόησης καταφεύγοντας στη μέθοδο της μηχανιστικής απομνημόνευσης και αποστήθισης του σχολικού βιβλίου.

Θα πρέπει να επισημανθεί επίσης ότι τα παιδιά με ΑΟ εμπιστεύονται απόλυτα την άποψη που σχηματίζουν για τον κόσμο και τα φαινόμενα γιατί είναι αποτέλεσμα της προσωπικής τους εμπειρίας να αναπαριστούν τον κόσμο όπως εκείνα τον αντιλαμβάνονται. Έτσι όταν οι μαθητές/τριες με ΑΟ έρθουν σε επαφή με το γνωστικό αντικείμενο της φυσικής, ακούγοντας μια έννοια για πρώτη φορά, προσπαθούν να συνδέσουν τα επιστημονικά δεδομένα με τις δικές τους απόψεις/εμπειρίες/αντιλήψεις του, όπως ακριβώς και τα βλέποντα. Ωστόσο στα παιδιά με ΑΟ η αντίληψη της πραγματικότητας και οι οπτικές εμπειρίες τους είναι εξαιρετικά διαφορετικές και περιορισμένες γεγονός που τα οδηγεί στη δημιουργία πολλές φορές λαθεμένων εναλλακτικών ιδεών.

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι ιδιαίτερα σημαντική στην κατανόηση των εννοιών στη φυσική είναι η αφηρημένη και συγκεκριμένα η μεταφορική σκέψη, η οποία είναι το μέσο για τη μεταφορά της γνώσης, από το ένα εννοιολογικό πλαίσιο στο άλλο (όπως για παράδειγμα κίνηση - δύναμη). Απαραίτητη προϋπόθεση όμως για την ανάπτυξη της μεταφορικής σκέψης των μαθητών/τριών με ΑΟ είναι η γλώσσα και ο αφηγηματικός λόγος καθώς οι μαθητές/τριες με ΑΟ μπορούν να μεταβούν από τα απλά στα πιο σύνθετα επίπεδα και να κατανοήσουν έννοιες της φυσικής όπως είναι η κίνηση - δύναμη. Εξίσου όμως σημαντική με αυτή είναι και η απτική τους αντίληψη, που βοηθά τους μαθητές/τριες να λάβουν μέρος σε ένα πείραμα και να το κατανοήσουν (π.χ. Πείραμα με το κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου). Το πρόβλημα όμως που παρατηρείται είναι ότι αδυνατούν να συνδέσουν τις έννοιες που διδάσκονται με την πρότερη γνώση .

Οι μαθητές/τριες με ΑΟ δηλαδή δυσκολεύονται να χειριστούν πληροφορίες από την προϋπάρχουσα σχολική τους γνώση η οποία δείχνει περιορισμένη, τείνουν να εστιάζουν σε λίγες μόνο διαστάσεις ενός φαινομένου και να εξάγουν συμπεράσματα βασισμένοι σχεδόν αποκλειστικά στην αισθητηριακή αντίληψη, διαθέτουν ένα σύστημα εναλλακτικών αναπαραστάσεων για τον εμπειρικό τους κόσμο, ανάλογο με αυτό που συναντάται και στους υπόλοιπους μαθητές/τριες. Είναι εν ολίγοις σε θέση να συλλογιστούν επαγωγικά και να δομήσουν νοητικά τις επιστημονικές έννοιες εφόσον έχουν παρακολουθήσει κατάλληλα σχεδιασμένες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις.

Παρόλο που υπάρχουν πολλά εργαλεία και μέσα για να αρθούν οι δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές/τριες στη διδασκαλία της φυσικής, ωστόσο οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δεν έχουν την κατάλληλη επιμόρφωση αλλά ούτε και τα κατάλληλα μέσα για αυτό και οι μαθητές/τριες με και χωρίς ΑΟ συναντούν αρκετές δυσκολίες.

Μια διδακτική προσέγγιση η οποία φαίνεται ότι μπορεί να συμβάλλει στην καλλιέργεια της επαγωγικής σκέψης και να βοηθήσει τους μαθητές/τριες να δομήσουν νοητικά τις επιστημονικές έννοιες της φυσικής (κίνηση- δύναμη) είναι αυτή που χρησιμοποιεί ως εργαλείο της την Ιστορία της Φυσικής. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να εντάξει στη διδασκαλία του την ιστορία της φυσικής μέσω πραγματικών πειραμάτων (ΠΠ) και νοητικών πειραμάτων (ΝΠ).

Το πείραμα στη διδασκαλία της φυσικής προσφέρει στους μαθητές/τριες και στους φοιτητές/τριες με ΑΟ την πολύτιμη ευκαιρία να εξερευνήσουν το περιβάλλον τους και να αλληλοεπιδράσουν μαζί του, με τρόπο προγραμματισμένο και ελεγχόμενο, αλλά τα προβλήματα όρασης συχνά θεωρούνται εμπόδια για την πρόσβαση στην πρακτική άσκηση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ παρατηρούν πρώτα τα μέρη ενός φαινομένου ή ενός πειράματος και στη συνέχεια καλούνται να κατασκευάσουν νοερά το σύνολο, κάτι το οποίο το καθιστά αρκετά δύσκολο τρόπο μάθησης και επεξεργασίας.

Υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν την αποδοτικότητα του βιωματικού πειράματος στη διδασκαλία της φυσικής, επειδή οι μαθητές/τριες καλλιεργούν τις δεξιότητες εκείνες που τους επιτρέπουν να κατασκευάζουν μόνοι τους τη γνώση και να επιλύσουν προβλήματα. Στον αντίποδα αυτής της άποψης υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν ότι η χρήση προσομοιώσεων παρέχει τη δυνατότητα για άμεση ανατροφοδότηση που οδηγεί στην κατανόηση και στην εξάσκηση.

Συνοπτικά, τα ερευνητικά δεδομένα είναι αρκετά περιορισμένα όσον αφορά την χρήση της ιστορίας των φυσικών επιστημών στην εκπαιδευτική πράξη. Ακόμα περισσότερο τα ερευνητικά δεδομένα είναι περιορισμένα όταν αναφερόμαστε σε ενταξιακά εκπαιδευτικά πλαίσια όπου μέσα σε αυτά συνεκπαιδεύονται παιδιά με αναπηρία όρασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη μεθοδολογία της έρευνας που ακολουθήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής. Προτού γίνει αυτή η παρουσίαση, αρχικά γνωστοποιούνται ο σκοπός και οι στόχοι της έρευνας αλλά και τα ερευνητικά ερωτήματα. Με βάση τη στοχοθεσία αλλά και τα ερευνητικά ερωτήματα παρουσιάζεται σε θεωρητικό επίπεδο πρώτα η μεθοδολογία που επιλέχθηκε καθώς επίσης και η αιτιολόγηση της επιλογής της συγκεκριμένης μεθοδολογίας. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο ερευνητικός σχεδιασμός που ακολουθήθηκε στο πλαίσιο της έρευνας δράσης. Παρουσιάζονται αναλυτικά τα ερευνητικά εργαλεία (το ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ IV, το ερωτηματολόγιο IBCM, οι ημιδομημένες συνεντεύξεις, το ερευνητικό ημερολόγιο και οι παρεμβάσεις), ο τρόπος ανάλυσης των δεδομένων καθώς επίσης και ο τρόπος επιλογής του δείγματος, διευκρινίζοντας ολόπλευρα των τρόπων που η ερευνήτρια εργάστηκε στην εμπειρική έρευνα στο πλαίσιο της έρευνας δράσης. Τέλος, το κεφάλαιο της μεθοδολογίας περιλαμβάνει πληροφορίες για τα δύο μεγάλα στάδια της παρούσης εργασίας: α. το πιλοτικό και β. την κυρίως έρευνα.

4.1 Σκοπός και στόχοι της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι *η διερεύνηση της κατανόησης εννοιών της κινηματικής και δυναμικής από μαθητές/τριες Λυκείου και Φοιτητές/τριες με ολική αναπηρία όρασης (ΑΟ) και η μελέτη της διαδικασίας της κατανόησης των εννοιών αυτών μέσα από την αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής.*

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας είναι τα εξής:

- Πώς αποτυπώνονται οι ιδέες και οι αντιλήψεις των μαθητών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών με ΑΟ για το πεδίο της φυσικής που αφορά στη δυναμική – κινηματική· Διαφοροποιούνται αυτές οι αντιλήψεις ανάλογα με το φύλο, τη βαθμίδα εκπαίδευσης και τη χρονολογική απώλεια όρασης·
- Με ποιον τρόπο μπορεί να συμβάλλει η ιστορία της φυσικής στην ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών με ΑΟ για έννοιες που εμπίπτουν στο πεδίο της φυσικής που αφορά στη δυναμική – κινηματική·

- Πώς επηρεάζεται η αυτοεκτίμηση των μαθητών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών με ΑΟ, όταν διδάσκονται φυσική μέσω της ιστορίας της· Ο βαθμός αυτοεκτίμησης επηρεάζεται από τις μεταβλητές του φύλου, της χρονολογικής απώλειας όρασης και της βαθμίδας εκπαίδευσης·

4.2 Μεθοδολογία της έρευνας

Για τη συλλογή των ερευνητικών δεδομένων επιλέχθηκε η ποιοτική και η ποσοτική μέθοδος. Η ποιοτική μέθοδος, επιλέχθηκε καθώς θεωρείται η πιο κατάλληλη μέθοδος σε δύο κυρίως περιπτώσεις, πρώτον όταν το δείγμα είναι μικρό και δεύτερον όταν η συλλογή των στοιχείων βασίζεται στα αισθήματα, στις κρίσεις και στα βιώματα του δείγματος της έρευνας. Είναι γνωστό ότι η ποιοτική έρευνα εστιάζει και στην κοινωνική διάσταση του θέματος και βοηθά τον ερευνητή να προσεγγίσει και να απαντήσει τα ερωτήματα και τους στόχους της ερευνάς του (Verma & Mallich, 2004, σ.66).

Η ποιοτική μέθοδος επιλέχθηκε καθότι πιστεύεται ότι είναι η καταλληλότερη μέθοδος όταν το δείγμα της έρευνας είναι μικρό αλλά κι όταν ο σκοπός της έρευνας έχει ως βασικό του σκοπό να συλλέξει δεδομένα που σχετίζονται με τις απόψεις, τα βιώματα και τις κρίσεις των συμμετεχόντων (Verma & Mallich, 2004, σ. 44).

Αρχικά αξιοποιήθηκε η βιβλιογραφική επισκόπηση για το θεωρητικό μέρος της εργασίας καθώς ο στόχος ήταν η *«αναζήτηση της αντικειμενικότητας με επιθυμία να ελαχιστοποιηθούν οι διαστρεβλώσεις και ... να περιγραφούν όλες οι πλευρές της συγκεκριμένης μελετώμενης κατάστασης»* (Cohen & Manion, 1997, σ. 70-71) και η Έρευνα Δράσης για την εμπειρική έρευνα. Η Έρευνα Δράσης θεωρήθηκε ότι ταιριάζει περισσότερο στη συγκεκριμένη έρευνα, καθώς η Έρευνα Δράσης είναι η μελέτη μιας εκπαιδευτικής κατάστασης με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας της διενεργούμενης δράσης στο πλαίσιο της κατάστασης αυτής (Elliot, 1991, σ.σ. 29-33), επιτρέποντας στον ερευνητή να συλλέγει στοιχεία από τη διδασκαλία, να τα αναλύει και να τα αξιολογεί προκειμένου να βεβαιωθεί αν επιτυγχάνονται οι στόχοι της διδασκαλίας (Κόκκοτας, 1998, σ.182).

Η εφαρμογή της στο χώρο της εκπαιδευτικής έρευνας θεωρείται καινοτόμα, αφού απαιτείται η δυναμική εμπλοκή των ίδιων των μελών μιας σχολικής κοινότητας στην

ερευνητική διαδικασία η οποία θα πρέπει να ενεργοποιείται μέσα από τις πραγματικές τους ανάγκες (Altrichter et al., 2001). Οι εκπαιδευτικοί είτε μόνοι τους είτε σε αλληλεπίδραση με έναν εξωτερικό συνεργάτη διερευνούν την επαγγελματική τους πρακτική με σκοπό να κατανοήσουν και να διαγνώσουν προβλήματα, να ερμηνεύσουν δυσλειτουργίες και να παρέμβουν προκειμένου να βελτιώσουν τις συνθήκες μέσα στις οποίες λειτουργούν ως επαγγελματίες (Κατσαρού & Τσάφος, 2003).

Η Έρευνα Δράσης επιπλέον συνδυάζει τη διάγνωση με το στοχασμό, καθώς επικεντρώνεται σε πρακτικά ζητήματα που έχουν επισημάνει οι ερευνητές τα οποία είναι από μια άποψη προβληματικά αλλά ταυτόχρονα και επιλύσιμα (Cohen, Manion & Morrison, 2008, σ. 387). Για το λόγο αυτό θα πραγματοποιηθεί η συστηματική καταγραφή των συμβάντων, των ανησυχιών, των προβλημάτων και των επιτευγμάτων των μαθητών/τριών, σε ερευνητικό ημερολόγιο. Έτσι προέκυψε το θέμα του αναστοχασμού, καθότι η συμπλήρωση ημερολογίου απαιτούσε αναστοχαστικές διαδικασίες.

4.3 Δείγμα

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθεί η κατανόηση εννοιών της κινηματικής και δυναμικής από μαθητές Λυκείου και Φοιτητές με ολική αναπηρία όρασης (ΑΟ), χωρίς συνοδές αναπηρίες και να μελετηθεί η διαδικασία κατανόησης των εννοιών αυτών μέσα από την αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής. Για το λόγο αυτό ο πληθυσμός – στόχος της έρευνας είναι μαθητές Λυκείου και οι Φοιτητές με ΑΟ. Το δείγμα ήταν φοιτητές/τριες και μαθητές/τριες Λυκείου Α, Β, Γ, ηλικίας 16-18 με ΑΟ. Από έρευνα στις Δευτεροβάθμιες Διευθύνσεις βρέθηκαν 16 μαθητές Λυκείου με ΑΟ σε όλη την Ελλάδα. Κατά την επιτόπια έρευνα κάποιοι από αυτούς είχαν συνοδές αναπηρίες με αποτέλεσμα το δείγμα μας να μειωθεί σε 11 μαθητές Λυκείου. Οι φοιτητές που εντοπίσαμε και δέχτηκαν να συμμετέχουν στην έρευνα ήταν 24. Συνολικά 35 συμμετέχοντες αποτέλεσαν το δείγμα της παρούσης εργασίας.

Το δείγμα είναι σχετικά μικρό αλλά αντιπροσωπευτικό για τα ελληνικά δεδομένα, καθώς ο πληθυσμός των ατόμων με προβλήματα όρασης στη χώρας μας είναι μικρός. Ενδεικτικά αναφέρουμε πως στην τελευταία χαρτογράφηση της Ειδικής Αγωγής από

τους Λαμπροπούλου και συν., (2005) υπολογίστηκε ότι ο πληθυσμός των μαθητών με προβλήματα όρασης από όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης ήταν 105 (ποσοστό 0,7%).

Επιπροσθέτως, καταβλήθηκε προσπάθεια, παρ' όλες τις αντιξοότητες, το μέγεθος του δείγματος να είναι αρκετά ικανοποιητικό σε σχέση με τον πληθυσμό - στόχο προκειμένου να μειωθούν οι πιθανότητες σφάλματος δειγματοληψίας (Creswell, 2016).

4.4 Ερευνητικά Εργαλεία

Ερευνητικά εργαλεία αποτέλεσαν ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις, ερευνητικό ημερολόγιο και οι παρεμβάσεις. Τα ερωτηματολόγια χορηγήθηκαν για να διερευνηθούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών με ΑΟ και για να μετρηθεί ο βαθμός αυτοεκτίμησης των συμμετεχόντων, οι συνεντεύξεις προκειμένου να συγκεντρωθούν πληροφορίες για το μαθησιακό επίπεδο των μαθητών/τριών, στην απόδοσή τους στο μάθημα της φυσικής, στην σχέση και την τυχόν επαφή τους με πειράματα καθώς και με την ιστορία της φυσικής καθώς και στην στάση τους απέναντι στο μάθημα της φυσικής.

Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν είναι δύο. Το ένα είναι ψυχομετρικό (ΠΑΤΕΜ IV) και αφορά στον έλεγχο της αυτοεκτίμησης των μαθητών/τριών Λυκείου και το άλλο είναι γνωστικό (Ερωτηματολόγιο Inventor of Basic Conceptions in Mechanics (IBCM)) και αφορά στην ανίχνευση των ιδεών των συμμετεχόντων σε θέματα εννοιών φυσικής και συγκεκριμένα μηχανικής.

Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να αναφερθεί ότι ύστερα από βιβλιογραφική έρευνα δεν βρέθηκαν εξειδικευμένα εργαλεία που να είναι κατάλληλα για μαθητές και φοιτητές με ΑΟ και τα οποία να μπορούν να ανιχνεύσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες στη φυσική αλλά και την αυτοεκτίμησή τους. Προσπαθώντας να αντιμετωπιστεί και αυτή η δυσκολία έγινε νέα βιβλιογραφική έρευνα και από αυτήν επιλέχθηκαν δυο ερωτηματολόγια που κάλυπταν τις απαιτήσεις της παρούσας έρευνας αλλά είχαν εφαρμοστεί μόνο σε βλέποντα πληθυσμό. Η επόμενη πρόκληση ήταν να καταστήσουμε τα εργαλεία αυτά κατάλληλα για τους μαθητές και τους φοιτητές με ΑΟ και για το λόγο αυτό προχωρήσαμε στη διαφοροποίησή τους.

Πιο συγκεκριμένα επιλέξαμε το ερωτηματολόγιο PATEM IV (Πώς Αντιλαμβάνομαι τον Εαυτό Μου) και το Ερωτηματολόγιο IBCM. Για το ερωτηματολόγιο PATEM IV (Πώς Αντιλαμβάνομαι τον Εαυτό Μου). Προκειμένου να διαφοροποιηθεί το PATEM IV συνεργαστήκαμε με ψυχολόγο με ΑΟ, με φιλόλογο με ΑΟ καθώς και με την ίδια τη σχεδιάστρια του εργαλείου. Αρχικά μεταγράφηκε σε braille και χορηγήθηκε πιλοτικά σε ένα μικρό δείγμα προκειμένου να εντοπιστούν οι δυσκολίες. Τελικά αποφασίστηκε το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο να χορηγηθεί ακουστικά για να είναι λιγότερο κουραστικό και χρονοβόρο πάντα σύμφωνα με τις οδηγίες της σχεδιάστριας του εργαλείου ως προς τον κατάλληλο τρόπο χορήγησης και καταγραφής των απαντήσεων. Το νέο διαφοροποιημένο ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε σε πιλοτική έρευνα και διαπιστώθηκε ότι μπορεί αν χορηγηθεί και στην εμπειρική μας έρευνα.

Σχετικά με το δεύτερο εργαλείο, το ερωτηματολόγιο IBCM, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι προκλήσεις ήταν πολλές, όπως και οι δυσκολίες. Αρχικά έγινε μια πιλοτική εφαρμογή του και η μεγαλύτερη δυσκολία που προέκυψε ήταν στα σχήματα που έπρεπε να γίνουν απτικά και λιτά για να μη μπερδεύουν με περιττές γραμμές τους συμμετέχοντες. Τα σχήματα διαφοροποιήθηκαν πολλές φορές μέχρι να φτάσουμε σε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Επίσης δυσκολευτήκαμε και στο να βρούμε τον κατάλληλο τρόπο χορήγησης του.

Αρχικά το κείμενο μεταγράφηκε σε braille. Η απτική χορήγηση αποδείχθηκε χρονοβόρα κουραστική και μη λειτουργική. Έτσι αποφασίστηκε η ακουστική χορήγησης του. Δεν ήταν όμως πολύ εύκολο καθώς έπρεπε να σιγουρευτούμε πως ο κάθε συμμετέχοντας σχημάτιζε σωστά ως εικόνα στο μυαλό τα σχήματα, τα προβλήματα και τις έννοιες ώστε να το καταλάβει και να απαντήσει αυτό που πίστευε πως ήταν σωστό. Για το λόγο αυτό έγινε μια νέα πιλοτική εφαρμογή του εργαλείου. Φτιάχτηκαν απλά, λιτά, απτικά σχήματα σε μικροκαψουλικό χαρτί και περασμένα από ríaf με περιγραφικές επεξηγήσεις και ακουστική χορήγηση κειμένου. Το IBCM είναι ένα ιδιαίτερα απαιτητικό και χρονοβόρο εργαλείο και έγινε μεγάλη προσπάθεια τόσο για την κατάλληλη διαφοροποίηση, όσο και για την εύρεση του καταλληλότερου τρόπου χορήγησης.

4.4.1.1 Το ερωτηματολόγιο PATEM IV

Το ψυχομετρικό εργαλείο PATEM IV αξιολογεί το βαθμό αυτοεκτίμησης των συμμετεχόντων. Η χρήση του θεωρήθηκε απαραίτητη καθώς στο σχεδιασμό της έρευνας θέλουμε να ελέγξουμε το πώς επηρεάζεται η αυτοεκτίμηση των συμμετεχόντων από τη μέθοδο διδασκαλίας μέσω της ιστορίας της φυσικής (για να απαντήσουμε στο ερευνητικό ερώτημα: «πώς επηρεάζεται η αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών-φοιτητών με αναπηρία όρασης (ΑΟ), όταν διδάσκονται φυσική μέσω της ιστορίας της ») και να την συνδέσουμε με την επίδοση τους στη φυσική μέσω των παρεμβάσεών μας.

Το ερωτηματολόγιο PATEM (Πώς Αντιλαμβάνομαι Τον Εαυτό Μου) διακρίνεται σε PATEM I, PATEM II, PATEM III, PATEM IV ανάλογα με την ηλικία των μαθητών/τριών και αφορά στην ελληνική έκδοση του αντίστοιχου ερωτηματολογίου Self-Perception Profile for Children της Harter (1985,1988 στο Μακρή Μπότσαρη, 2013) το οποίο έχει σταθμιστεί με 4000 βλέποντες Έλληνες μαθητές/τριες από αντιπροσωπευτικές περιοχές της Ελλάδας. Ειδικότερα, η συγκεκριμένη κλίμακα αυτοεκτίμησης αποτελεί παραλλαγή του ερωτηματολογίου αυτοεκτίμησης του Rosenber (οπ. αναφ. στο Μακρή- Μπότσαρη, 2013). Οι τροποποιήσεις και η διαδικασία στάθμισης στον ελληνικό μαθητικό πληθυσμό έγιναν από την Μακρή-Μπότσαρη με τη σύμφωνη γνώμη της Harter (Σταλίκας και συν., 2012).

Στην έκδοση αυτή δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην εγκυρότητα, στην αξιοπιστία και στην καταλληλότητά τους στον ελληνικό μαθητικό πληθυσμό τόσο πρωτοβάθμιας όσο και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Για το συγκεκριμένο δείγμα των μαθητών/τριών Λυκείου της έρευνάς μας χρησιμοποιήσαμε το PATEM IV και συγκεκριμένα την κλίμακα που αξιολογεί την αυτοεκτίμηση (Σταλίκας και συν., 2012) επειδή είναι κατάλληλο για αυτές τις ηλικίες μαθητών/τριών (Μακρή-Μπότσαρη, 2013). Το ερωτηματολόγιο PATEM IV αποτελείται από 10 ερωτήσεις με δύο σκέλη η κάθε μία. Σε κάθε σκέλος περιγράφονται στους συμμετέχοντες δύο διαφορετικοί τύποι ατόμων (τύπος Α ή τύπος Β) και ζητείται από τους συμμετέχοντες να επιλέξουν ποιος από τους δύο τύπους τους ταιριάζει περισσότερο. Αφού επιλέξουν τον Α ή τον Β τύπο, κατόπιν τους ζητείται να αποφασίσουν το πόσο τους ταιριάζει (απόλυτα τους ταιριάζει ή

μάλλον τους ταιριάζει). Όλοι οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην μελέτη απάντησαν σε όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Τα αποτελέσματα κάθε ερώτησης ξεχωριστά παρουσιάζονται με απόλυτες (N) και σχετικές (%) συχνότητες. Επίσης παρουσιάζονται και οι στατιστικοί έλεγχοι για τη διερεύνηση του αν οι απαντήσεις των συμμετεχόντων σε κάθε ερώτηση ξεχωριστά διαφοροποιούνται βάσει φύλου ή χρονολογικής απώλειας όρασης ή εκπαιδευτικής βαθμίδας. Οι έλεγχοι έγιναν με το Fisher Exact Test.

Σε κάθε μία από τις ερωτήσεις του ΠΑΤΕΜ IV-κλίμακα αυτοεκτίμησης, αντιστοιχεί ένας βαθμός από το 1 έως το 4, (οι υψηλότερες τιμές αντιστοιχούν σε υψηλότερα επίπεδα αυτοεκτίμησης) που προσδιορίζει το βαθμό αυτοεκτίμησης του κάθε ερωτηθέντα. Οι απαντήσεις αποτελούνται από ένα γράμμα, Α (για τον τύπο Α) ή Β (για τον τύπο Β) και έναν αριθμό το 1 για το απόλυτα μου ταιριάζει ή το 2 για το μάλλον μου ταιριάζει. Κάθε απάντηση έχει τη μορφή Α1 ή Α2, Β1 ή Β2, κ.ο.κ. Η διαφοροποίηση του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε για άτομα με ΑΟ σε συνεργασία με την ψυχολόγο κυρία Όλγα Φλώρου, ως προς τον τρόπο χορήγησης και με τη φιλόλογο κυρία Αργυρώ Ράπτου ως προς τη μεταγραφή του σε Braille κατά την πιλοτική φάση. Για το τελικό διαφοροποιημένο ερωτηματολόγιο ήρθαμε σε επαφή με τη δημιουργό του, κυρία Εύη Μακρή Μπότσαρη, προκειμένου να εξασφαλίσουμε την εγκυρότητα του εργαλείου (Μακρή Μπότσαρη, 2013) (βλ. Παράρτημα).

Για να υλοποιηθεί σωστά χρειάστηκε να γίνει μια πιλοτική έρευνα σε τέσσερις φάσεις. Στην πρώτη έγινε η διαφοροποίησή του ως προς τον τρόπο χορήγησης και στη μεταγραφή του σε braille. Στη δεύτερη πιλοτική φάση χορηγήθηκε σε απτική μορφή χωρίς ακριβή καταμέτρηση χρόνου και στην τρίτη δόθηκε σε ακουστική μορφή με ακριβή καταμέτρηση χρόνου (χρονόμετρο). Ο χρόνος που παρατηρήθηκε στη δεύτερη φάση ήταν 10 με 15 λεπτά περίπου. Παρατηρήσαμε πως οι περισσότεροι συμμετέχοντες προτιμούσαν την ακουστική χορήγηση πράγμα που καταγράψαμε στο ερευνητικό ημερολόγιο. Διαπιστώθηκε πως ο απτικός τρόπος χορήγησης ήταν κουραστικός και βαρετός για τους περισσότερους (ειδικά σε αυτούς που είχαν μικρή ταχύτητα ανάγνωσης στο σύστημα braille), ενώ κάποιοι γνώριζαν ελάχιστα ή και καθόλου braille. Στους τελευταίους δόθηκε αναγκαστικά μόνο σε ακουστική μορφή. Στην τρίτη πιλοτική φάση το ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε σε ακουστική μορφή.

Παρατηρήσαμε πως ο τρόπος αυτός χορήγησης ήταν πιο ευχάριστος και προτιμητέος. Η αυστηρή καταμέτρηση χρόνου στη φάση αυτή έδειξε 6 με 10 λεπτά.

Αναφορικά με τη χορήγησή του σε φοιτητές, βιβλιογραφικά τεκμηριώνεται η χρήση του σε ηλικίες πάνω από το επιτρεπτό όριο κατά 3-4 χρόνια για άτομα με αναπηρία όρασης. Υπάρχουν έρευνες στις οποίες παρόμοια εργαλεία (πχ αξιολόγηση αναγνωστικής ικανότητας) έχουν χρησιμοποιηθεί σε τυφλά άτομα με ανεβασμένο το ηλικιακό όριο. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι τα παιδιά με αναπηρία όρασης δεν έχουν άμεση πρόσληψη ολιστικού τύπου με τις έννοιες και παρουσιάζουν μια καθυστέρηση στην πρόσληψη και επεξεργασία εννοιών. Επίσης ο αριθμός των εμπειριών και των ερεθισμάτων τους είναι σημαντικά περιορισμένος. Έτσι αυξάνουμε το ηλικιακό όριο σε σχέση με τα παιδιά τυπικής ανάπτυξης και περιλαμβάνουμε και τους φοιτητές, αυξάνοντας την πιθανότητα στο ευρύτερο αυτό ηλικιακό φάσμα να έχουν περισσότερες εμπειρίες, ερεθίσματα και να προσλαμβάνουν και να επεξεργάζονται καλύτερα τις έννοιες (Μακρή- Μπότσαρη, 2013· Σταλίκας και συν., 2012).

Η αξιοπιστία του ΠΑΤΕΜ IV ως προς το κριτήριο της σταθερότητας των αποτελεσμάτων μετά από τρεις μήνες κινείται σε υψηλά επίπεδα και συγκεκριμένα από 0,70 έως 0,85. Η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας και συγκεκριμένα ο δείκτης Cronbach's α των κλιμάκων του ερωτηματολογίου βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα και συγκεκριμένα από 0,68 έως 0,84 (Σταλίκας και συν., 2012).

4.4.1.2 Το ερωτηματολόγιο IBCM

Για την ανάδειξη των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών-φοιτητών και τον έλεγχο κατανόησης χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο Inventory of Basic Conceptions in Mechanics (IBCM) του Halloun (2006) σε μετάφραση και στάθμιση των Ρίζου & Καράογλου (2007), το οποίο εφαρμόστηκε από αυτούς σε ελληνικό πληθυσμό και συγκεκριμένα σε μαθητές/τριες Α' Λυκείου στην Καβάλα και πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος Φυσικής και του Παιδαγωγικού τμήματος του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, μετά από άδεια του δημιουργού του. Έχει χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση των ιδεών των μαθητών με στόχο τον έλεγχο κατανόησης εννοιών στο πεδίο της κινηματικής και δυναμικής. Η χρήση του θεωρήθηκε απαραίτητη καθώς στο σχεδιασμό της έρευνας θέλουμε να χαρτογραφήσουμε και να αξιολογήσουμε τις ιδέες των μαθητών και

φοιτητών με ΑΟ σε σχέση με τη μηχανική και συγκεκριμένα την κίνηση-δύναμη καθώς και τις δυσκολίες που συναντούν, ώστε να διαπιστωθεί ο καταλληλότερος τρόπος παρέμβασης. Με τον τρόπο αυτό απαντάμε στο ερευνητικό ερώτημα: «πώς αποτυπώνονται οι ιδέες και οι αντιλήψεις των μαθητών με ΑΟ για το πεδίο της φυσικής που αφορά στη δυναμική-κινηματική».

Πρόκειται για ένα ερωτηματολόγιο που βασίζεται σε παλαιότερα γνωστά τεστ: Mechanics Diagnostic Test (MDT) (Halloun, 1985 οπ. αναφ. οι Καράογλου & Κώτσης, 2013), Force Concept Inventory (FCI) (Hestenes et. al., 1992), Mechanics Base line Test (MBT) (Hestenes & Wells, 1992), που αξιολογήθηκαν θετικά και εφαρμόστηκαν σε αρκετές διεθνείς έρευνες. Περιέχει επίσης καινούριες ερωτήσεις (Καράογλου και συν., 2010). Δημιουργός του αρχικού ερωτηματολογίου είναι ο Halloun (2006). Το IBCM αποτελείται από 11 προβλήματα που αντιστοιχούν σε 33 ερωτήσεις κλειστού τύπου (πολλαπλής επιλογής) με 5 εναλλακτικές απαντήσεις της κινηματικής και της νευτώνειας δυναμικής και οι συμμετέχοντες καλούνται να απαντήσουν σε μία μόνο απάντηση για κάθε ερώτηση.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι χρησιμοποιήθηκε σε ελληνικό πληθυσμό στις έρευνες:

- Διερεύνηση της συνέπειας εφαρμογής των αντιλήψεων των μαθητών Λυκείου σε έννοιες της μηχανικής με δείγμα μαθητές/τριες της Α΄ τάξης Γενικού Λυκείου (Καράογλου & Κώτσης, 2013). Στην έρευνα αυτή, αρχικά ανιχνεύτηκαν οι ιδέες των μαθητών σχετικά με τους νόμους του Νεύτωνα (που αφορούν 10 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου) και κατόπιν διερευνήθηκε η συνέπεια εφαρμογής τους σε διαφορετικές καταστάσεις.
- Μελέτη των εναλλακτικών ιδεών μαθητών της Α΄ Λυκείου για την έννοια της κίνησης με τη χρήση του I.B.C.M. (Καράογλου και συν., 2010). Στην έρευνα αυτή ανιχνεύτηκαν οι ιδέες των μαθητών/τριών σχετικά με τη δύναμη-κίνηση καθώς και των εννοιών ταχύτητα-επιτάχυνση που αφορούν 7 ερωτήσεις του εργαλείου). Κατόπιν έγινε διερεύνηση στη συχνότητα εμφάνισης τόσο των εναλλακτικών ιδεών όσο και των επιστημονικά ορθών.
- Συγκριτική μελέτη αντιλήψεων μαθητών Α΄ Λυκείου και πρωτοετών φοιτητών Τμημάτων φυσικής και Π.Τ.Δ.Ε. στους νόμους του Νεύτωνα (Καράογλου και συν., 2010). Στην έρευνα αυτή αρχικά ανιχνεύονται οι ιδέες των μαθητών στους νόμους του Νεύτωνα με το IBCM (αφορούν 10

ερωτήσεις του ερωτηματολογίου) και των φοιτητών με το FMCE. Κατόπιν έγινε συγκριτική μελέτη των ιδεών.

- ο Η χρήση του I.B.C.M. για την ανάδειξη του τρόπου εφαρμογής των νόμων του Newton στις συλλογιστικές δομές των μαθητών της Α' Λυκείου (Καράογλου και συν., 2010). Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιείται το IBCM αρχικά για την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών στους νόμους του Νεύτωνα (αφορούν 10 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου) και κατόπιν μελετήθηκε ο τρόπος εφαρμογής των νόμων του Νεύτωνα.
- ο Η εννοιολογική κατανόηση από τους μαθητές ως κριτήριο για την επίλυση ποσοτικών προβλημάτων (Καράογλου & Κώτσης, 2013). Στην έρευνα αυτή αρχικά ανιχνεύονται οι ιδέες των μαθητών της Α Λυκείου σε έννοιες της κινηματικής και της Νευτώνειας δυναμικής. Δόθηκαν οι 32 από τις 33 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Κατόπιν ακολούθησε η αξιολόγηση της εννοιολογικής κατανόησης. Τέλος γίνεται συσχέτιση της εννοιολογικής κατανόησης με την ικανότητα επίλυσης ποσοτικών προβλημάτων. Το ερωτηματολόγιο δόθηκε μετά τη διδασκαλία των σχετικών ιδεών και οι μαθητές απασχολήθηκαν μία ώρα περίπου.

Το ερωτηματολόγιο IBCM χορηγήθηκε στους μαθητές της Α Λυκείου στο δεύτερο τετράμηνο ώστε να έχει ολοκληρωθεί και η διδασκαλία των εννοιών της κινηματικής και της Νευτώνειας δυναμικής και τουλάχιστον ένα μήνα μετά τη διδασκαλία των σχετικών εννοιών στο σχολείο.

4.4.1.3 Οι ημιδομημένες συνεντεύξεις

Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν επίσης ημιδομημένες συνεντεύξεις για τους καθηγητές (γενικής και ειδικής αγωγής), τους μαθητές και τους φοιτητές. Κρίνεται σκόπιμο ότι τα αποτελέσματα έπρεπε να εξεταστούν με αυτό τον τρόπο γιατί αποτελούν «μετατόπιση από την προσέγγιση των υποκειμένων ως απλών αντικειμένων χειρισμού και των δεδομένων ανεξάρτητα από τα άτομα, στην προσέγγιση της γνώσης ως παραγώγου των ατόμων και συχνά μάλιστα ως προϊόντος των μεταξύ τους συζητήσεων» (Cohen, et al., 2008, σ. 449) αλλά και γιατί οι συνεντεύξεις δεν αποσκοπούν μόνο στη συλλογή δεδομένων για θέματα που σχετίζονται με τη ζωή, αλλά

συνιστά μέρος της ίδιας της ζωής και ως εκ τούτου ο εμποτισμός της από το ανθρώπινο στοιχείο είναι αναπόφευκτος (Cohen et al., 2008, σ.449).

Επιλέχθηκε η ημιδομημένη συνέντευξη ως μέσο συλλογής του υλικού, επειδή πραγματικά μας δίνει τη δυνατότητα να εξεταστεί και να προσεγγιστεί σε μεγαλύτερο βάθος και εύρος το πρόβλημα που τέθηκε. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ημιδομημένες συνεντεύξεις σε μαθητές και φοιτητές έχουν χρησιμοποιηθεί και σε αρκετές έρευνες.

Η ημιδομημένη συνέντευξη ως μέθοδος άντλησης πληροφοριών παρουσιάζει μοναδικά πλεονεκτήματα. Το γεγονός, για παράδειγμα, ότι θα εργαστούμε σε ακριβώς καθορισμένο πλαίσιο, περιορίζει την απώλεια χρόνου και τις παρεκβάσεις απ' το κύριο θέμα, αν και «η πραγματοποίηση μιας επιτυχούς συνέντευξης αποτελεί κάτι πιο περίπλοκο» (Hammersley & Atkinson, 1983, σ. 143), αφού υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να την επηρεάσουν, καθώς η συνέντευξη δεν είναι μόνο η συλλογή δεδομένων για θέματα που σχετίζονται με τη ζωή, αλλά είναι μέρος της ίδιας της ζωής και ο επηρεασμός της από το ανθρώπινο στοιχείο αναπόδραστο (Cohen, et al., 2008, σ. 449).

Οι συνεντεύξεις έγιναν σε καθηγητές, μαθητές με ΑΟ και φοιτητές με ΑΟ. Οι άξονες των ερωτήσεων στις συνεντεύξεις αφορούν στο μαθησιακό επίπεδο των μαθητών/τριών, στην απόδοσή τους στο μάθημα της φυσικής, στην σχέση και την τυχόν επαφή τους με πειράματα καθώς και με την ιστορία της φυσικής καθώς και στην στάση τους απέναντι στο μάθημα της φυσικής. Οι άξονες των συνεντεύξεων για τους καθηγητές αφορούσαν το μαθησιακό επίπεδο και την απόδοση των μαθητών/τριων τους στο μάθημα. Οι άξονες για τις συνεντεύξεις μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ είναι οι εξής:

- ο Άξονας 1: Σχέση και στάση των μαθητών/τριών αναφορικά με τη φυσική και τα πειράματα (περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν στη συμμετοχή ή όχι των συμμετεχόντων σε πειράματα στο μάθημα της φυσικής, στην περιγραφή της διαδικασίας των πειραμάτων (σε περίπτωση που έχουν συμμετάσχει σε πειράματα στο παρελθόν) στο πότε και πώς οι μαθητές/τριες- φοιτητές/τριες καταλαβαίνουν καλύτερα έννοιες της φυσικής)
- ο Άξονας 2: Συμβολή της ιστορίας της φυσικής για την κατανόηση εννοιών φυσικής από μαθητές/τριες με ΑΟ (περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν

στη σχέση των συμμετεχόντων με την ιστορία της φυσικής). (βλ. Παράρτημα)

4.4.1.4 Το ερευνητικό ημερολόγιο

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας θεωρήθηκε αναγκαία η συστηματική καταγραφή των συμβάντων, του υλικού από τις ηχογραφήσεις, τις συνεντεύξεις, τη διδακτική παρέμβαση, την παρατήρηση, των πληροφοριών για την αναπηρία των φοιτητών και των μαθητών/τριών και για το γενικότερο προφίλ τους από τις ημιδομημένες συνεντεύξεις με καθηγητές ΕΑΕ, καθηγητές της γενικής τάξης με εμπειρία διδασκαλίας σε μαθητές με ΑΟ καθώς και με τους ίδιους τους μαθητές-φοιτητές. Επίσης τυχόν πληροφορίες από τον διευθυντή και το σύλλογο διδασκόντων σχετικές με τους μαθητές. Έτσι προκύπτει το θέμα του αναστοχασμού, καθότι η συμπλήρωση ερευνητικό ημερολογίου απαιτεί αναστοχαστικές διαδικασίες.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι με τη χρήση του ημερολογίου στοχεύουμε στη συλλογή μη δομημένων στοιχείων από τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν κατηγορίες. Χρησιμοποιείται ως συμπληρωματικό ερευνητικό εργαλείο στο πλαίσιο μιας ολιστικής προσέγγισης, καθώς ο ερευνητής δεν καταγράφει μόνο «γεγονότα» αλλά και ο ίδιος αποτελεί μέρος της ερευνητικής πράξης, καταγράφοντας μέρα με τη μέρα τις δυσκολίες του, τόσο σε διδακτικό όσο και ψυχοκοινωνικό επίπεδο (Σοφός, 2010). Συνοπτικά, πρόκειται για διαδικασία που επιτρέπει στον ερευνητή να αντλήσει πληροφορίες μέσα από την άμεση δική του παρατήρηση σε όλη τη φάση εξέλιξης των ερευνητικών φάσεων. Οι παρατηρήσεις καταγράφονται και στη συνέχεια επεξεργάζονται και ερμηνεύονται. Το υλικό που προέκυψε από το ερευνητικό ημερολόγιο αξιοποιήθηκε αυστηρά και μόνο για τις ανάγκες της έρευνας στα διάφορα στάδιά της.

4.5 Ερευνητικός Σχεδιασμός – Έρευνα Δράσης

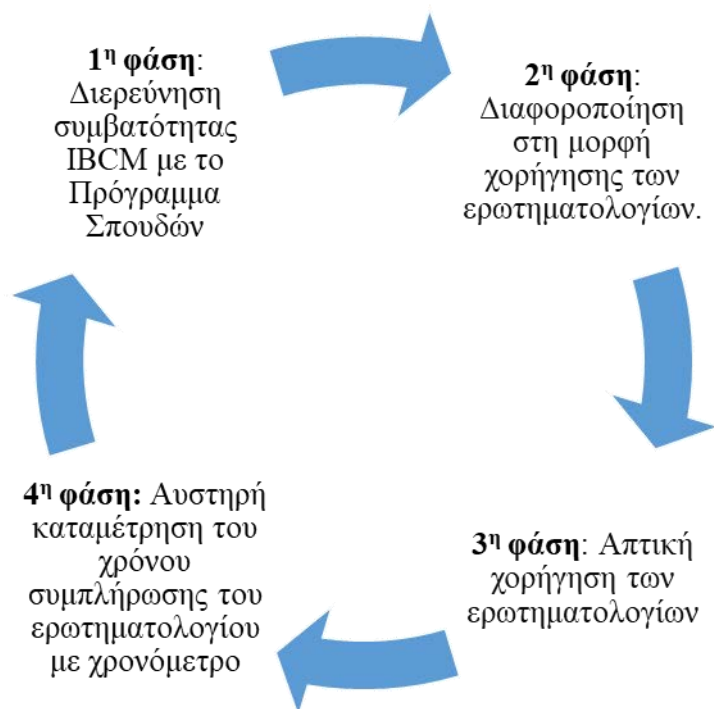
Στο πλαίσιο της έρευνας δράσης κρίθηκε σκόπιμο αρχικά να παρουσιαστούν με αναλυτικό τρόπο όλες οι ενέργειες που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διατριβής, είτε αφορά στην πιλοτική έρευνα είτε στην κύρια έρευνα. Οι ενέργειες αυτές και τα βήματα που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του ερευνητικού σχεδιασμού πιλοτικού και μη αποτυπώνονται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 1: Ερευνητικός σχεδιασμός: ενέργειες και βήματα που πραγματοποιήθηκαν

4.5.1 Σχεδιασμός πιλοτικής έρευνας

Αρχικά παρουσιάζονται οι ενέργειες της πιλοτικής έρευνας. Η πιλοτική έρευνα αποτελείτο από 4 φάσεις, έτσι όπως φαίνονται στο σχήμα 2.



Σχήμα 2: Σχεδιασμός ενεργειών πιλοτικής έρευνας

Στην **πρώτη φάση (1)** της πιλοτικής έρευνας θεωρήθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί η συμβατότητα του εργαλείου με το Πρόγραμμα Σπουδών. Αποφασίστηκε να εξεταστεί η διδασκαλία εννοιών της μηχανικής που πραγματεύεται το εργαλείο από το Δημοτικό έως και την Α Λυκείου για να αναδειχθούν οι μαθησιακές εμπειρίες των μαθητών/τριών της Α Λυκείου (σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το Λύκειο, οι έννοιες που πραγματευόμαστε διδάσκονται αρχικά στην Α Λυκείου) που αποτελούν μέρος από το δείγμα μας.

Στη **δεύτερη φάση (2)** της πιλοτικής έρευνας, αποφασίστηκε η διαφοροποίηση της μορφής χορήγησης των εργαλείων.

Στην **τρίτη φάση (3)** της πιλοτικής έρευνας αποφασίστηκε η απτική χορήγηση των διαφοροποιημένων ερωτηματολογίων (σύστημα braille για το ΠΑΤΕΜ και κώδικας nemeth για το IBCM), προκειμένου να καταμετρηθεί ο χρόνος συμπλήρωσης τους.

Στην **τέταρτη φάση (4) της πιλοτικής έρευνας**, αποφασίστηκε η χορήγηση του ερωτηματολογίου ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης, σε ακουστική μορφή, όπως επίσης και το κείμενο των ερωτήσεων του IBCM χωρίς σχήμα. Για τις ερωτήσεις με σχήμα αποφασίστηκε να δοθεί αρχικά το σχήμα σε απτική μορφή με τις κατάλληλες επεξηγήσεις προφορικά. Πιο συγκεκριμένα οι προκαταρτικές – πιλοτικές φάσεις της

έρευνας, ουσιαστικά αποτελούν τη δοκιμή των εργαλείων με σκοπό να εξακριβωθεί η αποτελεσματικότητά τους. Ουσιαστικά στην πιλοτική έρευνα εξετάσαμε το βαθμό κατανόησης των ερωτήσεων, τις δυσκολίες που συνάντησαν οι συμμετέχοντες, το χρόνο που απαιτείται για τη συμπλήρωσή τους. Σκοπός της πιλοτικής έρευνας ήταν να διερευνηθεί αν οι έννοιες που χρησιμοποιούνται γίνονται αντιληπτές και μπορούμε να έχουμε τις εναλλακτικές ιδέες των συμμετεχόντων, αν είναι συμβατές με τα αναλυτικά προγράμματα στην Ελλάδα για τους μαθητές/τριες της Α Λυκείου κι αν η έκταση και η μορφή των εργαλείων κουράζει και είναι χρονοβόρα.

Η πιλοτική έρευνα ξεκίνησε το Μάιο 2016 και ολοκληρώθηκε το Σεπτέμβριο 2016. Οι συναντήσεις με τους συμμετέχοντες ήταν εξατομικευμένες και πραγματοποιήθηκαν στην Αθήνα και συγκεκριμένα στο Φάρο Τυφλών Ελλάδας, στον Πανελλήνιο Σύνδεσμο Τυφλών και στις οικίες τους καθώς θέλαμε οι χώροι στους οποίους πραγματοποιήσαμε την έρευνα να είναι προσβάσιμοι σε ΑΟ. Στους περισσότερους έγινε ηχογράφηση (κάποιοι δεν δέχτηκαν να ηχογραφηθούν και κρατήθηκαν σημειώσεις).

Το δείγμα της πιλοτικής έρευνας αποτελείται συνολικά από 19 ενήλικες (10 γυναίκες και 9 άντρες) με ολική ΑΟ, χωρίς συνοδές αναπηρίες νοσήματα. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι οι συμμετέχοντες στην πιλοτική φάση της έρευνας δεν συμμετέχουν στην Κύρια Ερευνητική Φάση (ΚΕΦ) για λόγους δεοντολογίας, προκειμένου να μην αλλοιωθεί το αποτέλεσμα της έρευνας (Creswell, 2016).

Οι 12 από αυτούς συμμετείχαν στην διαφοροποίηση των ερωτηματολογίων (braille-απτικά σχήματα) έτσι ώστε να είναι προσβάσιμο, λειτουργικό και κατανοητό (κείμενο-σχήματα) στο ειδικό δείγμα της έρευνας και οι 7 (φοιτητές/τριες παιδαγωγικών τμημάτων, πληροφορικής, λογιστικής, οικονομικών) στη διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών τους σε βασικές έννοιες της Μηχανικής και στον προσδιορισμό του βαθμού αυτοεκτίμησης.

Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήσαμε δύο ερωτηματολόγια. Το πρώτο είναι το Inventory of Basic Conceptions in Mechanics (IBCM) του Halloun (2006) σε μετάφραση των Ρίζου και Καράογλου (2007). Το δεύτερο εργαλείο είναι το ψυχομετρικό ΠΑΤΕΜ IV και αφορά στον έλεγχο της αυτοεκτίμησης.

Το IBCM αποτελείται από 11 προβλήματα που αντιστοιχούν σε 33 ερωτήσεις κλειστού τύπου (πολλαπλής επιλογής) με 5 εναλλακτικές απαντήσεις της Κινηματικής

και της Νευτώνειας Δυναμικής και οι συμμετέχοντες καλούνται να απαντήσουν σε μία μόνο απάντηση για κάθε ερώτηση. Οι ερωτήσεις του IBCM ταξινομούνται σε έξι θεματικές:

- ☐ α. Νόμος Αδράνειας,
- ☐ β. Αλληλεπίδραση και Δύναμη,
- ☐ γ. Νόμος Αλληλεπίδρασης,
- ☐ δ. Αιτία και Αποτέλεσμα
- ☐ ε. Νόμος της Σύνθεσης, και
- ☐ στ. Κατάσταση νόμων.

Για τις ανάγκες της έρευνας το ερωτηματολόγιο διαφοροποιήθηκε ως προς τη χορήγηση (σε ακουστική μορφή ως προς το κείμενο και σε απτική ως προς τα σχήματα) και την έκτασή του (δόθηκαν 28 από τις 33 του εργαλείου) για να είναι σύμφωνο με τα αναλυτικά προγράμματα στον Ελλαδικό χώρο), με τη σύμφωνη γνώμη του ερευνητή κυρίου Καραόγλου. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι το συγκεκριμένο εργαλείο χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε βλέποντες μαθητές Λυκείου και Φοιτητών (προπilotικά) και δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα κατανόησης ή άλλα. Ο σκοπός της χρήσης του αυτής ήταν να εξοικειωθεί η ερευνήτρια με το εργαλείο και να υπολογίσει το χρόνο που απαιτείται για τη συμπλήρωσή του.

Το ψυχομετρικό εργαλείο ΠΑΤΕΜ IV αξιολογεί τον βαθμό αυτοεκτίμησης των μαθητών/τριών και των φοιτητών. Η χρήση του θεωρήθηκε απαραίτητη καθώς στο σχεδιασμό της έρευνας θέλουμε να ελέγξουμε το πώς επηρεάζεται η αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών και των φοιτητών από τη μέθοδο διδασκαλίας μέσω της ιστορίας της φυσικής (για να απαντήσουμε στο ερευνητικό ερώτημα: «πώς επηρεάζεται η αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών με αναπηρία όρασης (ΑΟ), όταν διδάσκονται μέσω της ιστορίας της φυσικής;») και να την συνδέσουμε με την επίδοσή τους στη φυσική.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι το συγκεκριμένο εργαλείο χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε βλέποντες μαθητές Λυκείου (προπilotικά) και δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα κατανόησης ή άλλα.(βλ. Παράρτημα).

4.5.1.1 Ενέργειες προκαταρκτικών – πιλοτικών φάσεων της έρευνας

Η πιλοτική έρευνα ξεκίνησε το Μάιο του 2016 και ολοκληρώθηκε μετά τα μέσα Σεπτεμβρίου του 2016. Συμμετείχαν συνολικά 19 ενήλικες με ολική αναπηρία όρασης.

Οι ενέργειες και τα βήματα που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της πιλοτικής έρευνας αποτυπώνονται, όπως ήδη παρουσιάστηκαν στο σχήμα 2. Πιο συγκεκριμένα:

Πρώτη φάση πολιτικής έρευνας

Στην πρώτη φάση (1) της πιλοτικής έρευνας κρίθηκε σκόπιμο, να διερευνηθεί η συμβατότητα του εργαλείου με το Πρόγραμμα Σπουδών.

Δεύτερη φάση πιλοτικής έρευνας

Στη δεύτερη φάση (2) της πιλοτικής έρευνας, συμμετείχαν 4 άτομα. Αξιοποιώντας τα αποτελέσματα από την πρώτη φάση για το ερωτηματολόγιο IBCM προχωρήσαμε στη διαφοροποίηση στη μορφή χορήγησης των εργαλείων.

Τρίτη φάση πιλοτικής έρευνας

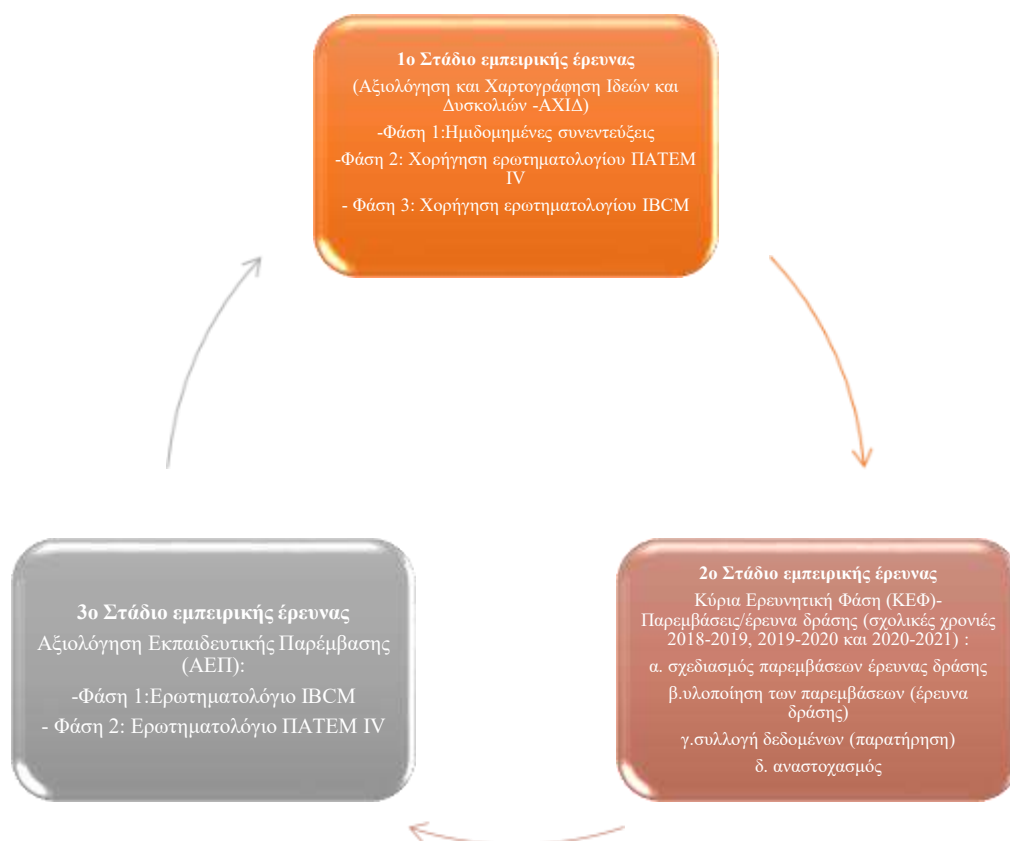
Στην τρίτη φάση (3) της πιλοτικής έρευνας πήραν μέρος 8 άτομα και πραγματοποιήθηκε απτική χορήγηση των διαφοροποιημένων ερωτηματολογίων (σύστημα braille για το ΠΑΤΕΜ και κώδικας nemeth για το IBCM) ως προς το κείμενο, ειδικά για τα σχήματα του IBCM έγινε ανάγλυφη απόδοση με τη στερεογραφική μέθοδο σε μικροκαψουλικό χαρτί στο ειδικό μηχάνημα riaf).

Τέταρτη φάση πιλοτικής έρευνας

Στην τέταρτη φάση (4) της πιλοτικής έρευνας, αφού εξετάσαμε τα δεδομένα από την προηγούμενη φάση, προχωρήσαμε στην χορήγηση του ερωτηματολογίου ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης, σε ακουστική μορφή. Στη φάση αυτή πραγματοποιήθηκαν και ημιδομημένες συνεντεύξεις με καθηγητές και μαθητές – φοιτητές (Βλέπε Παράρτημα).

4.5.2 Σχεδιασμός Κύριας Έρευνας

Η κύρια έρευνα αποτελείται από τρία στάδια όπως φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα 3.



Σχήμα 3: Τα στάδια της Κύριας Έρευνας

Στην κύρια έρευνα όπως φαίνεται και στο σχήμα 3 έγιναν οι παρακάτω ενέργειες:

1ο Στάδιο Έρευνας: Αξιολόγηση και Χαρτογράφηση Ιδεών και Δυσκολιών (ΑΧΙΔ) (σχ. 3): Σκοπός του σταδίου αυτού ήταν η αξιολόγηση των μαθητών/τριών-φοιτητών σε σχέση με το μαθησιακό προφίλ τους, με την αυτοεκτίμησή τους και η διερεύνηση των ιδεών τους για την κίνηση-δύναμη. Το στάδιο αυτό χωρίστηκε σε τρεις φάσεις:

Φάση 1: Συνεντεύξεις. Στόχος εδώ ήταν να αξιολογηθούν οι συμμετέχοντες σε σχέση με τις δυσκολίες τους, τις ανάγκες τους, τις δεξιότητες τους, τη στάση και το ενδιαφέρον τους για το μάθημα της φυσικής, τα πειράματα, την ιστορία της φυσικής το μαθησιακό τους επίπεδο καθώς και με την απόδοσή τους στο μάθημα. Στο στάδιο αυτό συλλέχθηκαν πληροφορίες για το μαθησιακό προφίλ τους μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων με α. καθηγητές ΕΑΕ, β. καθηγητές γενικής τάξης που είχαν εμπειρία διδασκαλίας με μαθητές/τριες ΑΟ καθώς και γ. μαθητές και φοιτητές. Οι άξονες των

ερωτήσεων στις συνεντεύξεις αφορούσαν στο μαθησιακό επίπεδο των μαθητών/τριών και των φοιτητών, στην απόδοσή τους στο μάθημα της φυσικής, στο ενδιαφέρον και τη στάση τους απέναντι στο μάθημα της φυσικής, στα πειράματα και στην ιστορία της φυσικής. Οι πληροφορίες αυτές μας καθόρισαν τον πλέον κατάλληλο τρόπο σχεδιασμού της παρέμβασης.

- **Συνεντεύξεις με τους καθηγητές ειδικής και γενικής αγωγής Άξονες:** μαθησιακό επίπεδο, απόδοση στο μάθημα. Οι καθηγητές απασχολήθηκαν περίπου 10 λεπτά.
- **Συνεντεύξεις με τους μαθητές/τριες-φοιτητές/τριες Άξονες:** ενδιαφέρον και στάση απέναντι στο μάθημα της φυσικής, στα πειράματα και στην ιστορία της φυσικής. Οι μαθητές- φοιτητές απασχολήθηκαν περίπου θα απασχοληθούν 5 λεπτά.

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο και τους άξονες των συνεντεύξεων δίνεται παρακάτω, όταν αναφέρονται ως εργαλεία συλλογής δεδομένων (βλ. 4.4.1.3)

Φάση 2: Χορήγηση Ερωτηματολογίου ΠΑΤΕΜ IV. Στόχος εδώ ήταν να εκτιμηθεί ο βαθμός αυτοεκτίμησης των μαθητών και των φοιτητών πριν τη διδακτική μας παρέμβαση έτσι ώστε να ελέγξουμε κατά πόσο η διδακτική μας παρέμβαση μπόρεσε να τους επηρεάσει.

- **Ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ (Πώς Αντιλαμβάνομαι τον Εαυτό Μου) IV, κλίμακα αυτοεκτίμησης.** Χορηγήθηκε στους συμμετέχοντες το ερωτηματολόγιο και συγκεκριμένα η κλίμακα της αυτοεκτίμησης σε προσβάσιμη μορφή (διαφοροποιημένο ως προς τον τρόπο χορήγησης και συγκεκριμένα σε ακουστική μορφή).

Φάση 3: Χορήγηση Ερωτηματολογίου IBCM. Στόχος ήταν να ανιχνευτούν οι τυχόν εναλλακτικές ιδέες των φοιτητών και των μαθητών- για την κίνηση-δύναμη. Ειδικά για τους μαθητές/τριες της Α Λυκείου μετά τη διδασκαλία των σχετικών εννοιών στο σχολείο (τουλάχιστον ένα μήνα αργότερα από τη διδασκαλία στο σχολείο) και πριν τη διδακτική μας παρέμβαση. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων αξιοποιήθηκαν για τον σχεδιασμό των παρεμβάσεων με σκοπό τροποποίηση των εναλλακτικών τους ιδεών.

- ο **Ερωτηματολόγιο IBCM (Inventory of Basic Conceptions in Mechanics)**. Χορηγήθηκε το διαφοροποιημένο ερωτηματολόγιο IBCM κατάλληλα προσαρμοσμένο για άτομα με ΑΟ (ως προς το κείμενο σε ακουστική μορφή και ως προς τα σχήματα σε ανάγλυφη μορφή με τη στερεογραφική μέθοδο-σε μικροκαψουλικό χαρτί στο ειδικό μηχάνημα riaf) το οποίο αποτελείται από 28 ερωτήσεις κλειστού τύπου από τις 33 ερωτήσεις του πρωτότυπου ερωτηματολογίου και οι συμμετέχοντες απάντησαν προφορικά (βλ Παράρτημα). Στους συμμετέχοντες δόθηκαν οι 28 από τις 33 ερωτήσεις του πρωτότυπου ερωτηματολογίου.

2ο Στάδιο: Κύρια Ερευνητική Φάση (ΚΕΦ) : Η ΚΕΦ ουσιαστικά αποτέλεσε τις παρεμβάσεις στο πλαίσιο της Έρευνας Δράσης σε μαθητές συγκεκριμένων ενταξιακών δομών (τμήμα ένταξης ή παράλληλη στήριξη) σχολείων σε Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Κρήτη, Κοζάνη καθώς και φοιτητών σε Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Βόλο, Κρήτη. Κάθε διαδικασία έρευνας δράσης αποτελείται από τέσσερις θεμελιώδεις φάσεις (Argyropoulos & Stamouli, 2006· Argyropoulos & Nikolaraizi, 2009·):

- α. **σχεδιασμός της παρέμβασης,**
- β. **υλοποίηση της παρέμβασης (Δράση),**
- γ. **συλλογή δεδομένων (Παρατήρηση),** και
- δ. **αναστοχασμός**

Η ΚΕΦ βασίστηκε στα αποτελέσματα της ανάλυσης που αναδύθηκαν από την ΑΧΙΔ και έδωσε τη δυνατότητα στην ερευνήτρια να επικεντρωθεί στις πραγματικές ανάγκες των συμμετεχόντων με ΑΟ σε σχέση με τη συγκεκριμένη γνωστική περιοχή της κινηματικής και δυναμικής που έχουμε επιλέξει (κατανόηση συγκεκριμένων εννοιών κινηματικής- δυναμικής, τρόπος διδασκαλίας των εννοιών αυτών, αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών-φοιτητών).

3ο Στάδιο: Αξιολόγηση των Εκπαιδευτικών Παρεμβάσεων (ΑΕΠ): Στόχος του σταδίου αυτού ήταν η αξιολόγηση της εκπαιδευτικής παρέμβασης σε σχέση με την εννοιολογική αλλαγή στις ιδέες των μαθητών/τριών-φοιτητών και την αυτοεκτίμησή τους. Επαναξιολογήθηκαν οι ιδέες των συμμετεχόντων σε σχέση με την κίνηση και τη δύναμη και μετρήθηκε εκ νέου ο βαθμός αυτοεκτίμησης του κάθε συμμετέχοντα και το πώς αυτός συνδέεται με την επίδοσή του στη φυσική μέσω της συγκεκριμένης παρέμβασης. Το στάδιο αυτό χωρίζεται σε δύο φάσεις:

Φάση 1 του 3^{ου} Σταδίου: Χορήγηση ερωτηματολογίου IBCM. Στόχος της φάσης αυτής ήταν να ανιχνευτούν εκ νέου οι ιδέες των μαθητών-φοιτητών για την κίνηση-δύναμη μετά τη διδακτική παρέμβαση έτσι ώστε να ελεγχθεί η εννοιολογική αλλαγή. Αυτό γίνεται με το **ερωτηματολόγιο IBCM**, το οποίο δόθηκε στους συμμετέχοντες, προσαρμοσμένο σε άτομα με ΑΟ (ως προς το κείμενο σε ακουστική μορφή και ως προς τα σχήματα σε ανάγλυφη μορφή με τη στερεογραφική μέθοδο σε μικροκαψουλικό χαρτί στο ειδικό μηχάνημα p1af) στο οποίο απαντούν προφορικά.

Φάση 2 του 3^{ου} Σταδίου: Χορήγηση ερωτηματολογίου PATEM IV. Στόχος της φάσης αυτής ήταν η επαναξιολόγηση του βαθμού αυτοεκτίμησης των συμμετεχόντων μετά τη διδακτική παρέμβαση. Αυτό έγινε με το **Ερωτηματολόγιο PATEM IV**. Στο σημείο αυτό δίνεται εκ νέου στους συμμετέχοντες η κλίμακα αυτοεκτίμησης του ερωτηματολογίου PATEM IV (σε ακουστική μορφή) προσαρμοσμένη σε άτομα με ΑΟ και απαντούν προφορικά.

4.6 Ανάλυση δεδομένων

Η παρούσα ερευνητική εργασία έχει ποσοτική και ποιοτική ερευνητική προσέγγιση. Δηλαδή έγιναν στατιστικές αναλύσεις και συσχετίσεις σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας, αλλά και ποιοτικές αναλύσεις από τα στάδια της έρευνας δράσης.

Σχετικά με την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από το IBCM έγινε στατιστική ανάλυση. Οι στατιστικοί έλεγχοι έγιναν με το SPSS v.25 ενώ τα γραφήματα έγιναν στον πρόγραμμα Microsoft Excel Version 16®. Στην ανάλυση των δεδομένων του IBCM έγινε συσχέτιση των απαντήσεων που έδωσαν οι συμμετέχοντες με την εκπαιδευτική βαθμίδα, το φύλο και την χρονολογική απώλεια όρασης.

Σχετικά με την ανάλυση των δεδομένων από το PATEM IV έγινε στατιστικός έλεγχος για τη διερεύνηση της διαφοροποίησης των απαντήσεων βάσει φύλου ή χρονολογικής απώλειας όρασης ή εκπαιδευτικής βαθμίδας, έγιναν με το Fisher Exact Test. Ο βαθμός εγκυρότητας του των απαντήσεων ελέγχθηκε με το συντελεστή alpha του Cronbach. Ο έλεγχος κανονικότητας έγινε με το Shapiro-Wilk test και της ομοσκεδαστικότητας με το Levene's Test. Οι αναλύσεις έγιναν με το στατιστικό

πρόγραμμα STATA 13, γιατί μπορούσε να αποδώσει καλύτερα τις τιμές επειδή ήταν το δείγμα μικρό.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι στις συνεντεύξεις αλλά και στην Έρευνα Δράσης (ποιοτική έρευνα) για την ανάλυση αλλά και για την ερμηνεία των δεδομένων που συλλέχθηκαν, επιλέχθηκε η τεχνική της θεματικής ανάλυσης. Μέσα από την τεχνική αυτή η ερευνήτρια δύναται να κατανοήσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις εμπειρίες των συμμετεχόντων στην έρευνα και να διαλέξει αυτές που παρέχουν τις πληροφορίες εκείνες που απαντούν στα ερευνητικά ερωτήματα και στους στόχους της έρευνας. Πρόκειται για μια τεχνική που παρέχει ευελιξία στους ερευνητές καθώς μπορούν να την αξιοποιήσουν με διάφορους τρόπους (Braun & Clark, 2012, όπ. αναφ. Τσιώλης, 2017).

Αναφορικά με τις συνεντεύξεις μόλις ολοκληρώθηκε το στάδιο της απομαγνητοφώνησης (σε όσες οι συμμετέχοντες δέχτηκαν να ηχογραφηθούν) και της μετατροπής τους σε γραπτό κείμενο, συλλέχθηκαν και κωδικοποιήθηκαν τα δεδομένα των πληροφοριών εκείνων που απαντούσαν στους στόχους που είχαμε θέσει, κωδικοποιώντας τα δεδομένα (Τσιώλης, 2017). Οι κωδικοί ουσιαστικά αφορούν στις πληροφορίες εκείνες που αντιστοιχεί με τις λέξεις κλειδιά που σχετίζονται με τους θεματικούς άξονες που ορίζονται εξ αρχής και μπορούν στη διάρκεια της ανάλυσης να εμπλουτιστούν (Braun & Clark, 2012, όπ.αναφ. Τσιώλης, 2017).

Στη συνέχεια οι κώδικες ταυτίστηκαν με τους θεματικούς άξονες, ώστε να παρουσιαστούν τα δεδομένα, τα οποία παρουσιάζονται, ερμηνεύονται. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν αποσπάσματα συνεντεύξεων προκειμένου να τεκμηριωθεί η επιλογή των δεδομένων (Creswell, 2008).

4.7 Αξιοπιστία και εγκυρότητα της έρευνας

Κάθε έρευνα είτε πρόκειται για ποιοτική είτε για ποσοτική συγκέντρωση και ανάλυση των δεδομένων της, οφείλει να υποβληθεί σε μια κριτική επεξεργασία, ώστε να ανταποκρίνεται σε δύο θεμελιώδη κριτήρια, την αξιοπιστία και την εγκυρότητα, δυο θεμελιώδεις παραμέτρους, που θα την καταστήσουν ιδανική πηγή πληροφοριών. Η αξιοπιστία της έρευνας στηρίζεται σε μια θεμελιώδη αρχή, ότι θα πρέπει να προκύψουν τα ίδια αποτελέσματα σε οποιαδήποτε φάση αυτή επαναληφθεί από οποιονδήποτε

άλλον ερευνητή, στους ίδιους ανθρώπους ή σε διαφορετικό δείγμα προερχόμενο από τον ίδιο πληθυσμό (Faulkner et al., 1999, σ. 33).

Σύμφωνα με τις Madill, Jordan, και Shirley (2000) κριτήρια που χρησιμοποιούνται στην ποσοτική έρευνα, όπως εγκυρότητα και αξιοπιστία, είναι κατάλληλα για την αξιολόγηση της ποιοτικής μεθόδου μόνον αν η σχετική έρευνα διεξάγεται στο πλαίσιο της ρεαλιστικής προσέγγισης. Η έρευνα, δηλαδή, πρέπει να αξιολογείται με τα κριτήρια της «λογικής» που έχει ακολουθήσει. Για αυτό το λόγο οι ποιοτικοί ερευνητές οφείλουν να παρουσιάζουν και να προαναγγέλλουν ή να προκαθορίζουν ξεκάθαρα την επιστημολογική τους θέση, να διεξάγουν την έρευνα με τρόπο σύμφωνο με αυτή τη θέση και να παρουσιάζουν τη μελέτη έτσι ώστε να επιτρέπει την ανάλογη εκτίμηση ή αξιολόγησή της. Οι Henwood και Pidgeon (1994), επίσης, υποστηρίζουν ότι *«η αξιολόγηση της επιστημονικής έρευνας δεν μπορεί να είναι μόνο μία τεχνική ή μια διαδικασία κρίσης, αλλά αυτό πρέπει να αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης εξέτασης των ηθικών, δεοντολογικών και πολιτικών επιλογών που οι ερευνητές και οι κοινωνίες πρέπει αναπόφευκτα να κάνουν»*.

Κοινό χαρακτηριστικό αυτού του τύπου έρευνας και ιδιαίτερα της έρευνας δράσης είναι η σχετικοποίηση της διάκρισης ερευνητή και ερευνώμενων. Η ερευνητική διαδικασία γίνεται αφορμή για τον εμπλουτισμό της κοινωνικής γνώσης με άμεσο σκοπό την ανάληψη δράσης με στόχο την κοινωνική αλλαγή. Σε αυτή τη δράση συμμετέχει ενεργά και ο ερευνητής αφού αποτελεί οργανικό μέρος και σκοπό της ερευνητικής διαδικασίας.

Πιο συγκεκριμένα, τόσο στην περίπτωση της χορήγησης του IBCM, της χορήγησης του ΠΑΤΕΜ IV της συνέντευξης όσο και στην περίπτωση της έρευνας δράσης, προκύπτουν ερωτήματα, όπως αν θα μπορούσαν δύο ερευνητές που χρησιμοποιούν το ίδιο πρόγραμμα ή διαδικασία να εξαγάγουν τα ίδια αποτελέσματα ή αν θα αποκτούσε ο δεύτερος ερευνητής μια παρόμοια εικόνα χρησιμοποιώντας τις ίδιες διαδικασίες σε διαφορετικές περιπτώσεις. Ο έλεγχος αυτός της αξιοπιστίας των δεδομένων γίνεται στο στάδιο της πιλοτικής διατύπωσης των ερωτήσεων και της ρύθμισης των ερευνητικών εργαλείων (Cohen et al., 2008).

Με δεδομένα τα παραπάνω προσπαθήσαμε αφενός να περιορίσουμε όσο το δυνατόν την προσωπική μας εμπλοκή στη συνέντευξη, ώστε να μην προκαταβάλουμε τις απαντήσεις των συμμετεχόντων, αφετέρου να τηρήσουμε με σχετική αυστηρότητα

την προκαθορισμένη σειρά των ερωτήσεων, ώστε να μην υπάρξει σημαντική απόκλιση από τον αρχικό μας σχεδιασμό. Οι απαντήσεις που συγκεντρώθηκαν τόσο από τους εκπαιδευτικούς, τους γονείς αλλά και τους φοιτητές/τριες- μαθητές/τριες, αποτυπώνουν με πιστότητα και ακρίβεια τις πληροφορίες που θέλαμε να συλλέξουμε σχετικά με το προφίλ των μαθητών/τριών- φοιτητών αλλά και τη σχέση τους με τις έννοιες της δυναμικής - κινηματικής.

Η εγκυρότητα αφορά τον έλεγχο για το κατά πόσο ένα θέμα μετρά ή περιγράφει αυτό που υποτίθεται ότι πρέπει να μετρά ή να περιγράφει. Ένας καλός τρόπος να εξακριβώσει κάποιος – σε πρώτο επίπεδο – αν πληρείται η προδιαγραφή της εγκυρότητας είναι να εξηγήσει στους εμπλεκόμενους στην έρευνα (καθηγητές, γονείς, μαθητές/τριες - φοιτητές/τριες) τι ακριβώς προτίθεται να διερευνήσει και να ζητήσει την γνώμη τους σχετικά με το αν οι ερωτήσεις ή οι θεματικές της συνέντευξης που έχουν επινοηθεί ανταποκρίνονται στο συγκεκριμένο σκοπό (Bell, 1997, σ.σ. 107-108).

Παράλληλα την εγκυρότητα των δεδομένων που συλλέγονται διασφαλίζει σε κάποιο βαθμό και η μέθοδος της «τριγωνοποίησης». Πρόκειται για την τριπλή διασταύρωση των στοιχείων είτε με τη χρήση τριών διαφορετικών μεθόδων συλλογής δεδομένων (ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις, Έρευνα Δράσης), είτε με την άντληση των δεδομένων από τρεις διαφορετικές πηγές (πχ. από τους καθηγητές, γονείς, μαθητές – φοιτητές), που εξασφαλίζει τον διϋποκειμενικό έλεγχο των πορισμάτων.

4.8 Δυσκολίες και περιορισμοί της έρευνας

Η συγκεκριμένη έρευνα παρόλο το ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει, καθώς συνδυάζει την ιστορία της φυσικής με τη διδακτική και την τυφλότητα, είχε και σημαντικούς περιορισμούς και δυσκολίες. Καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας συναντήσαμε πολλές δυσκολίες. Πιο αναλυτικά είχαμε αρκετές δυσκολίες να βρούμε μαθητές/τριες με ΑΟ σε όλη την Ελλάδα. Από την έρευνά μας βρήκαμε μόνο 16 μαθητές Λυκείου με ολική αναπηρία όρασης και χωρίς συνοδά νοσήματα σε όλη την Ελλάδα. Όταν τους βρήκαμε κατά την επιτόπια έρευνα ανακαλύψαμε πως κάποιοι από αυτούς είχαν συνοδά νοσήματα, τα οποία οι γονείς τους δεν τα είχαν δηλώσει αρχικά. Ως εκ τούτου δεν μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε τους μαθητές/τριες αυτούς στην έρευνα. Κάποιοι άλλοι μαθητές δεν θέλησαν να πάρουν μέρος στην

έρευνα. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας υπήρξαν πάρα πολλές ακυρώσεις των συναντήσεων από πλευράς μαθητών/τριών, με αποτέλεσμα να κάνουμε διπλά ταξίδια για να μη μειωθεί το δείγμα μας. Τέλος ήταν δύσκολη και χρονοβόρα και η συνεννόηση με τα σχολεία έτσι ώστε να δεχθούν την είσοδό μας, αν και είχαμε έγκριση από το ΙΕΠ. Στέλναμε email και παίρναμε τηλέφωνο και στις Δευτεροβάθμιες Διευθύνσεις και στα σχολεία. Κάποιες φορές χρειάστηκε να χρησιμοποιηθεί η ιδιότητα της ερευνήτριας ως μέλος του Διοικητικού Συμβουλίου (ΔΣ) του Φάρου Τυφλών Ελλάδας προκειμένου να της επιτραπεί η είσοδος.

Δυσκολίες υπήρξαν και με τους φοιτητές. Αρχικά η πρώτη δυσκολία ήταν να εντοπιστούν η δεύτερη και να δεχθούν να πάρουν μέρος στην έρευνα. Αλλά κι όταν δέχθηκαν να συμμετάσχουν, αρκετές φορές ακύρωναν τις συναντήσεις λόγω των υποχρεώσεών τους, με αποτέλεσμα να χρειαστεί να κάνουμε διπλά ταξίδια για να μη χαθεί πάλι δείγμα. Μια επιπρόσθετη δυσκολία ήταν να βρεθεί ο κατάλληλος χώρος πραγματοποίησης των παρεμβάσεων. Τελικά οι παρεμβάσεις για τους φοιτητές έγιναν για όσους ήταν Αθήνα στο εργαστήριο της ερευνήτριας. Οι παρεμβάσεις που έγιναν στην επαρχία έγιναν στα κατά τόπους πανεπιστήμια, με τον εξοπλισμό και τα όργανα της ερευνήτριας.

Ένας άλλος περιορισμός στην παρούσα έρευνα ήταν και οι δυσκολίες που συνάντησε η ερευνήτρια στο να βρει καθηγητές γενικής και ειδικής αγωγής σε όλη την Ελλάδα που να έχουν διδάξει μαθητές/τριες με ΑΟ. Ο εντοπισμός καθηγητών ειδικής αγωγής ήταν ακόμα πιο δύσκολος καθώς κατά κύριο λόγο πρόκειται για αναπληρωτές οι οποίοι αλλάζουν κάθε χρόνο σχολεία και μαθητές.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν υπήρχαν εξειδικευμένα εργαλεία για μαθητές και φοιτητές με ΑΟ, που θα μπορούσαν να ανιχνεύσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες στη φυσική αλλά και την αυτοεκτίμησή τους. Ύστερα από ενδελεχή βιβλιογραφική έρευνα επιλέχθηκαν το ΠΑΤΕΜ IV και το IBCM, τα οποία όμως είχαν εφαρμοστεί όμως σε άτομα χωρίς ΑΟ. Για το λόγο αυτό έγιναν οι απαραίτητες τροποποιήσεις και προσαρμόστηκαν στις ανάγκες του δείγματος της παρούσας έρευνας.

Μια ακόμα δυσκολία που συναντήσαμε ήταν στις παρεμβάσεις στο πλαίσιο της Έρευνας Δράσης. Σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό στην Έρευνα Δράσης θα

συμμετείχαν μόνο μαθητές/τριες Λυκείου καθώς οι περισσότεροι είχαν ολοκληρώσει τη φοίτησή τους στο λύκειο και ήταν φοιτητές/τριες πλέον.

Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθούν και τα περιοριστικά μέτρα που έλαβε η πολιτεία προκειμένου να περιοριστεί η εξάπλωση του ιού εξαιτίας της πανδημίας του Covid-19. Για αρκετούς μήνες δεν μπορούσαμε να ταξιδέψουμε ώστε να πραγματοποιηθούν οι παρεμβάσεις της έρευνας δράσης στις επαρχιακές πόλεις. Δυσκολίες υπήρχαν και με τους συμμετέχοντες που ήταν στην Αθήνα, οι οποίοι δεν μπορούσαν να μετακινηθούν λόγω των περιοριστικών μέτρων για την πανδημία. Έγινε προσπάθεια να πραγματοποιηθεί η παρέμβαση σε όλους τους συμμετέχοντες. Αυτό όμως δεν κατέστη δυνατόν. Τελικά στο στάδιο αυτό συμμετείχαν 17 μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ από το αρχικό δείγμα που ήταν 24.

Δυσκολία αποτέλεσε και η ανεύρεση και κατασκευή των απαιτούμενων οργάνων και υλικών για τα πειράματα φυσικής καθώς και εποπτικού υλικού ειδικά προσβάσιμων σε άτομα με ΑΟ. Κάποια από αυτά τα παραγγέλθηκαν από το εξωτερικό. Ήταν μια διαδικασία και χρονοβόρα και πολυδάπανη. Ομοίως χρονοβόρα και πολυδάπανα ήταν και τα ταξίδια που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα μέρη της Ελλάδας όπου πραγματοποιήθηκαν οι παρεμβάσεις μας.

Κάποια από τα όργανα στην πορεία των πειραμάτων χαλούσαν λόγω κακής χρήσης και έπρεπε να επισκευαστούν ή να αγοραστούν νέα που έπρεπε να γίνουν απτικά εκ νέου. Άλλα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν βαριά και ογκώδη και η μεταφορά τους απαιτούσε ειδικό μεταφορικό μέσο. Η χρήση τους απαιτούσε ειδικούς χώρους για τους οποίους χρειαζόταν έγκριση, π.χ. πανεπιστήμια, φορείς τυφλότητας. Χρειαζόμασταν ένα μεγάλο γραφείο και δύο μεγάλους πάγκους για να στήσουμε τα όργανα και αρκετά μεγάλο χώρο. Ήταν κουραστικό και χρονοβόρο το στήσιμο και το μάζεμα των οργάνων. Είχαμε ουσιαστικά ένα κινητό εργαστήριο. Η ερευνά μας στο στάδιο αυτό αποδείχθηκε ιδιαίτερα χρονοβόρα κουραστική και δαπανηρή.

Δυσκολίες επίσης συναντήσαμε και στην ηχογράφηση τόσο των συνεντεύξεων όσο και των παρεμβάσεων καθώς κάποιοι από τους συμμετέχοντες δεν ήθελαν να ηχογραφηθούν. Επίσης κάποια στιγμή χρειάστηκε αντικατάσταση του απλού μαγνητόφωνου με άλλο μεγαλύτερης εμβέλειας για να είναι πιο ευκρινή η ηχογράφηση. Στην προσπάθεια μεταφοράς των ηχητικών αρχείων χάσαμε κάποια ηχητικά αποσπάσματα.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι παρά τις δυσκολίες και τους περιορισμούς που συναντήσαμε πρόκειται για μια έρευνα πρωτότυπη που μπορεί να προσφέρει στο συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο, καθώς συνδυάζει τη διδακτική της φυσικής σε μαθητές με ΑΟ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι τροποποιήσεις των εργαλείων και τα αποτελέσματα από τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στην πιλοτική έρευνα.

5.1 Τροποποιήσεις εργαλείων

Στην πρώτη φάση (1) της πιλοτικής έρευνας (Σχ. 2 παράγραφος 4.5.1) κρίθηκε σκόπιμο, να διερευνηθεί η συμβατότητα του εργαλείου με το Πρόγραμμα Σπουδών. Εξετάσαμε για το λόγο αυτό τη διδασκαλία εννοιών της μηχανικής που πραγματεύεται το εργαλείο από το Δημοτικό έως και την Α Λυκείου για να αναδείξουμε τις μαθησιακές εμπειρίες των μαθητών/τριών της Α Λυκείου (σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το Λύκειο, οι έννοιες που πραγματευόμαστε διδάσκονται αρχικά στην Α Λυκείου) που αποτελούν μέρος από το δείγμα μας.

Οι μαθητές/τριες έχουν ήδη έρθει σε επαφή με έννοιες της φυσικής που αφορούν στη μηχανική από το Δημοτικό. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών Φυσικής και Χημείας οι άξονες του γνωστικού περιεχομένου της μηχανικής στο μάθημα της Φυσικής στο Δημοτικό, αφορούν μεταξύ άλλων στην κίνηση και δύναμη (ΑΠΣ -ΔΕΠΠΣ Δημοτικού και Γυμνασίου, 2016).

Συγκεκριμένα όπως αναφέρει το βιβλίο του δασκάλου Φυσικά Ε Δημοτικού (Αποστολάκης και συν., 2016, σελ. 211) οι μαθητές/τριες της Ε Δημοτικού διδάσκονται τις έννοιες: ταχύτητα (2 διδακτικές ώρες), δυνάμεις (2 διδακτικές ώρες), δυνάμεις με επαφή-δυνάμεις από απόσταση (2 διδακτικές ώρες), τρόπος μέτρησης δύναμης (2 διδακτικές ώρες), τριβή-μια σημαντική δύναμη (1 διδακτική ώρα), παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή (2 διδακτικές ώρες), τριβή-επιθυμητή ή ανεπιθυμητή (2 διδακτικές ώρες).

Στο Γυμνάσιο σύμφωνα με το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών Φυσικής και Χημείας οι άξονες του γνωστικού περιεχομένου της μηχανικής αφορούν στην κίνηση, δύναμη (ΑΠΣ - ΔΕΠΠΣ Δημοτικού και Γυμνασίου, σελ.526). Στη Β Γυμνασίου, όπως περιγράφεται στο βιβλίο του εκπαιδευτικού Φυσική Β Γυμνασίου, οι μαθητές διδάσκονται μηχανική (κίνηση, δύναμη) (Αντωνίου και συν., 2007, σελ.26-27). Πιο συγκεκριμένα για την κίνηση, οι θεματικές που πραγματεύονται

είναι περιγραφή της κίνησης (2 ώρες), ταχύτητα (1 ώρα), κίνηση με σταθερή ταχύτητα (2 ώρες), κίνηση με μεταβαλλόμενη ταχύτητα-επιτάχυνση (1 ώρα). Για τη δύναμη οι έννοιες που μελετούν είναι δύναμη (1 ώρα), μεταβολή ταχύτητας (1 ώρα), σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων (1 ώρα), πρώτος νόμος Νεύτωνα (1 ώρα), ισορροπία υλικού σημείου (2 ώρες), τρίτος νόμος Νεύτωνα (1 ώρα) (Αντωνίου και συν., 2007, σελ.26-27).

Ο σκοπός του Αναλυτικού Προγράμματος της Φυσικής στο Λύκειο, όπως περιγράφεται στο βιβλίο του καθηγητή Φυσική Γενικής Παιδείας Α Γενικού Λυκείου είναι οι μαθητές να προσεγγίσουν ποιοτικά, ποσοτικά και πειραματικά βασικές έννοιες και νόμους της Φυσικής (Βλάχος και συν., 2012, σελ.7). Σύμφωνα με τις οδηγίες για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις Α, Β Ημερήσιου ΓΕΛ και Α, Β, Γ Εσπερινού ΓΕΛ για το σχολ. έτος 2016-2017 οι μαθητές της Α Λυκείου διδάσκονται μεταξύ άλλων την ευθύγραμμη κίνηση (11 ώρες), τη δυναμική σε μία διάσταση (8 ώρες), τη δυναμική στο επίπεδο (10 ώρες) (150658/Δ2/15-09-2016). Πιο συγκεκριμένα, όπως αναφέρεται στο βιβλίο του καθηγητή, πραγματεύονται έννοιες και νόμους όπως ταχύτητα στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (ΕΟΚ) (1 ώρα), επιτάχυνση-επιβράδυνση στην ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση (ΟΜΚ) (1 ώρα), εξισώσεις προσδιορισμού της θέσης και της ταχύτητας και τα αντίστοιχα διαγράμματα στην ΕΟΚ και στην ΟΜΚ (2 ώρες), δύναμη- σύνθεση δυνάμεων (2 ώρες), πρώτο νόμο Νεύτωνα- δεύτερο νόμο Νεύτωνα (1 ώρα), τρίτο νόμο Νεύτωνα- δυνάμεις επαφής και από απόσταση (1 ώρα), βάρος (1 ώρα), ελεύθερη πτώση (1 ώρα), σύνθεση δυνάμεων στο επίπεδο-ανάλυση δύναμης(1 ώρα) , νόμο τριβής (1 ώρα) (Αντωνίου και συν., 2007, σελ. 65-66, 75-76,86, 88).

Κρίθηκε επίσης σκόπιμο να συνδεθεί κάθε ερώτηση του εργαλείου με συγκεκριμένες έννοιες και νόμους που έχουν διδαχθεί οι μαθητές στην Α Λυκείου όπως προκύπτουν από το σχολικό βιβλίο του μαθητή (Βλάχος και σύν., 2015). Πιο αναλυτικά:

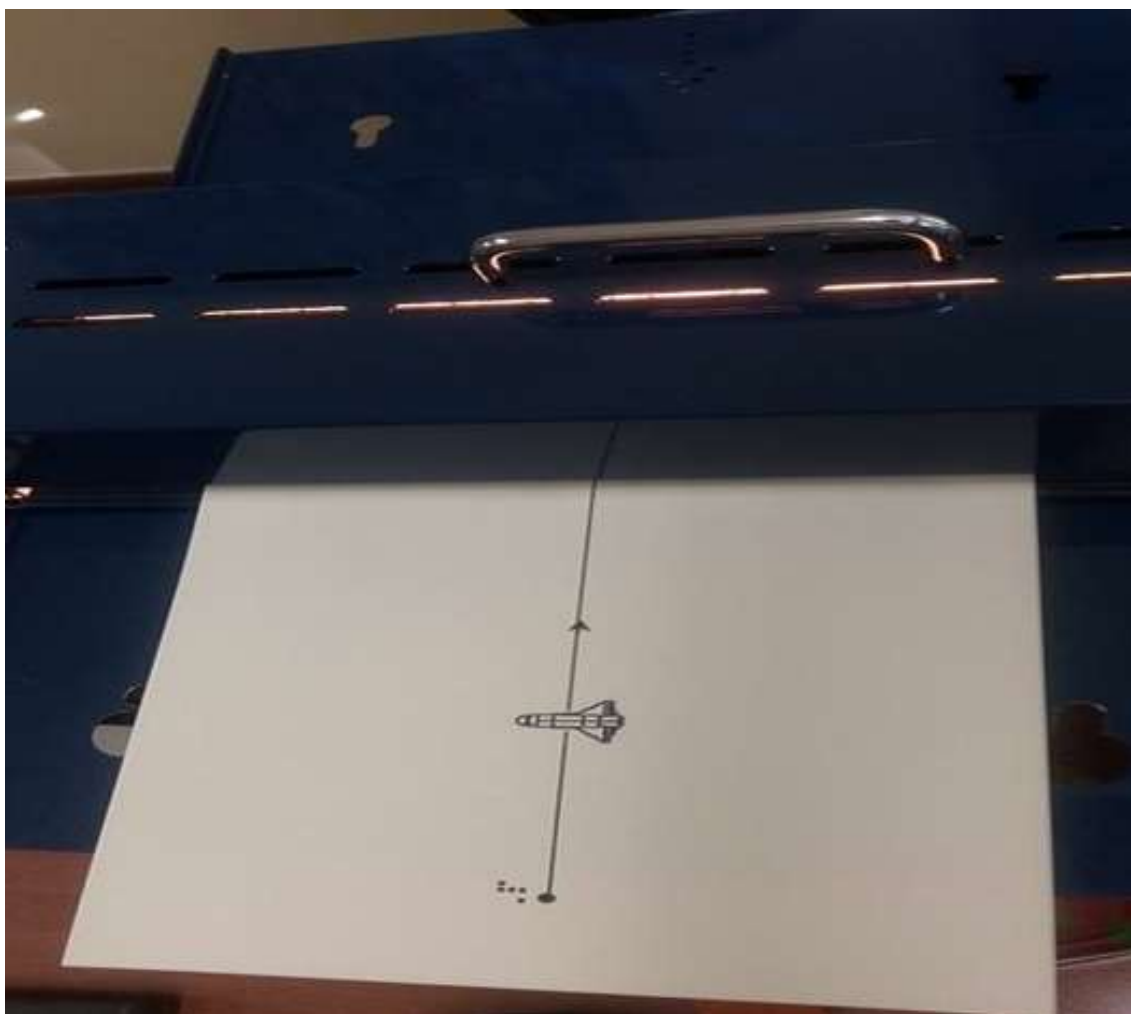
Ερωτήσεις IBCM	Που εμπίπτει	Βιβλιογραφική αναφορά
Ερώτηση 1η	Στην έννοια της κίνησης	Βλάχος και σύν., 2015, σελ. 50-56
Ερώτηση 2 ^η	στην έννοια της κίνησης και στο βάρος	Βλάχος και συν., 2015, σελ.50-56 και σελ. 87

Ερώτηση 3^η	στην έννοια της κίνησης	Βλάχος και συν., 2015, σελ. 50-56
Ερώτηση 4^η	στην έννοια της κίνησης	Βλάχος και συν., 2015, σελ. 50-56
Ερώτηση 5^η	στην ελεύθερη πτώση	Βλάχος και συν., 2015,σελ.89
Ερώτηση 6^η	στην ελεύθερη πτώση	Βλάχος και συν., 2015,σελ.89
Ερώτηση 7^η	εμπίπτει στην έννοια της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση	Βλάχος και συν., 2015,σελ.42
Ερώτηση 8^η	εμπίπτει στην έννοια της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και στην έννοια της επιτάχυνσης στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση	Βλάχος και συν., 2015,σελ.42 και σελ. 50
Ερώτηση 9^η	στον πρώτο νόμο Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ 82
Ερώτηση 10^η	στον πρώτο νόμο Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ 82
Ερώτηση 11^η	στον πρώτο νόμο Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ 82
Ερώτηση 17^η	στη σύνθεση δυνάμεων	Βλάχος και συν., 2015,σελ.114
Ερώτηση 18^η	στο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 84
Ερώτηση 19^η	στο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 84
Ερώτηση 20^η	στον πρώτο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 82
Ερώτηση 21^η	στον πρώτο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 82
Ερώτηση 22^η	στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 111
Ερώτηση 23^η	στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ.111
Ερώτηση 24^η	στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ.111
Ερώτηση 25^η	στον πρώτο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ.82
Ερώτηση 26^η	στο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015, σελ. 84
Ερώτηση 27^η	στο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 84
Ερώτηση 28^η	στο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 84
Ερώτηση 29^η	στο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 84
Ερώτηση 30^η	στο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 84
Ερώτηση 31^η	στον πρώτο νόμο του Νεύτωνα και στην τριβή	Βλάχος και συν., 2015,σελ.82 και σελ.120
Ερώτηση 32^η	στο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα και στην τριβή	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 84 και σελ. 120

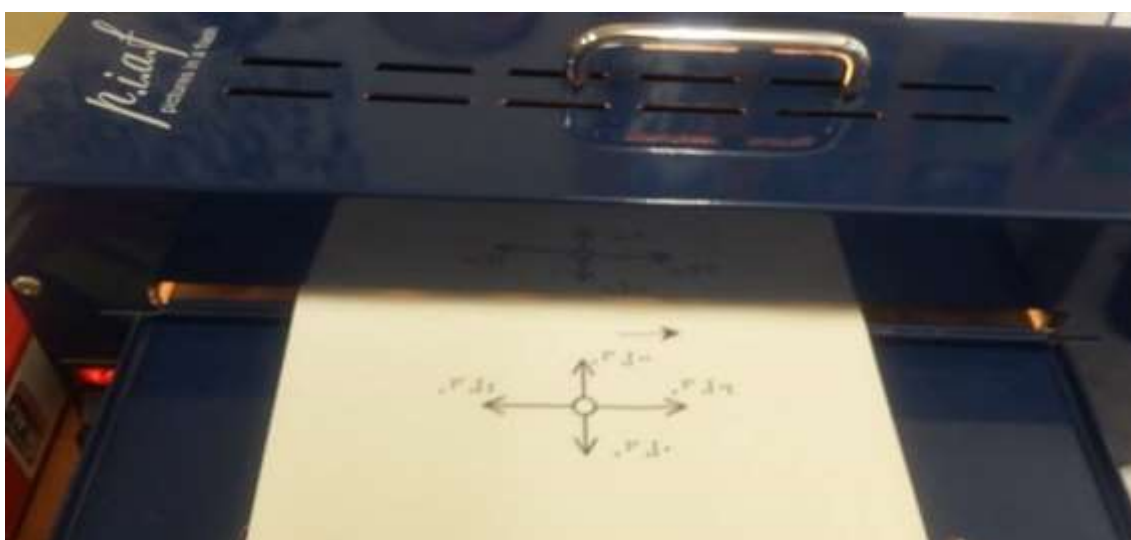
Ερώτηση 33^η	στο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα και στην τριβή	Βλάχος και συν., 2015,σελ. 84 και σελ. 120

Η υπό εξέταση έννοιες του ερωτηματολογίου είναι μεν στο βιβλίο της Α Λυκείου αλλά για τη σχολική χρονιά 2016-2017 (στην οποία πραγματοποιήσαμε την έρευνά μας) δεν αποτελούν διδαχθείσα ύλη για τους μαθητές της Α Λυκείου καθώς αφορούν στην οριζόντια βολή. Αφαιρέθηκαν πέντε ερωτήσεις που αναφέρονται στην ύλη αυτή. Το ερωτηματολόγιό μας αποφασίστηκε να έχει 28 από τις 33 ερωτήσεις του αρχικού ερωτηματολογίου με τη σύμφωνη γνώμη του ερευνητή κυρίου Καράογλου που μετέφρασε το ερωτηματολόγιο και το χρησιμοποίησε στην Ελλάδα για πρώτη φορά.

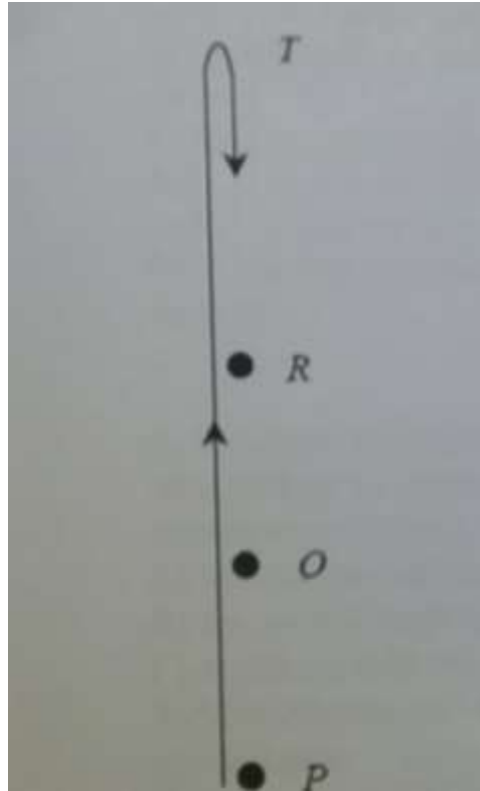
Στη δεύτερη φάση (2) της πιλοτικής έρευνας (σχ. 2, παράγραφο 4.5.1), συμμετείχαν 4 άτομα. Αξιοποιώντας τα αποτελέσματα από την πρώτη φάση για το ερωτηματολόγιο IBCM προχωρήσαμε στη διαφοροποίηση στη μορφή χορήγησης των εργαλείων. Τα εργαλεία μεταγράφηκαν στο σύστημα γραφής και ανάγνωσης braille ως προς το κείμενο για το ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης, και στο σύστημα γραφής και ανάγνωσης braille ως προς το κείμενο στον κώδικα nemeth ως προς τα επιστημονικά σύμβολα και τα σχήματα αποδόθηκαν σε ανάγλυφη μορφή με τη στερεογραφική μέθοδο στο ειδικό μικροκαψουλικό χαρτί στο μηχάνημα riaf (εικ. 2-3), για το IBCM κι έτσι προέκυψαν τα διαφοροποιημένα απτικά ερωτηματολόγια (εικ. 4-7).



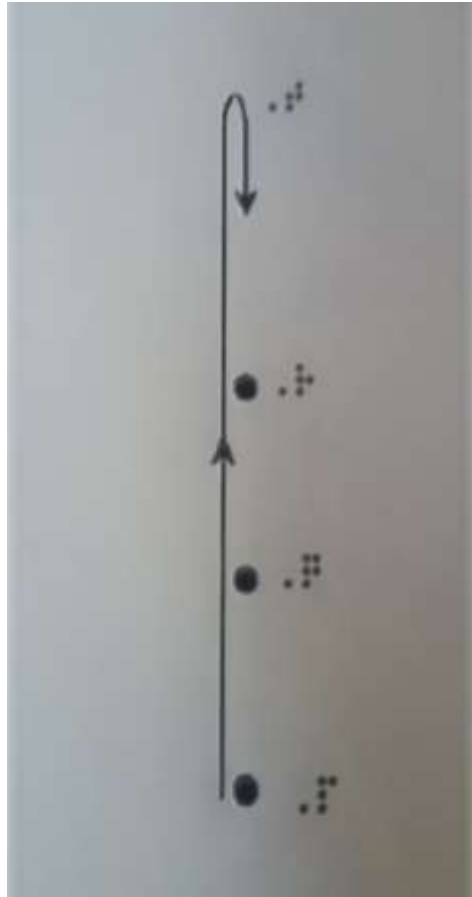
Εικόνα 2: Εκτύπωση σε μικροκαψουλικό χαρτί στο μηχάνημα rialf



Εικόνα 3: Εκτύπωση σε μικροκαψουλικό χαρτί στο μηχάνημα rialf



Εικόνα 4: Απτική μορφή ερωτηματολόγιο IBCM



Εικόνα 5: Απτική μορφή ερωτηματολόγιο IBCM



Εικόνα 6: Απτική μορφή ερωτηματολόγιο IBCM



Εικόνα 7: Διαδικασία μετατροπής σε απτική μορφή του ερωτηματολογίου IBCM

Στην τρίτη φάση (3) της πιλοτικής έρευνας (σχ. 2, παράγραφο 4.5.1) πήραν μέρος 8 άτομα και πραγματοποιήθηκε απτική χορήγηση των διαφοροποιημένων ερωτηματολογίων (σύστημα braille για το ΠΑΤΕΜ και κώδικας nemeth για το IBCM) ως προς το κείμενο, ειδικά για τα σχήματα του IBCM έγινε ανάγλυφη απόδοση με τη στερεογραφική μέθοδο σε μικροκαυσουλικό χαρτί στο ειδικό μηχάνημα riaf).

Στην τέταρτη φάση (4) της πιλοτικής έρευνας (σχ. 2), αφού εξετάσαμε τα δεδομένα από την προηγούμενη φάση, προχωρήσαμε στην χορήγηση του ερωτηματολογίου ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης, σε ακουστική μορφή. Ο μέγιστος χρόνος συμπλήρωσης για το ΠΑΤΕΜ IV περίπου 6 λεπτά.

Το κείμενο των ερωτήσεων του IBCM χωρίς σχήμα χορηγήθηκε στους συμμετέχοντες σε ακουστική μορφή και τους ζητήθηκε να απαντήσουν προφορικά. Για

τις ερωτήσεις με σχήμα δόθηκε αρχικά το σχήμα σε απτική μορφή με τις κατάλληλες επεξηγήσεις προφορικά. Κατόπιν και χωρίς να χάσει ο συμμετέχοντας την επαφή του με το σχήμα, διαβάστηκε το κείμενο στο μαθητή-φοιτητή και αυτός απάντησε προφορικά. Στη φάση αυτή της πιλοτικής έρευνας έγινε αυστηρή καταμέτρηση του χρόνου συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου με χρονόμετρο.

Πιο αναλυτικά από τις 28 ερωτήσεις οι 5 είναι χωρίς σχήμα. Μέγιστος χρόνος συμπλήρωσης συνολικά 7,5 λεπτά. Τα σχήματα είναι 13 και οι ερωτήσεις με σχήμα είναι 23. Το σχήμα 1 αναφέρεται σε 4 ερωτήσεις με μέγιστο χρόνο συμπλήρωσης συνολικά 8 λεπτά. Το σχήμα 2 αναφέρεται σε 1 ερώτηση με μέγιστο χρόνο συμπλήρωσης 2,5 λεπτά. Το σχήμα 3 αναφέρεται σε 1 ερώτηση με μέγιστο χρόνο συμπλήρωσης 1,3 λεπτά. Τα σχήματα 4 και 5 αναφέρονται σε 3 ερωτήσεις με μέγιστο χρόνο συμπλήρωσης συνολικά 3 λεπτά. Τα σχήματα 6 και 7 αναφέρονται σε 4 ερωτήσεις με μέγιστο χρόνο συμπλήρωσης συνολικά 8 λεπτά. Το σχήμα 8 αναφέρεται σε 1 ερώτηση με μέγιστο χρόνο συμπλήρωσης 5,5 λεπτά. Το σχήμα 9 αναφέρεται σε 3 ερωτήσεις με μέγιστο χρόνο συμπλήρωσης συνολικά 4,5 λεπτά. Το σχήμα 10 αναφέρεται σε 1 ερώτηση με μέγιστο χρόνο συμπλήρωσης 1,8 λεπτά. Τα σχήματα 11, 12 αναφέρονται σε 2 ερωτήσεις με μέγιστο χρόνο συμπλήρωσης συνολικά 3,5 λεπτά. Το σχήμα 13 αναφέρεται σε 3 ερωτήσεις με μέγιστο χρόνο συμπλήρωσης 4 λεπτά. Συνολικά και για τις 28 ερωτήσεις καταμετρήθηκε χρόνος 49,6 λεπτά (Βλέπε Παράρτημα).

5.2 Αποτελέσματα

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι η πιλοτική έρευνα αποτελείτο από τέσσερις φάσεις (σχήμα 2, παράγραφος 4.5.1) Η 1^η φάση αφορούσε στη διερεύνηση συμβατότητας IBCM με το πρόγραμμα σπουδών, η 2^η φάση αφορούσε στη διαφοροποίηση της μορφής χορήγησης των ερωτηματολογίων (ΠΑΤΕΜ και IBCM), η 3^η φάση αφορούσε την απτική χορήγηση των ερωτηματολογίων και η 4^η φάση στην καταμέτρηση της διαδικασίας συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου με χρονόμετρο.

Από την πιλοτική έρευνα και τη συλλογή δεδομένων από τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

5.2.1 Αποτελέσματα IBCM

Από τη χορήγηση του ερωτηματολογίου IBCM προέκυψαν τα εξής:

- ✓ Διερευνήθηκε η συμβατότητά του IBCM με τα αναλυτικά προγράμματα της Ελλάδας και διαπιστώθηκε πως έπρεπε να αφαιρεθούν κάποιες ερωτήσεις. Από τις 33 ερωτήσεις του IBCM τελικά αποφασίστηκε να δοθούν οι 28 (αποτέλεσμα 1^{ης} πιλοτικής φάσης).
- ✓ Τα σχήματα του IBCM έγιναν πιο απλά, πιο λιτά, διαπιστώθηκε πως οι πολλές γραμμές μπερδευαν τους συμμετέχοντες και τους δυσκόλευαν να κάνουν την εικόνα στο μυαλό τους (αποτέλεσμα 2^{ης} πιλοτικής φάσης).
- ✓ Η διαφοροποίηση στον τρόπο χορήγησης και συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου IBCM, ώστε ο μέγιστος χρόνος που θα απασχοληθούν οι συμμετέχοντες να μην ξεπερνά τα 75 λεπτά. Ο συγκεκριμένος χρόνος επιτεύχθηκε στην πιλοτική έρευνα ως εξής: οι ερωτήσεις χωρίς σχήματα διαβάστηκαν από την ερευνήτρια. Κατόπιν διαβάστηκαν οι απαντήσεις και οι συμμετέχοντες απάντησαν προφορικά. Για τις ερωτήσεις με σχήματα αρχικά δόθηκε το σχήμα σε απτική μορφή και δόθηκαν οι απαραίτητες διευκρινήσεις. Κατόπιν και χωρίς να χάσει ο συμμετέχοντας την επαφή του με το σχήμα, του διαβάστηκαν οι ερωτήσεις και οι εναλλακτικές απαντήσεις και οι συμμετέχοντες απάντησαν προφορικά (αποτέλεσμα 4^{ης} πιλοτικής φάσης)
- ✓ Χορήγηση IBCM σε προσβάσιμη μορφή (προσαρμογές για άτομα με ΑΟ) ηχητικά για το κείμενο και απτικά για τα σχήματα). Τα σχήματα του ερωτηματολογίου μετατράπηκαν σε απτική μορφή και τα μαθηματικά σύμβολα μεταγράφηκαν στο μαθηματικό κώδικα Nemeth (αποτέλεσμα 4^{ης} πιλοτικής φάσης).

5.2.2 Αποτελέσματα ΠΑΤΕΜ IV

Από τη χορήγηση του ερωτηματολογίου ΠΑΤΕΜ IV προέκυψαν τα εξής:

- ✓ Η απτική χορήγηση των εργαλείων ήταν χρονοβόρα και κουραστική. Εντοπίστηκαν δυσκολίες στη χορήγηση των ερωτηματολογίων σε braille που αφορούσαν κυρίως στο μεγάλο χρόνο συμπλήρωσης και στη δυσκολία της ταυτόχρονης απτικής ανάγνωσης braille και απτικών σχημάτων. Οι

δυσκολίες αυτές μας οδήγησαν στη χορήγηση του ΠΑΤΕΜ IV ακουστικά. (αποτέλεσμα 3^{ης} πιλοτικής φάσης).

- ✓ Σχετικά με το ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ IV από την πιλοτική έρευνα προέκυψε ότι δε χρήζει σημαντικής διαφοροποίησης για μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ καθώς δεν έχει σχήματα και το λεξιλόγιο που χρησιμοποιεί είναι απλό και κατανοητό. Οι μόνες διαφοροποιήσεις αφορούν στη διαδικασία χορήγησης και συμπλήρωσής του. Κρίθηκε δηλαδή σκόπιμο να δοθεί ηχητικά και οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ το συμπλήρωσαν προφορικά. Ο συγκεκριμένος τρόπος διαφοροποίησης κρίθηκε απαραίτητος έπειτα από πιλοτική έρευνα σε ενήλικους με ολική αναπηρία όρασης έτσι ώστε να διασφαλιστεί μέγιστος εκτιμώμενος χρόνος 10 λεπτών (αποτέλεσμα 4^{ης} πιλοτικής φάσης)

5.3 Αποτελέσματα συνεντεύξεων

Από τις συνεντεύξεις των φοιτητών και των μαθητών/τριών που έγιναν στη δεύτερη φάση της πιλοτικής έρευνας δε προέκυψε κανένα πρόβλημα στην κατανόηση των ερωτήσεων από τους συμμετέχοντες, οπότε δεν χρειάστηκε να αλλάξουμε κάτι. Αλλαγές έγιναν στις συνεντεύξεις των καθηγητών. Οι αλλαγές αφορούσαν κυρίως στον τρόπο εκφοράς των ερωτήσεων καθώς οι καθηγητές έδειξαν να μην κατανοούν βασικές έννοιες όπως «εναλλακτικές ιδέες μαθητών», «διδασκτική φυσικής σε άτομα με ΑΟ», «διδασκαλία φυσικής μέσω ιστορίας φυσικής» (οι ερωτήσεις υπάρχουν στο παράρτημα).

Η διάρκεια των συνεντεύξεων των καθηγητών και των φοιτητών ήταν 20 λεπτά κατά μέσο όρο και δεν κούρασε τους συμμετέχοντες. Η διάρκεια των συνεντεύξεων των μαθητών/τριών ήταν 15 λεπτά κατά μέσο όρο. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι για τις συνεντεύξεις των μαθητών πήραμε την άδεια από το ΙΕΠ. Παράλληλα φροντίσαμε να διασφαλιστεί η ενημερωμένη συναίνεση των συμμετεχόντων στην έρευνα και ιδιαίτερα των γονέων και των κηδεμόνων των μαθητών/τριών, να κατανοήσουν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα πλήρως τους σκοπούς της έρευνας, τη διαδικασία στην οποία ενεπλάκησαν, τους λόγους για τους οποίους ήταν απαραίτητη η συμμετοχή τους, τον προαιρετικό χαρακτήρα της

συμμετοχής τους και τη δυνατότητά τους να αποχωρήσουν σε οποιοδήποτε στάδιο διεξαγωγής της έρευνας.

Για τη διασφάλιση της ενημερωμένης συναίνεσης των συμμετεχόντων στην έρευνα και ιδιαίτερα των γονέων και των κηδεμόνων των μαθητών/τριών είχε συνταχθεί σχετική επιστολή την οποία ενσωματώσαμε στο παράρτημα. Επίσης η διεξαγωγή της έρευνας εναρμονίστηκε με τα Άρθρα 3 και 12 της Σύμβασης για τα Δικαιώματα του παιδιού τα οποία προβλέπουν ότι: α) σε όλες τις ενέργειες που αφορούν στα παιδιά, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πρωτίστως το συμφέρον του παιδιού (αρθρ. 3) και β) θα πρέπει να διασφαλίζεται το δικαίωμα στα παιδιά που είναι σε θέση να διατυπώνουν τις απόψεις τους, να τις εκφράζουν ελεύθερα, λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία και την ωριμότητά τους (αρθρ.12).

Έτσι, στο πλαίσιο της διεξαγωγής της έρευνας δόθηκαν στους μαθητές/τριες οι ανάλογες διευκολύνσεις σε ότι αφορά στην ενημέρωσή τους α) για τους σκοπούς και τη διαδικασία της έρευνας β) για τη διασφάλιση της ανωνυμίας τους και του εμπιστευτικού χαρακτήρα των δεδομένων γ) για τον προαιρετικό χαρακτήρα της συμμετοχής τους και δ) για τη δυνατότητά τους να αποχωρίσουν σε οποιοδήποτε στάδιο της διεξαγωγής της.

Επειδή η έρευνα αφορά ανήλικους μαθητές/τριες με αναπηρία και συγκεκριμένα με ΑΟ, έχει ληφθεί μέριμνα ώστε ο ερευνητικός σχεδιασμός να είναι σύμφωνος με την ερευνητική δεοντολογία διεθνών οργανισμών για την εκπαιδευτική έρευνα και τη Σύμβαση για τα Δικαιώματα των Ατόμων με Αναπηρία. Στο πνεύμα του σεβασμού των ανθρωπίνων δικαιωμάτων μεριμνήσαμε ώστε η έρευνα να διεξαχθεί σε συνεννόηση και με τη συνεργασία του Διευθυντή και του συλλόγου διδασκόντων της σχολικής μονάδας.

Για τη διασφάλιση της ανωνυμίας των συμμετεχόντων στην έρευνα και της προστασίας, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία (Ν. 2472/1997, περί Προστασίας του Ατόμου από την Επεξεργασία Προσωπικών Δεδομένων), μεριμνήσαμε για την πλήρη περιγραφή των τρόπων με τους οποίους θα διασφαλιστεί, σε κάθε στάδιο της έρευνας (συλλογή, επεξεργασία και δημοσιοποίηση), η ανωνυμία όλων των εμπλεκόμενων σε αυτή και θα μεταχειριστούμε τα ερευνητικά δεδομένα ως απολύτως απόρρητα.

Επειδή η έρευνα χρησιμοποιεί ως μέθοδο καταγραφής των ερευνητικών δεδομένων την ηχογράφηση μαθητών/τριών και εκπαιδευτικών μέσα στους χώρους του σχολείου, λάβαμε σοβαρά υπόψη το γεγονός ότι οι μέθοδοι καταγραφής δεδομένων με βιντεοσκόπηση και ηχογράφηση εγείρουν σοβαρά ζητήματα προστασίας της ανωνυμίας και των προσωπικών δεδομένων των μαθητών/τριών και των εκπαιδευτικών.

Για τον λόγο αυτόν α) κάναμε ρητή αναφορά αυτών των μεθόδων στην επιστολή ενημέρωσης και εξασφάλισης της συναίνεσης των γονέων και κηδεμόνων των μαθητών/τριών για τη συμμετοχή των παιδιών τους στην έρευνα και β) καταθέτουμε ως παραστατικό της έρευνας υπεύθυνη δήλωση του Ν. 1599/1986 σχετικά με τη χρήση και τη διαχείριση των αντίστοιχων αρχείων.

Οι συμμετέχοντες όπως ήδη αναφέρθηκε είχαν ΑΟ. Οι φοιτητές/τριες που πήραν μέρος ήταν πάνω από 25 ετών με ΑΟ. Ο λόγος που επιλέχθηκαν για την πιλοτική έρευνα οι φοιτητές/τριες αυτοί ήταν για να μην έχουμε πρόβλημα με το δείγμα στην κύρια έρευνα. Οι καθηγητές επίσης στην πιλοτική έρευνα δεν είχαν όλοι εμπειρία με μαθητές/τριες με ΑΟ. Από τις συνεντεύξεις των καθηγητών στην πιλοτική έρευνα φάνηκε ότι οι καθηγητές δεν γνώριζαν βασικά στοιχεία της διδακτικής της φυσικής, δεν γνώριζαν τι σημαίνει «εναλλακτικές ιδέες», δεν είχαν άποψη για τη διδακτική της φυσικής μέσα από την ιστορία της φυσικής και τα πειράματα.

Στην τέταρτη φάση της πιλοτικής έρευνας κι εφόσον μοιράστηκαν όλα τα εργαλεία στους συμμετέχοντες (7 φοιτητές με ΑΟ) διαφοροποιημένα, έγιναν και οι συνεντεύξεις. Οι φοιτητές/τριες με ΑΟ δεν αντιμετώπισαν κανένα πρόβλημα και όλη η διαδικασία κύλησε ομαλά. Μάλιστα από τις συνεντεύξεις προέκυψε ότι δεν είχαν κάνει πειράματα στο μάθημα της φυσικής στο σχολείο και πιο συγκεκριμένα δεν είχαν κάνει ποτέ πειράματα μέσα από την ιστορία της φυσικής και τους φάνηκε ενδιαφέρον, ότι θα ήθελαν να είχαν ενεργή συμμετοχή σε πειράματα όταν ήταν μαθητές/τριες, γιατί κάτι τέτοιο θα ήταν ενδιαφέρον και θα τους βοηθούσε να μάθουν.

5.4 Συμπεράσματα αποτελεσμάτων προκαταρκτικών πιλοτικών φάσεων της έρευνας

Από την πιλοτική έρευνα προέκυψε ότι οι εναλλακτικές ιδέες των φοιτητών αφορούν στον Νόμο της Αδράνειας και στην Κατάσταση Νόμων και αυτές με την μεγαλύτερη συχνότητα είναι (α) η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνση της, και (β) η δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας ή της κίνησης γενικότερα. Επίσης τα αποτελέσματα της πρώτης φάσης του πιλοτικού (12 συμμετέχοντες), διαμόρφωσαν και διαφοροποίησαν κατάλληλα τα εργαλεία μας ως προς τη χορήγηση. Εντοπίστηκαν δυσκολίες στη χορήγηση των ερωτηματολογίων σε braille που αφορούσαν κυρίως στο μεγάλο χρόνο συμπλήρωσης και στην ταυτόχρονη ανάγνωση σε braille και απτικών σχημάτων. Οι δυσκολίες αυτές μας οδήγησαν στη χορήγηση του ΠΑΤΕΜ σε ακουστική μορφή ενώ το IBCM σε ακουστική μορφή ως προς τις ερωτήσεις και σε απτική μορφή ως προς τα σχήματα.

Τα αποτελέσματα της δεύτερης φάσης της πιλοτικής έρευνας (7 φοιτητές) έδειξαν παρόμοιες δυσκολίες των τυφλών φοιτητών με αυτούς της τυπικής ανάπτυξης όπως υποστηρίζεται από την βιβλιογραφία (Καράογλου και συν. 2011, Στύλος και συν. 2007).

Συνοψίζοντας θα πρέπει να αναφερθεί ότι από την πιλοτική έρευνα διαπιστώθηκε ότι τόσο οι φοιτητές με ΑΟ όσο και οι φοιτητές/τριες χωρίς ΑΟ παρουσιάζουν τις ίδιες δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών της φυσικής που αφορούν στην κινηματική και δυναμική, κάτι που τεκμηριώνεται και από τους Καράογλου και συν. (2011) και Στύλου και συν. (2007). Η διαπίστωση αυτή μας οδηγεί στην υπόθεση πως η αναπηρία όρασης δεν φαίνεται να σχετίζεται με τις δυσκολίες κατανόησης εννοιών της φυσικής, αλλά σίγουρα απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την επαλήθευσή της. Επίσης φάνηκε πως οι φοιτητές/τριες με ΑΟ χρειάζονται περισσότερο χρόνο για τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου σε σχέση με τους φοιτητές/τριες τυπικής ανάπτυξης κάτι που είναι αναμενόμενο καθότι το εργαλείο εμπεριέχει απτικά σχήματα που απαιτούν περισσότερο χρόνο για την πλήρη κατανόησή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΥΡΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΔΡΑΣΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται αναλυτικά ο σχεδιασμός όλων των Σταδίων της Κύριας Έρευνας (βλ. Σχ. 1), μαζί με τους κύκλους της έρευνας δράσης δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη διαδικασία των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων που έλαβαν χώρα κατά το 2^ο Στάδιο της Κύριας Έρευνας. Αρχικά παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του 1^{ου} Σταδίου της Κύριας Έρευνας (Αξιολόγηση και Χαρτογράφηση Ιδεών και Δυσκολιών - ΑΧΙΔ) το οποίο πραγματοποιήθηκε σε 3 Φάσεις. Συγκεκριμένα το 1^ο Στάδιο έρευνας περιλαμβάνει τη Φάση 1 με τις ημι-δομημένες συνεντεύξεις, τη Φάση 2 στην οποία χορηγήθηκε το ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ IV και τη Φάση 3, στην οποία χορηγήθηκε το ερωτηματολόγιο IBCM (σχήμα 3 παράγραφος 4.5.2). Ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων του 2ου Σταδίου της Κύριας Έρευνας (2^ο ΣΤΑΔΙΟ ΚΥΡΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΚΕΦ-ΕΔ - Κύρια Ερευνητική Φάση- Έρευνα Δράση), και αφορά κυρίως στις παρεμβάσεις που έγιναν τις σχολικές χρονιές 2018-2019, 2019-2020 και 2020-2021. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του 3^{ου} Σταδίου της Κύριας Έρευνας (3^ο ΣΤΑΔΙΟ ΚΥΡΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΑΕΠ -Αξιολόγηση Εκπαιδευτικών Παρεμβάσεων) και αφορά στα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις ανατροφοδοτήσεις και τον αναστοχασμό των συμμετέχοντων μετά τους κύκλους της έρευνας δράσης. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων από την αξιολόγηση των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων που υλοποιήθηκαν κατά το 2^ο Στάδιο της Κύριας Έρευνας (ΑΕΠ - τελευταίο Στάδιο της Κύριας Έρευνας).

1^ο ΣΤΑΔΙΟ ΚΥΡΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΑΧΙΔ (Αξιολόγηση και Χαρτογράφηση Ιδεών και Δυσκολιών)

6.1 Φάση 1: Ημιδομημένες συνεντεύξεις σε μαθητές/τριες, φοιτητές/τριες και καθηγητές

Α. Μαθητές/τριες -φοιτητές/τριες

Στη φάση αυτής της έρευνα πήραν μέρος 12 φοιτητές/τριες με ΑΟ, θετικών επιστημών κατά κύριο λόγο. Από τις συνεντεύξεις προέκυψε ότι οι περισσότεροι (10) μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ **ποτέ** (σε καμία τάξη κατά τη φοίτησή τους τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση) δεν είχαν συμμετάσχει σε πειράματα φυσικής είτε γιατί δεν γίνονταν στην τάξη τους είτε γιατί και όταν γίνονταν δεν μπορούσαν να τα παρακολουθήσουν, λόγω της ιδιαιτερότητάς τους. Για παρόμοιους λόγους, δεν είχαν πιάσει ποτέ όργανα φυσικής, για να «δουν» πώς μετρούν το μήκος ή το βάρος, και δεν ακούσει ποτέ για τα νοητικά πειράματα από την ιστορία της φυσικής ούτε φυσικά είχαν χρησιμοποιήσει ποτέ νοητικά πειράματα στη διδασκαλία της φυσικής. Ενδεικτικά ανέφεραν:

Φ1: «Όχι ποτέ δεν είχα εμπειρία με τα πειράματα. Όχι, όργανα δεν έχω χρησιμοποιήσει ποτέ. Είχαμε έναν απτικό χάρακα αλλά δεν έχει τύχει να τον χρησιμοποιήσω για να μετρήσω κάτι».

Φ3: «Όχι, όχι. Καθόλου. Το μάθημα γινόταν με βάση το βιβλίο μόνο θεωρητικά. Πειράματα δεν είχαμε κάνει ποτέ στην τάξη..... Δεν είχα δει ποτέ ζυγαριά ή μέτρο και δεν συμμετείχα πουθενά»

Φ5: «Γενικά δε θυμάμαι να είχα συμμετάσχει σε κάποιο πείραμα. Αν έχω δει περιστασιακά και γενικά έχω δει λίγα πράγματα... Δε θυμάμαι δηλαδή. Μόνο σκόρπια. Πειράματα γίνονταν αλλά εγώ πήγαινα στο τμήμα ένταξης. Οι βλέποντες κάνανε αλλά εμείς είχαμε το δικό μας ρυθμό..... εε Δεν είχα πιάσει ποτέ όργανα στη φυσική».

Φ10: «Δε θα έλεγα ότι έχω συμμετάσχει. Ίσως κάποια πολύ απλά με τον ηλεκτρισμό. Δε θα το έλεγα, όχι».

Από τους συμμετέχοντες μαθητές/τριες και των φοιτητές/τριες με ΑΟ διαπιστώθηκε ότι οι επιδόσεις τους στη φυσική ήταν μέτριες, σύμφωνα με τις δικές τους μαρτυρίες, ενώ κατά γενική παραδοχή οι περισσότεροι/ες δυσκολεύονταν αρκετά να κατανοήσουν τις διάφορες έννοιες στη φυσική. Ωστόσο και οι μαθητές/τριες με καλές αποδόσεις στο μάθημα της φυσικής, δυσκολεύονταν στην κατανόηση εννοιών της φυσικής. Ενδεικτικά ανέφεραν:

Φ1: «Στο σχολείο είχα συνήθως 13-15 στη φυσική. Δεν μπορούσα να καταλάβω όμως τις διάφορες έννοιες της φυσικής».

Φ3: «Μμμ, στο σχολείο είχα συνήθως 14 αλλά δεν και πάλι μπορούσα να καταλάβω τι σημαίνει δύναμη, επιτάχυνση, κτλ. Μάλλον έπαιξε ρόλο ότι δεν κάναμε πειράματα.»

Φ4: « Είχα 18 και 19 στη φυσική. Αλλά θα ήταν πιο εύκολα να συμμετέχω κάπως εεε για να καταλάβω τις έννοιες, ιδίως του ηλεκτρισμού».

Από τις συνεντεύξεις στους/στις φοιτητές/τριες με ΑΟ προέκυψε ότι ως μαθητές δεν είχαν εμπλακεί ενεργά στη διαδικασία των πειραμάτων κι αυτό τους δυσκόλευε αρκετά. Επίσης διαπίστωσαν δεν είχαν ακούσει τίποτα σχετικό για την ιστορία της φυσικής. Ενδεικτικά ανέφεραν:

Φ5: «Για να καταλάβω εεε... πρέπει να το πιάσω και να το κατανοήσω. Αυτό που θυμάμαι είναι ο Γαλιλαίος, ο Νιούτον, ο Κουλόμπ, μμμμ γενικά πιο πολύ γνωρίζω επιστήμονες με βάση θεωρίες...»

Φ3: «εεε δεν ξέρω κάτι, μόνο τον Γαλιλαίο, τον Νεύτωνα, εεε αυτά »

Φ10: «Νομίζω ότι θα με βοηθούσε να συμμετέχω σε πειράματα. Θα καταλάβαινα ίσως καλύτερα κάποιες έννοιες. Αυτό που θυμάμαι είναι ονόματα Νεύτωνα, Αϊνστάιν, Τέσλα».

Από τις συνεντεύξεις όλων των συμμετεχόντων, διαπιστώθηκε ότι ο τρόπος που διδάσκεται η φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δε βοηθά τα άτομα με ΑΟ να κατανοήσουν τις έννοιες της φυσικής και να έχουν καλύτερες μαθησιακές επιδόσεις στο συγκεκριμένο μάθημα καθώς δεν έχουν δυνατότητα για ενεργό συμμετοχή. Ενδεικτικά ανέφεραν:

Φ1: «Στο σχολείο κάναμε απλά μάθημα από το βιβλίο, οι καθηγητές μας έβαζαν ασκήσεις και μετά μας εξέταζαν, δεν κάναμε ποτέ πειράματα. Αν κάναμε πειράματα θα ήθελα να συμμετέχω, θα μου άρεσε. Θα ήταν πολύ καλύτερα να κάνω ένα πείραμα για να αντιληφθώ το μάθημα. Μπαίνεις μέσα σε αυτό και μετά αν θες να θυμηθείς την έννοια, θυμάσαι το πείραμα».

Φ3: «Είχαμε εργαστήρια αλλά κι εκεί κάναμε μάθημα από το βιβλίο δεν κάναμε τίποτα από φυσική. Μια φορά μόνο είδαμε από μικροσκόπιο»

Φ5: «Θα ήταν αρκετά ενδιαφέρον να έχουμε ενεργή δράση. Ναι, θα ήταν ωραία, να μπορώ να συμμετέχω ενεργά.»

Φ10: «Ναι, νομίζω θα είχε ενδιαφέρον να συμμετέχουμε κι εμείς και να μην μιλά μόνο ο καθηγητής».

B. Εκπαιδευτικοί

Στη φάση αυτή πήραν μέρος 19 καθηγητές φυσικής οι οποίοι είχαν μικρή εμπειρία στη διδασκαλία μαθητών/τριών με ΑΟ.

Από τις συνεντεύξεις των εκπαιδευτικών προέκυψε επίσης ότι οι μαθητές/τριες με ΑΟ αντιμετωπίζουν αρκετές δυσκολίες με τη φυσική κυρίως εξαιτίας του τρόπου διδασκαλίας της φυσικής, η οποία δεν επιτρέπει τη βιωματική συμμετοχή των μαθητών/τριών με ΑΟ μέσα από πειράματα. Ο λόγος αυτός είναι και αφορά και τη δυσκολία να μεταστοιχειωθούν οι εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές με ΑΟ για έννοιες της φυσικής και κυρίως για έννοιες στη δυναμική /κινηματική. Ενδεικτικά ανέφεραν:

E2: «Οι μαθητές/τριες με δυσκολία ΑΟ δεν μπορούν να δουν τα σχεδιαγράμματα που κάνουμε στον πίνακα και τα διαγράμματα που μπορεί να είναι το κύριο κομμάτι της μάθησης. Η άλλη δυσκολία είναι οι ασκήσεις που λύνουμε μέσα στην τάξη. Τα διάφορα φυλλάδια που μοιράζουμε. Θα πρέπει να τις πάρει σε Braille ή να τους τη διαβάσει κάποιος. Το πρόβλημα όμως είναι να δει τη λύση που δίνουμε... Στην αντίληψη των εννοιών δεν έχω εντοπίσει πρόβλημα. Έχω βέβαια μόνο μια μαθήτρια αλλά είναι πάρα πολύ (δύσκολο μάλλον)..... Οι λάθος ιδέες των μαθητών/τριών είναι πάρα πολλές έχουν γραφτεί συγγράμματα. Ο Κασέτας έχει γράψει συγγράμματα. Τα παιδιά αυτά λείπει η βιωματική μάθηση, που έρχεται μέσα από πολλές ώρες εργαστήριο. Μπορείς να τους πεις και να δεχθούν ότι μπορεί να έχουμε κίνηση χωρίς να εξασκείται μια δύναμη, αλλά μετά από λίγο αν το αφήσουμε θα ξαναγυρίσει στην παλιά τους αντίληψη. Αυτό όμως δεν μπορεί να γίνει στο λύκειο για να αλλάξει αλλά είναι στο γυμνάσιο.»

E3: «Οι δυσκολίες εεεε αν δεν έχει οπτική επαφή με το σχήμα υπάρχει δυσκολία. Σε περίπτωση που οι μαθητές/τριες δεν έχουν ολική ΑΟ με τη βοήθεια της παράλληλης είναι καλύτερα. Οι δυσκολίες στο λύκειο πιστεύω ότι είναι μεγαλύτερες εεε γιατί είναι διαφορετικό το μάθημα της φυσικής.»

Σύμφωνα με τους καθηγητές που συμμετείχαν στην έρευνα, το φύλο των μαθητών/τριών με ΑΟ δεν φαίνεται να παίζει ρόλο στην κατανόηση των εννοιών σε αντίθεση με τον χρόνο της απώλειας της όρασης τους. Ενδεικτικά ανέφεραν:

E2: «Μάλλον δεν παίζει το ρόλο το φύλο στην κατανόηση. ...Εκτιμώ ότι η απώλεια όρασης, ο βαθμός του προβλήματος και ο χρόνος απώλειας παίζει ρόλο στην κατανόηση των εννοιών. Οι δυσκολίες αυξάνονται ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης»

E3: «Για το φύλο δεν το ξέρω, δεν πιστεύω ότι παίζει κάποιο ρόλο. Αν είναι εκ γενετής είναι μεγαλύτερη η δυσκολία φυσικά. Οι δυσκολίες στο λύκειο πιστεύω ότι είναι μεγαλύτερες γιατί είναι διαφορετικό το μάθημα της φυσικής».

Στις συνεντεύξεις αυτές φάνηκε οι εκπαιδευτικοί να πιστεύουν ότι η διδασκαλία της φυσικής μέσα από την ιστορία της φυσικής και τα πειράματα μπορούν να βοηθήσουν τους/τις μαθητές/τριες με ΑΟ και στο μαθησιακό κομμάτι, με την καλύτερη κατανόηση των εννοιών της φυσικής αλλά και στο κομμάτι της αυτοεκτίμησής τους. Ενδεικτικά ανέφεραν:

E2: «Οι μαθητές/τριες με ΑΟ μπορούν να εκτελέσει το πείραμα με την παράλληλη στήριξη και να έχουν τα ίδια αποτελέσματα με τα άλλα παιδιά. Η ιστορία σε κάθε αντικείμενο σε κάθε έννοια μπορεί να γίνει στο γυμνάσιο. Να μην είναι τόσο μαθητοκοποιημένη η φυσική. Να μην καταργηθούν τα μαθηματικά αλλά προς Θεού να διδάξουμε τις έννοιες της Φυσικής. Ξέρουν τον μαθηματικό τύπο της πυκνότητας αλλά όχι την έννοια. Θα βοηθούσε πολύ τα πειράματα για να τα κατανοήσει. Θα βοηθούσε πολύ και το ηλεκτρονικό εργαστήριο. Η κατανόηση των εννοιών της φυσικής μπορεί να συμβάλει στην αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών όχι μόνο όσον αφορά στο μάθημα της φυσικής αλλά περισσότερο στην αυτοεκτίμησή τους και στις προσωπικότητες τους. Θέλουμε και μικρές νίκες. Η διδασκαλία της φυσικής μέσα από την ιστορία της φυσικής μπορεί να ενισχύσει την αυτοεκτίμηση. Εννοείται. Πρέπει να καταλάβουν ότι ένα όνομα που λέμε αυτός γεννήθηκε παιδί, μεγάλωσε με κάποιους φίλους σε κάποια γειτονία, έδωσε τον αγώνα του κι αυτό μας φέρνει πιο κοντά. Αν καταλαβαίνω είναι μια νίκη άρα ανεβαίνει κι αυτοεκτίμηση τους.... Το φύλο παίζει ρόλο στην αυτοεκτίμηση. Έχει να κάνει με το κοινωνικό περιβάλλον. Τα αγόρια είναι πιο ψηλά σε σχέση με τα κορίτσια. Θα έπρεπε σε όλα τα ονόματα που αναφέρει να έχει και μια μικρή ιστορία. Να έχουν την φωτογραφία και σε κάθε εννοιολογικό κομμάτι να δείχνει όχι

μόνο την ιστορία αυτού που το έκανε αλλά και την πορεία του επιτεύγματος, τα πειράματα κτλ.».».

E3: «Οι μαθητές/τριες μέσα από πειράματα και την ιστορία της φυσικής μπορούν να καταλάβουν καλύτερα τις έννοιες. Οπωσδήποτε μπορούν να τους βοηθήσουν γιατί ολοκληρώνουν την κατανόηση της έννοιας. Μέσω αυτού προσπαθεί να ολοκληρώσει αυτό που γίνεται. Όχι μόνο αυτοί που δεν βλέπουν αλλά κι αυτοί που βλέπουν... Εγώ πιστεύω ότι για να βελτιωθεί η απόδοση στη φυσική πρέπει να αλλάξει η φυσική στο γυμνάσιο. Μαθαίνουν να αποστηθίζουν στο γυμνάσιο, και στο λύκειο πρέπει να κατανοήσουν και δυσκολεύονται. Αν υπήρχαν οργανωμένα εργαστήρια και γίνονταν πειράματα θα βοηθούσαν στην κατανόηση των εννοιών. Αν γινόταν τα πειράματα θα μπορούσε να αυξηθεί την αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών.... Η διδασκαλία της ιστορία της φυσικής θα μπορούσε να επηρεάζει την αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών».

6.2 Φάση 2: Χορήγηση Ερωτηματολόγιου PATEM IV

Σε αυτό το σημείο παρουσιάζονται συνοπτικά οι απαντήσεις που έδωσαν οι συμμετέχοντες/ουσες μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες στο ψυχομετρικό εργαλείο PATEM IV και συγκεκριμένα στην κλίμακα αυτοεκτίμησης. Το συγκεκριμένο εργαλείο δόθηκε κατά τη Φάση 2 του 1^{ου} Σταδίου της παρούσας μελέτης και συγκεκριμένα τη σχολική χρονική χρονιά 2017-2018. Το δείγμα μας την περίοδο εκείνη αποτελείτο από 35 συμμετέχοντες με ολική αναπηρία όρασης (ΑΟ) και χωρίς συνοδά νοσήματα. Εξ αυτών οι 11 (31,4%) ήταν μαθητές/τριες λυκείου, ενώ οι υπόλοιποι/ες ήταν φοιτητές/τριες. Όσον αφορά το φύλο, οι 18 (51,4%) ήταν αγόρια και τα 17 (48,6%) κορίτσια. Οι 19 (54,3%) από τους/τις μαθητές/τριες είχαν εκ γενετής απώλεια όρασης, ενώ οι υπόλοιποι/ες είχαν επίκτητη απώλεια όρασης.

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται ο βαθμός που παίρνει η κάθε απάντηση στο εργαλείο PATEM IV, διαφοροποιημένο για άτομα με αναπηρία όρασης, σε συμφωνία και με την κανονική έκδοσή του (Harter, 2002). Ο μέσος όρων των τιμών των απαντήσεων του/της κάθε συμμετέχοντα/ουσας αντιστοιχεί στον βαθμό αυτοεκτίμησης του/της.

Ο βαθμός εγκυρότητας του των απαντήσεων ελέγχθηκε με τον συντελεστή alpha του Cronbach.

Ο βαθμός αυτοεκτίμησης παρουσιάζεται με κατάλληλα μέτρα θέσης και διασποράς και συγκεκριμένα με μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις στην περίπτωση που οι παρατηρήσεις ακολουθούν την κανονική κατανομή ή με διαμέσους και στο 1^ο και 3^ο τεταρτημόριο.

Για τον έλεγχο του αν διαφοροποιείται ο συνολικός βαθμός αυτοεκτίμησης ανάμεσα στα δύο φύλα, ανάμεσα σε μαθητές/τριες και φοιτητές/τρις ή ανάμεσα σε όσους είχαν εκ γενετής απώλεια όρασης και επίκτητη απώλεια όρασης, χρησιμοποιήθηκε το t-test, αφού πρώτα ελέγχθηκαν οι προϋποθέσεις του ελέγχου (κανονικότητα και ομοσκεδαστικότητα). Ο έλεγχος κανονικότητας έγινε με το Shapiro-Wilk Test και της ομοσκεδαστικότητας με το Levene's Test (πίνακας 3). Στην περίπτωση που οι προϋποθέσεις του ttest δεν ικανοποιούνται ο έλεγχος γίνεται με το Mann – Whitney test. Για τον έλεγχο του αν διαφοροποιούνται οι απαντήσεις ανάμεσα στους υπο-πληθυσμούς ενδιαφέροντος σε κάθε ερώτηση ξεχωριστά πραγματοποιήθηκε το Fisher's Exact test.

Οι αναλύσεις έγιναν με το στατιστικό πρόγραμμα STATA 13.

Πίνακας 2:Βαθμολόγηση του διαφοροποιημένου PATEM IV (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Βαθμός
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
Ερώτηση 4		Απόλυτα μου ταιριάζει.	4

ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Βαθμός
	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Μάλλον μου ταιριάζει.	3
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νοιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3

Πίνακας 3: Έλεγχος κανονικότητας και ομοσκεδαστικότητας του βαθμού αυτοεκτίμησης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης	Shapiro Wilk Test's P-value	Levene's test's p-value
Συνολικός πληθυσμός	0,091	
Βάσει φύλου		
Αγόρια	0,624	0,924
Κορίτσια	0,440	
Βάσει εκπαίδευσης		
Μαθητές/τριες	0,374	0,61
Φοιτητές/τριες	0,298	
Βάσει απώλειας όρασης		
Εκ γενετής	0,194	
Επίκτητη	0,022	

Ο συντελεστής αξιοπιστίας alpha του Cronbach για το σύνολο του πληθυσμού υπολογίστηκε ίσος με 0,62.

Στον πίνακα 4 παρουσιάζεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση του βαθμού αυτοεκτίμησης των συμμετεχόντων.

Η μέση τιμή των βαθμών αυτοεκτίμησης του συνόλου των συμμετεχόντων είναι μεγαλύτερη από 2,5 που είναι το μέσον της τετραβάθμιας κλίμακας βαθμολόγησης (1, 2, 3, 4). Ταυτόχρονα, η τυπική απόκλιση είναι μικρή υποδεικνύοντας χαμηλή μεταβλητότητα των παρατηρήσεων.

Στον πίνακα 4 παρουσιάζεται επίσης ο βαθμός αυτοεκτίμησης ανά φύλο και ανά εκπαιδευτική βαθμίδα του συμμετέχοντα. Φαίνεται ότι ούτε το φύλο ($p = 0.945$) ούτε η εκπαιδευτική βαθμίδα ($p = 0.998$) διαφοροποιούν τους βαθμούς αυτοεκτίμησης.

Οι έλεγχοι έγιναν με το t-test.

Πίνακας 4: Βαθμός αυτοεκτίμησης του συνολικού πληθυσμού δείγματος, ανά φύλο και ανά εκπαιδευτική βαθμίδα του συμμετέχοντα (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

	N	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
Συνολικός πληθυσμός	35	3,3	0,4
Βάσει φύλου			
Αγόρια	18	3,4	0,4
Κορίτσια	17	3,3	0,4
Βάσει βαθμίδας εκπαίδευσης			
Μαθητές/τριες	11	3,3	0,4
Φοιτητές/τριες	24	3,3	0,4

Στον πίνακα 5 παρουσιάζεται ο βαθμός αυτοεκτίμησης ανά ηλικία απώλειας της όρασης των συμμετεχόντων. Προκύπτει ότι ο βαθμός δεν διαφοροποιείται ανάμεσα σε όσους/ες έχασαν την όρασή τους εκ γενετής και όσους είχαν επίκτητη απώλεια όρασης ($p=0.41$).

Πίνακας 5: Βαθμός αυτοεκτίμησης του συνολικού πληθυσμού, ανά χρονολογικής απώλειας όρασης του συμμετέχοντα (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

	Εκ γενετής	Επίκτητη
	N=19	N=17
Μέση τιμή	3,3	3,4
Τυπική απόκλιση	0,4	0,4
Διάμεσος	3,3	3,5
Q1 – Q3	3,1 – 3,6	3,05 – 3,7
p-value	0,41	

Οι έλεγχοι έγιναν με το Mann-Whitney test.

Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των μαθητών σε κάθε ερώτηση ξεχωριστά. Στον Πίνακα 24, παρουσιάζονται αναλυτικά οι απαντήσεις των μαθητών ανά φύλο. Ο πίνακας 8 περιέχει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων βάσει του αν είχαν εκ γενετής απώλεια όρασης ή επίκτητη απώλεια όρασης.

Πίνακας 6: Απαντήσεις συμμετεχόντων/ουσών στο ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

		Πιθανές απαντήσεις	N	%
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυριάζει	13	37.1%
		Μάλλον μου ταυριάζει	18	51.4%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυριάζει	0	0.0%
		Μάλλον μου ταυριάζει	4	11.4%
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυριάζει	2	5.7%
		Μάλλον μου ταυριάζει	5	14.3%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυριάζει	16	45.7%
		Μάλλον μου ταυριάζει	12	34.3%
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφισβallestουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταυριάζει	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυριάζει	7	20.0%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφισβallestουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταυριάζει	20	57.1%
		Μάλλον μου ταυριάζει	3	20.0%
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταυριάζει	21	60.0%
		Μάλλον μου ταυριάζει	11	31.4%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταυριάζει	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυριάζει	2	5.7%
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταυριάζει	25	71.4%
		Μάλλον μου ταυριάζει	7	20.0%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταυριάζει	0	0.0%
		Μάλλον μου ταυριάζει	3	8.6%
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταυριάζει	6	17.1%
		Μάλλον μου ταυριάζει	8	22.9%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταυριάζει	15	42.9%
		Μάλλον μου ταυριάζει	6	17.1%
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυριάζει	24	68.6%
		Μάλλον μου ταυριάζει	8	22.9%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυριάζει	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυριάζει	2	5.7%
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταυριάζει	16	45.7%
		Μάλλον μου ταυριάζει	15	42.9%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταυριάζει	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυριάζει	3	8.6%
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν απογοητευμένοι.	Απόλυτα μου ταυριάζει	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυριάζει	3	8.6%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νιώθουν απογοητευμένοι.	Απόλυτα μου ταυριάζει	19	54.3%
		Μάλλον μου ταυριάζει	12	34.3%
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταυριάζει	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυριάζει	2	5.7%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταυριάζει	19	54.3%
		Μάλλον μου ταυριάζει	13	37.1%

Πίνακας 7: Απαντήσεις των συμμετεχόντων/ουσων ανά φύλο (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ IV- κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Φύλο				p-value ¹
			Αγόρι		Κορίτσι		
			N	%	N	%	
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	7	38.9%	6	35.3%	0.642
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	44.4%	10	58.8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	0	0.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	16.7%	1	5.9%	
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5.6%	1	5.9%	0.948
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	3	17.6%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	7	41.2%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	33.3%	6	35.3%	
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5.6%	0	0.0%	0.850
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	22.2%	3	17.6%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	11	64.7%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	22.2%	3	17.6%	
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	10	55.6%	11	64.7%	>0.999
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	33.3%	5	29.4%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5.6%	0	0.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	5.6%	1	5.9%	
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	14	77.8%	11	64.7%	0.464
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	5	29.4%	

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ IV- κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Φύλο				p-value ¹
			Αγόρι		Κορίτσι		
			N	%	N	%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	0	0.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	1	5.9%	
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	2	11.1%	4	23.5%	0.116
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	38.9%	1	5.9%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	6	33.3%	9	52.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	16.7%	3	17.6%	
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	12	66.7%	12	70.6%	0.165
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	33.3%	2	11.8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	2	11.8%	
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	7	41.2%	0.836
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	38.9%	8	47.1%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	1	5.9%	
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	0.146
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	3	17.6%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νοιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	10	55.6%	9	52.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	44.4%	4	23.5%	
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	0.733
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	5.6%	1	5.9%	

Ερωτήσεις PATEM IV- κλίμακα αυτοεκτίμησης	Πιθανές απαντήσεις	Φύλο				p-value ¹
		Αγόρι		Κορίτσι		
		N	%	N	%	
Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	10	58.8%	
	Μάλλον μου ταιριάζει.	8	44.4%	5	29.4%	

1: Fisher's Exact Test

Πίνακας 8: Απαντήσεις ανά χρονολογικής απώλειας όρασης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Απώλεια όρασης				p-value ¹
			Εκ γενετής		Επίκτητη		
			N	%	N	%	
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	8	42,1%	5	31,3%	0,889
		Μάλλον μου ταιριάζει.	9	47,4%	9	56,3%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	0	0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	10,5%	2	12,5%	
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5,3%	1	6,3%	0,616
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	21,1%	1	6,3%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	7	36,8%	9	56,3%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	36,8%	5	31,5%	
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	1	6,3%	0,792
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	21,1%	3	18,8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	12	63,2%	8	50%	

Ερωτήσεις PATEM-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Απώλεια όρασης				p-value ¹
			Εκ γενετής		Επίκτητη		
			N	%	N	%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	15,8%	4	25%	
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	11	57,9%	10	62,5%	0,405
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	36,8%	4	25%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	1	5,9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0%	2	11,8%	
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	13	68,4%	12	75%	0,338
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	15,8%	4	25%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	0	0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	15,8%	0	0%	
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	2	10,5%	4	25%	0,128
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	36,8%	1	6,3%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	8	42,1%	7	43,8%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	10,5%	4	25%	
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	12	63,2%	12	75%	0,559
		Μάλλον μου ταιριάζει.	5	26,3%	3	18,8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	1	6,3%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	10,5%	0	0%	
Ερώτηση 8		Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	47,4%	7	43,8%	0,939

Ερωτήσεις PATEM-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Απώλεια όρασης				p-value ¹
			Εκ γενετής		Επίκτητη		
			N	%	N	%	
	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Μάλλον μου ταιριάζει.	7	36,8%	8	50%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5,3%	0	0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	10,5%	1	6,3%	
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5,3%	0	0%	0,006
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0%	3	18,8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νοιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	8	42,1%	11	68,8%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	10	52,6%	2	12,5%	
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	1	6,3%	0,006
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	5,3%	1	6,3%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	7	36,8%	12	75%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	11	57,9%	2	12,5%	

1: Fisher's Exact Test

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται συνοπτικά οι απαντήσεις που έδωσαν οι συμμετέχοντες/ουσες (μαθητές/τριες Λυκείου και φοιτητές/τριες) στο ερωτηματολόγιο IBCM κατά τη Φάση 3 του 1^{ου} Σταδίου της παρούσας μελέτης (Παράρτημα) τη σχολική χρονική χρονιά 2017-2018. Το δείγμα μας την περίοδο εκείνη αποτελείτο από 35 συμμετέχοντες με ολική ΑΟ και χωρίς συνοδές αναπηρίες. Εξ αυτών οι 11 (31,4%) ήταν μαθητές/τριες λυκείου, ενώ οι υπόλοιποι/ες ήταν φοιτητές/τριες. Όσον αφορά το φύλο, οι 18 (51,4%) ήταν αγόρια και οι 17 (48,6%) κορίτσια. Οι 19 (54,3%) από τους/τις μαθητές/τριες, φοιτητές/τριες είχαν εκ γενετής απώλεια όρασης, ενώ οι υπόλοιποι 16 (45,7%) είχαν επίκτητη απώλεια όρασης.

Το διαφοροποιημένο ερωτηματολόγιο IBCM που χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης αποτελείται από 12 ξεχωριστά προβλήματα, κάθε ένα από τα οποία αποτελείται από μία ή περισσότερες ερωτήσεις με 5 απαντήσεις πολλαπλής επιλογής (Α, Β, Γ, Δ και Ε). Κάθε μία από αυτές τις απαντήσεις κατατάσσεται ως σωστή ή ως μία εναλλακτική ιδέα ή ως άλλο (απάντηση που αφορά κάποιες απαντήσεις που δεν μπορούν να ερμηνευτούν ως κάποια εναλλακτική).

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις των αγοριών και των κοριτσιών ($p\text{-value}=0,028$). Το 55,6% των αγοριών (μαθητών και φοιτητών) έναντι του 29,4% των κοριτσιών (μαθητριών και φοιτητριών) απάντησε σωστά. Το 27,8% των αγοριών (μαθητών και φοιτητών) έναντι του 11,8% των κοριτσιών (μαθητριών και φοιτητριών) επέλεξε την απάντηση Α (Ε11 – Αριστοτελική ιδέα πως κίνηση υπάρχει μόνο αν υπάρχει δύναμη). Το 16,7% των αγοριών (μαθητών και φοιτητών) επέλεξε με τις απαντήσεις του την εναλλακτική ιδέα της εσωτερικής ώθησης (Ε14) έναντι του 52,9% των κοριτσιών. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,388$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,872$).

Από την συμπλήρωση του **Ερωτηματολόγιο IBCM (Inventory of Basic Conceptions in Mechanics)** προέκυψαν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Αρχικά εντοπίστηκαν 20 εναλλακτικές μέσα στις απαντήσεις του IBCM και κωδικοποιήθηκαν όπως φαίνεται και στον πίνακα 9:

Πίνακας 9: Εναλλακτικές ιδέες μαθητών και φοιτητών με Α.Ο. μέσα από το IBCM (έτος χορήγησης 2018)

E0	Άλλο (απάντηση που δεν εμπίπτει σε εναλλακτική)
E1	Η ταχύτητα στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση μεταβάλλεται ανάλογα με την απόσταση που διανύει το κινούμενο σώμα
E2	Η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της
E3	Αναλογία δύναμης- ταχύτητας
E4	Τα ακίνητα σώματα δεν έχουν επιτάχυνση
E5	Ο χρόνος πτώσης είναι εξαρτάται από το βάρος (τα βαρύτερα πέφτουν πιο γρήγορα)
E6	Η ταχύτητα πτώσης εξαρτάται από το βάρος του σώματος (τα βαρύτερα πέφτουν με μεγαλύτερη ταχύτητα)
E7	Όταν δύο σώματα είναι στην ίδια θέση κάποια στιγμή θα έχουν και την ίδια ταχύτητα
E8	Αν δύο σώματα έχουν διαφορετικές ταχύτητες τότε οπωσδήποτε θα έχουν και διαφορετικές επιταχύνσεις
E9	Η κινηματική κατάσταση ενός σώματος από κάποια στιγμή και μετά εξαρτάται από την προηγούμενη κίνησή του
E10	Στην κατάσταση αδράνειας ένα σώμα μπορεί να μην έχει σταθερή ταχύτητα
E11	Αριστοτελική ιδέα πως κίνηση υπάρχει μόνο αν υπάρχει δύναμη
E12	Τα άψυχα σώματα δεν ασκούν δυνάμεις
E13	Με την επίδραση πολλών δυνάμεων το σώμα κινείται προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης
E14	Εσωτερική ώθηση- ένα σώμα μπορεί να κινείται από μια δύναμη που είναι αποθηκευμένη μέσα του (impetus) χωρίς να αλληλεπιδρά με κανένα παράγοντα
E15	Μόνο τα μεγάλα σώματα ασκούν δυνάμεις στα μικρά όταν είναι σε επαφή
E16	Όταν δύο σώματα είναι σε επαφή αρχικά ασκεί δύναμη μόνο το ενεργό αίτιο-αυτό που σπρώχνει
E17	Τα μεγαλύτερα σώματα ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα μικρότερα όταν είναι σε επαφή
E18	Η κίνηση προϋποθέτει αποκλειστικά και μόνο δύναμη η οποία και θα καθορίσει την τροχιά της
E19	Τα βαρύτερα κινούνται πιο αργά στην οριζόντια κίνηση
E20	Τα βαρύτερα σώματα απαιτούν μεγαλύτερη δύναμη για να μετακινηθούν).

Στη συνέχεια υπολογίστηκε η συχνότητα των απαντήσεων σε κάθε ερώτηση (απόλυτα νούμερα, όχι ποσοστά) (πίνακας 10). Με έντονη γραφή σε κίτρινο φόντο δίνεται η σωστή απάντηση

Πίνακας 10: Η συχνότητα των απαντήσεων των μαθητών/τριών και φοιτητών με Α.Ο. μέσα από το IBCM (έτος χορήγησης 2018)

	A	B	C	D	E	
IBCM_1	6	10	11	4	4	
IBCM_2	3	4	3	9	16	
IBCM_3	16	12	2	3	2	
IBCM_4	2	9	4	10	10	
IBCM_5	4	13	7	5	6	
IBCM_6	7	5	17	2	4	
IBCM_7	7	5	1	11	11	
IBCM_8	11	9	5	3	7	
IBCM_9	7	6	19	2	1	
IBCM_10	13	4	5	8	5	
IBCM_11	4	1	9	3	18	
IBCM_12	5	9	3	18	0	
IBCM_13	6	19	1	4	5	
IBCM_14	18	7	1	6	3	
IBCM_15	9	4	5	12	5	
IBCM_16	10	1	3	20	1	
IBCM_17	1	5	2	3	24	
IBCM_18	0	3	4	28	0	
IBCM_19	1	6	11	17	0	
IBCM_20	2	15	1	11	6	
IBCM_21	4	13	8	2	8	
IBCM_22	0	5	0	8	22	
IBCM_23	10	15	2	6	2	
IBCM_24	4	3	3	14	11	
IBCM_25	5	3	5	9	13	
IBCM_26	0	0	8	11	16	
IBCM_27	19	4	0	4	8	
IBCM_28	7	15	1	11	1	

Η αντιστοίχιση των απαντήσεων με τις εναλλακτικές ιδέες των συμμετεχόντων στην έρευνα φαίνονται στον πίνακα 11 (με Σ τη σωστή απάντηση):

Πίνακας 11: Αντιστοίχιση εναλλακτικών ιδεών του IBCM με απαντήσεις συμμετεχόντων και φοιτητών με Α.Ο. (έτος χορήγησης 2018)

	A	B	C	D	E
IBCM_1	E1	Σ	E0	E0	E0
IBCM_2	Σ	E2	E2+E3	E2	E2+E3
IBCM_3	E4	Σ	E4	E4	E0
IBCM_4	E0	Σ	E3	E3	E0
IBCM_5	Σ	E5	E5	E0	E0
IBCM_6	E6	E0	E6	Σ	E0
IBCM_7	E0	E0	E0	E7	Σ
IBCM_8	Σ	E0	E8	E8	E0
IBCM_9	E9	E9	Σ	E0	E0
IBCM_10	Σ	E10	E9+E10	E9+E10	E9+E10
IBCM_11	E2+E12	E12	E2+E12	Σ	E2
IBCM_12	Σ	E13	E0	E0	E0
IBCM_13	E0	E3	E0	Σ	E3
IBCM_14	Σ	E14	E0	E0	E14
IBCM_15	E0	E3	E0	E0	Σ
IBCM_16	Σ	E0	E0	E2	E0
IBCM_17	E0	E15	E16	E0	Σ
IBCM_18	E0	E15	Σ	E17	E0
IBCM_19	E0	E15	Σ	E17	E0
IBCM_20	E1	E2+E14	E14	E2+E14	Σ
IBCM_21	E0	E0	E0	Σ	E0
IBCM_22	E0	E0	E0	Σ	E3
IBCM_23	E19	Σ	E3	E0	E0
IBCM_24	E0	E0	E3	E19	Σ
IBCM_25	E0	E0	E0	Σ	E0
IBCM_26	E0	E2	Σ	E21	E20+E21
IBCM_27	E3	E0	E0	Σ	E0
IBCM_28	E11	Σ	E0	E14	E14

Στη συνέχεια αθροίσαμε τη συχνότητα των απαντήσεων κάθε εναλλακτικής προκειμένου να εντοπίσουμε τις εναλλακτικές που παρατηρούνται πιο συχνά (πίνακας 12).

Πίνακας 12: Συχνότητα εναλλακτικών ιδεών μαθητών και φοιτητών με Α.Ο. μέσα από το IBCM (έτος χορήγησης 2018)

Εναλλακτική	Σκορ

E1	6
E2	111
E3	107
E4	21
E5	20
E6	24
E7	11
E8	8
E9	31
E10	22
E12	14
E13	9
E14	53
E15	14
E16	2
E17	45
E18	13
E19	24
E20	16
E21	27
E22	7

Με βάση τον πίνακα 12 οι 4 με τις μεγαλύτερες συχνότητες εμφάνισης εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριων με Α.Ο. ήταν οι εξής:

- ✓ E17: Τα μεγαλύτερα σώματα ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα μικρότερα όταν είναι σε επαφή.
- ✓ E2: Η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της
- ✓ E3: Αναλογία δύναμης-ταχύτητας
- ✓ E14: Εσωτερική ώθηση-ένα σώμα μπορεί να κινείται από μια δύναμη που είναι αποθηκευμένη μέσα του (impetus) χωρίς να αλληλοεπιδρά με κανένα παράγοντα (θεωρία του Buridan)

Μετά από αρκετό προβληματισμό σχετικά με το ποια ή ποιες εναλλακτικές θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στις παρεμβάσεις της παρούσας εργασίας ώστε να είναι αποτελεσματικές, αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε για την πρώτη παρέμβαση την εναλλακτική E17, επειδή έχουμε ένα ειδικό πληθυσμό (δείγμα μαθητών/τριων και φοιτητών/τριων με ΑΟ) και πολλές εναλλακτικές. Πιο συγκεκριμένα επιλέχθηκε η E17

η οποία σχετίζεται με τον Νόμο Αλληλεπίδρασης (3^{ος} Νόμος Νεύτωνα) σύμφωνα με την ταξινόμηση του Halloun. Ο λόγος που επιλέχθηκε η εναλλακτική αυτή ιδέα για τις παρεμβάσεις είναι γιατί πολλοί/ες μαθητές/τριες (όπως φάνηκε και από τη συνεργασία και την παρατήρησή των μαθητών/τριων από την ερευνήτρια) ταυτίζουν τη δύναμη μόνο με την ανθρώπινη δράση κι ως εκ τούτου θεωρούν ότι τα άψυχα αντικείμενα δεν μπορούν να ασκούν δυνάμεις αλλά απλά εμποδίζουν. Γενικά οι μαθητές/τριες δεν αντιλαμβάνονται τη δράση και την αντίδραση ως δυνάμεις που αλληλεπιδρούν, αλλά πιστεύουν ότι οι δύο δυνάμεις ασκούνται στο ίδιο σώμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο 3^{ος} Νόμος του Νεύτωνα να θεωρείται σαν αποτέλεσμα ίσων και αντίθετων δυνάμεων που προκαλούν ισορροπία (Βοσνιάδου & Ιωαννίδης, 1994).

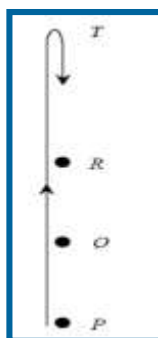
6.2.1 Απαντήσεις συμμετεχόντων σε κάθε πρόβλημα και σε κάθε ερώτηση (IBCM)

Παρακάτω παρουσιάζονται οι απαντήσεις των 35 συμμετεχόντων/ουσών (μαθητών/τριών και των φοιτητών/τριών) στους/στις οποίους/ες απευθυνθήκαμε ανά πρόβλημα και σε κάθε ερώτηση ξεχωριστά. Σε όλες τις ερωτήσεις απάντησε το σύνολο των συμμετεχόντων/σών. Στα γραφήματα που ακολουθούν οι απαντήσεις για κάθε πρόβλημα παρουσιάζονται με σχετικές συχνότητες (%). Για την κατασκευή των γραφημάτων επιλέχθηκε το πρόγραμμα Microsoft Excel Version 16®.

Πρόβλημα 1

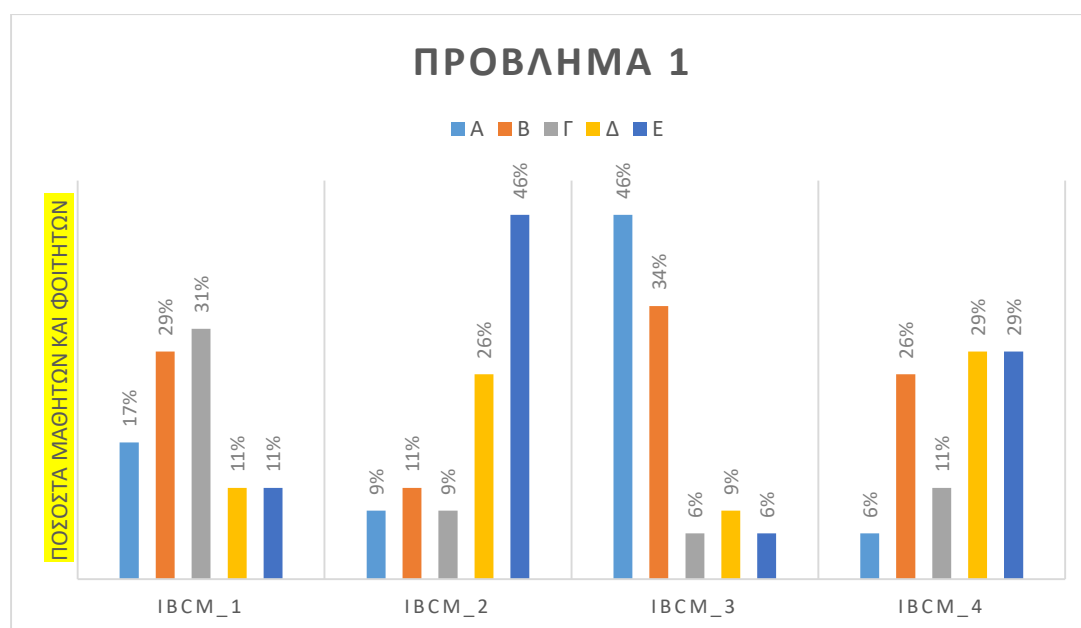
Το 1^ο πρόβλημα αποτελείται από 4 ερωτήσεις (1 έως 4) και μελετά την κατακόρυφη προς τα πάνω κίνηση μιας μικρής πέτρας μετά από την εκτόξευσή της από ένα σημείο P.

Ερώτηση 1: Ο τρόπος μεταβολής της ταχύτητας ενός ομαλά επιταχυνόμενου σώματος συναρτήσει της μετατόπισής του. Ερώτηση 2: Ανιχνεύει τις ιδέες των συμμετεχόντων όσον αφορά την εμφάνιση των δυνάμεων ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης της πέτρας με έναν παράγοντα και τη σύνδεση της δύναμης με την κίνηση. Ερώτηση 3: Εξετάζει την κατανόηση καθώς και τη δυνατότητα διάκρισης από τους μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες των εννοιών της ταχύτητας και της επιτάχυνσης. Ερώτηση 4: Σύγκριση των μέτρων των ταχυτήτων της πέτρας όταν περνάει από το σημείο Q κατά την κάθοδο και την άνοδό της

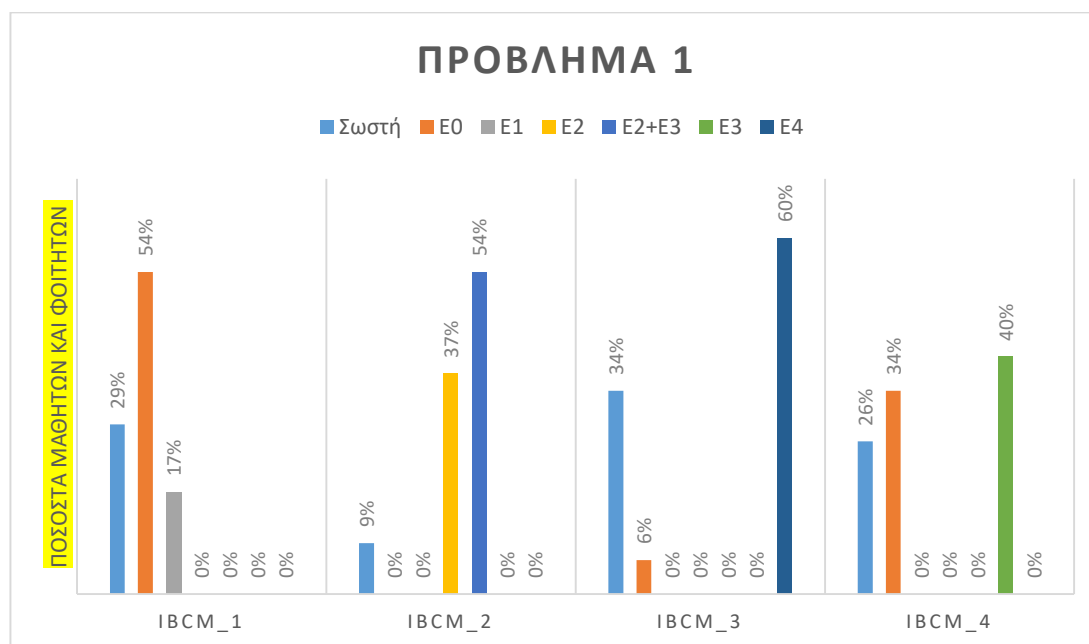


Στο Γράφημα 1 παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξανε οι συμμετέχοντες/ουσες (μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες) σε κάθε μία από τις ερωτήσεις του προβλήματος, ενώ στο Γράφημα 2, αποτυπώνεται το ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσες (μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες) που απάντησε σωστά και το ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσες (μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες) που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 1: Απαντήσεις μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών στο Πρόβλημα 1 του ερωτηματολογίου IBCM στο πρόβλημα 1



Γράφημα 2 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών στο Πρόβλημα 1 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 1: Σύγκριση των ταχυτήτων κατά την άνοδο της πέτρας καθώς αυτή διέρχεται από δύο σημεία Q και R. Το σημείο Q βρίσκεται στο μέσο της απόστασης PR ($PQ=QR$). Η ερώτηση αναφέρεται στον τρόπο μεταβολής της ταχύτητας ενός ομαλά επιταχυνόμενου σώματος συναρτήσει της μετατόπισής του (εικόνα 8)

1. Κατά την άνοδο της πέτρας ποια είναι η σχέση του μέτρου της ταχύτητάς στο σημείο R, σε σύγκριση με το μέτρο που είχε η ταχύτητά της στο σημείο Q;
- A) Η μισή από την ταχύτητα που είχε στο Q
 - B) Μικρότερη από την ταχύτητα που είχε στο Q αλλά όχι η μισή
 - Γ) Ίση με την ταχύτητά που είχε στο Q
 - Δ) Διπλάσια από την ταχύτητα που είχε στο Q
 - E) Μεγαλύτερη από την ταχύτητα που είχε στο Q αλλά όχι διπλάσια

Εικόνα 8: Ερώτηση 1 του IBCM

Το 29% των συμμετεχόντων μαθητών και φοιτητών απάντησε σωστά ότι η ταχύτητα της πέτρας στο σημείο R είναι μικρότερη από την ταχύτητα που είχε στο σημείο Q αλλά όχι η μισή. Για το 54% των συμμετεχόντων μαθητών οι απαντήσεις δεν κατατάσσονται σε κάποια συγκεκριμένη εναλλακτική ιδέα και δεν μπορούν να ερμηνευτούν (απαντήσεις Γ, Δ και E). Το υπόλοιπο 17% των συμμετεχόντων απάντησε ότι η ταχύτητα της πέτρας στο σημείο R είναι η μισή από την ταχύτητά της στο σημείο Q υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα κατά την οποία η ταχύτητα στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση μεταβάλλεται ανάλογα με την απόσταση που διανύει το κινούμενο σώμα (E1).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων/ουσών δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,235$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,470$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,404$).

Ερώτηση 2: Αναφέρεται στις δυνάμεις που επιδρούν στην πέτρα κατά την άνοδο της. Η ερώτηση ανιχνεύει τις ιδέες των συμμετεχόντων όσον αφορά την εμφάνιση των δυνάμεων ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης της πέτρας με έναν παράγοντα και τη σύνδεση της δύναμης με την κίνηση (εικόνα 9).

Εικόνα 9 Ερώτηση 2 του IBCM.

2. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις επιδρούν στην πέτρα κατά την άνοδό της;

- F_1 : μια δύναμη με διεύθυνση κατακόρυφη και φορά προς τα πάνω
- F_2 : μια κατακόρυφη δύναμη και με φορά προς τα κάτω που ασκείται από τη Γη.
- A) Η σχεδόν σταθερή δύναμη F_2
- B) Η F_1 και η F_2 με σχεδόν σταθερό μέτρο
- Γ) Η F_1 και η F_2 με μέτρο που συνεχώς ελαττώνεται
- Δ) Η σχεδόν σταθερή F_1 και η F_2 που ελαττώνεται κατά την άνοδο
- E) Η F_1 το μέτρο της οποίας ελαττώνεται και η σχεδόν σταθερή F_2

Μόλις το 9% των συμμετεχόντων -απάντησε σωστά ότι στην πέτρα ασκείται μόνο μια σχεδόν σταθερή κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα κάτω που ασκείται από τη Γη.

Το 46% των συμμετεχόντων απάντησε ότι επιδρούν στην πέτρα δύο δυνάμεις, μία κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω με μέτρο το οποίο ελαττώνεται και μία κατακόρυφη με φορά προς τα κάτω σχεδόν σταθερή (απάντηση Δ), ενώ το 9% των συμμετεχόντων απάντησε ότι επιδρούν και οι δύο δυνάμεις αλλά με μέτρο που συνεχώς ελαττώνεται (απάντηση Γ). Φαίνεται ότι οι συμμετέχοντες αυτοί με τις απαντήσεις τους υιοθετούν το συνδυασμό δύο εναλλακτικών ιδεών κατά τις οποίες η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της (E2) και ότι δύναμη και η ταχύτητα είναι ανάλογες ποσότητες (E3).

Το υπόλοιπο 37% των συμμετεχόντων/ουσών με τις απαντήσεις του (11% επέλεξε το B και 26% επέλεξε το Δ) υιοθέτησε την εναλλακτική κατά την οποία η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της (E2).

Η κατανομή των απαντήσεων των συμμετεχόντων/ουσών διαφέρει στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στους μαθητές/τριες και τους φοιτητές/τριες ($p\text{-value}=0,011$). Η πλειοψηφία των μαθητών/τριών (63,6%) επέλεξε τις απαντήσεις B και Δ, που αντιστοιχούν στην εναλλακτική ιδέα ότι η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την

κατεύθυνσή της (E2), ενώ η πλειοψηφία των φοιτητών (62,5%) επέλεξε την απάντηση E που αντιστοιχεί στο συνδυασμό δύο εναλλακτικών ιδεών: η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της (E2) και η δύναμη και η ταχύτητα είναι ανάλογες (E3). Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά φύλο ($p\text{-value}=0,481$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,809$).

Ερώτηση 3: Τι συμβαίνει στην ταχύτητα και την επιτάχυνση της πέτρας τη στιγμή που αυτή φτάσει στο ανώτερο σημείο της τροχιάς της. Η ερώτηση εξετάζει την κατανόηση καθώς και τη δυνατότητα διάκρισης από τους μαθητές των εννοιών της ταχύτητας και της επιτάχυνσης (εικόνα 10).

Εικόνα 10 Ερώτηση 3 του IBCM.

3. Τι συμβαίνει στην ταχύτητα και την επιτάχυνση της πέτρας τη στιγμή που αυτή φτάσει στο σημείο T;
- A) Η ταχύτητα και η επιτάχυνσή της μηδενίζονται στιγμιαία
 - B) Η ταχύτητά της μηδενίζεται στιγμιαία ενώ η επιτάχυνσή της παραμένει σταθερή
 - Γ) Η ταχύτητα και η επιτάχυνση παραμένουν μηδέν για λίγο χρόνο
 - Δ) Η ταχύτητα παραμένει μηδέν για λίγο χρόνο ενώ η επιτάχυνση γίνεται μηδέν για μια στιγμή
 - E) Η ταχύτητα παραμένει μηδέν για λίγο χρόνο ενώ η επιτάχυνση παραμένει σταθερή

Το 34% των συμμετεχόντων απάντησε σωστά ότι η ταχύτητα της πέτρας μηδενίζεται στιγμιαία ενώ η επιτάχυνσή της παραμένει σταθερή. Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων (60%) επέλεξε τις απαντήσεις A (46%), Γ (6%) και Δ (9%) οι οποίες βασίζονται στην εναλλακτική ιδέα κατά την οποία τα ακίνητα σώματα δεν έχουν επιτάχυνση (E4). Για το υπόλοιπο 6% των μαθητών οι απαντήσεις δεν ερμηνεύονται (απάντηση E).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,108$), ανά φύλο ($p\text{-value}>0,999$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,288$). (εικόνα 11).

Εικόνα 11: Ερώτηση 4 του IBCM

4. Το μέτρο της ταχύτητας που είχε η πέτρα στο σημείο Q ανεβαίνοντας, σε σύγκριση με το μέτρο της ταχύτητάς της όταν περνά από το ίδιο σημείο κατεβαίνοντας είναι:
- A) Μικρότερο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο
 - B) Ίσο με την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο
 - Γ) Διπλάσιο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο
 - Δ) Μεγαλύτερο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο, αλλά όχι διπλάσιο
 - E) Εξαρτάται από το πόσο ψηλότερα βρίσκεται το σημείο T από το σημείο R

Το 26% των συμμετεχόντων απάντησε σωστά ότι οι ταχύτητες του σώματος στο σημείο Q κατά την άνοδο και την κάθοδο του ήταν ίσες.

Το 40% υιοθέτησε με τις απαντήσεις του (απάντηση Γ: 11%, απάντηση Δ: 29%) την εναλλακτική ιδέα κατά την οποία η δύναμη και η ταχύτητα ενός κινούμενου σώματος είναι ανάλογες ποσότητες (E3).

Οι απαντήσεις των υπόλοιπων συμμετεχόντων (απαντήσεις Α και Ε) δεν μπορούν να ερμηνευτούν.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,575$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,190$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,420$).

Πρόβλημα 2

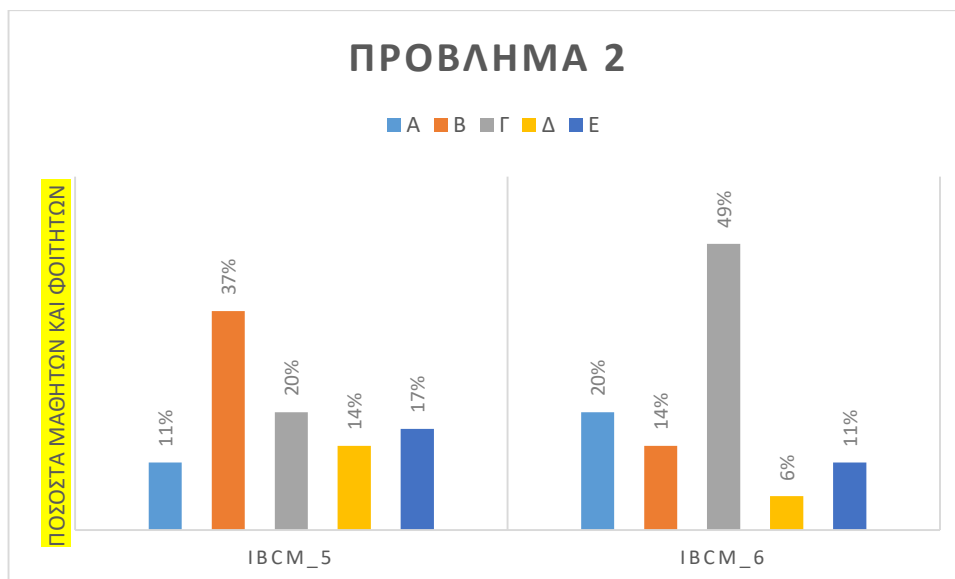
Το 2^ο πρόβλημα αποτελείται από 2 ερωτήσεις (5 και 6) και μελετά την ταυτόχρονη ελεύθερη πτώση δύο όμοιων μεταλλικών σφαιρών χωρίς αρχική ταχύτητα και από το ίδιο ύψος, με τη μία να έχει διπλάσιο βάρος από την άλλη.

Ερωτήση 5: Ο χρόνος που χρειάζεται η ελαφρύτερη πέτρα να φτάσει στο έδαφος

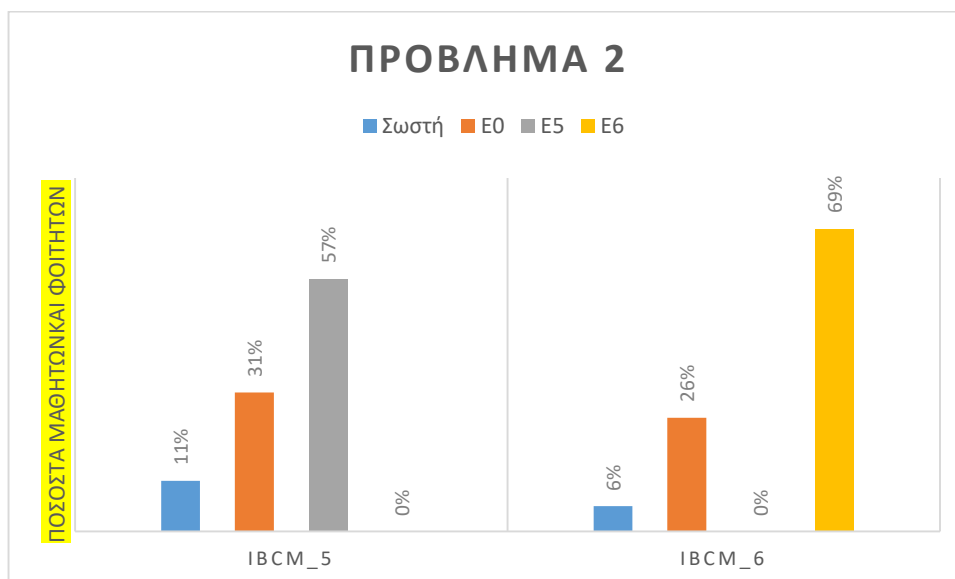
Ερώτηση 6: Μεταβολή των ταχυτήτων των σφαιρών κατά την πτώση τους

Στο γράφημα 3 και στο γράφημα 4, παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξαν οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες σε κάθε μία από τις ερωτήσεις του προβλήματος, ενώ στο Γράφημα 4, αποτυπώνεται το ποσοστό που απάντησε σωστά και το ποσοστό που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 3 Απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 2 του ερωτηματολογίου IBCM



Γράφημα 4 Επιστημονικά αποδεκτές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 2 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 5: Σύγκριση των χρόνων πτώσης δύο σφαιρών (εικόνα 12).

Εικόνα 12 Ερώτηση 5 του IBCM.

5. Ο χρόνος που χρειάζεται η ελαφρύτερη σφαίρα για να φθάσει στο έδαφος θα είναι:
- A) Ίσος με το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα
 - B) Διπλάσιος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα
 - Γ) Μεγαλύτερος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα αλλά όχι διπλάσιος
 - Δ) Μεγαλύτερος ή ίσος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα, ανάλογα με το ύψος του κτιρίου
 - Ε) Μικρότερος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα

Το 11% των συμμετεχόντων απάντησε σωστά ότι ο χρόνος πτώσης των δύο σωμάτων που πέφτουν με επιτάχυνση ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας είναι ίδιος καθώς είναι ανεξάρτητος από τη μάζα του σώματος και εξαρτάται μόνο από την απόστασή του από το έδαφος.

Πάνω από τους μισούς συμμετέχοντες/ουσες (57%) επέλεξαν τις απαντήσεις Β (37%) και Γ (20%) υιοθέτησαν τη διαδεδομένη εναλλακτική ιδέα, κατά την οποία τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα (Ε5), ενώ οι απαντήσεις (επιλογές Γ και Δ) των υπόλοιπων συμμετεχόντων δεν μπορούν να ερμηνευτούν στα πλαίσια κάποιας συγκεκριμένης εναλλακτικής ιδέας.

Παρατηρείται μια οριακά στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις των συμμετεχόντων με εκ γενετής και επίκτητη απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,068$). Απάντησαν σωστά το 15,8% των συμμετεχόντων που είχαν εκ γενετής απώλεια όρασης έναντι του 6,3% με επίκτητη απώλεια όρασης. Η επιλογή της εναλλακτικής ιδέας τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα (Ε5) μέσω των απαντήσεων ήταν όμοιας συχνότητας ανάμεσα στις δύο ομάδες (57,9% έναντι 56,3%). Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,748$) ή ανά φύλο ($p\text{-value}=0,581$).

Ερώτηση 6: Πως μεταβάλλονται οι ταχύτητες των σφαιρών κατά την πτώση τους (εικόνα 13).

Εικόνα 13 Ερώτηση 6 του IBCM.

6. Πώς μεταβάλλονται οι ταχύτητες των δύο σφαιρών κατά τη διάρκεια της πτώσης τους;
- A) Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αρχικά αυξάνεται και μετά παραμένει σταθερή, και η πιο βαριά σφαίρα φτάνει στο έδαφος με μεγαλύτερη ταχύτητα
- B) Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αρχικά αυξάνεται και μετά παραμένει σταθερή, και οι δύο σφαίρες φτάνουν στο έδαφος με την ίδια ταχύτητα
- Γ) Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αυξάνεται συνεχώς και η πιο βαριά σφαίρα φτάνει στο έδαφος με μεγαλύτερη ταχύτητα
- Δ) Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αυξάνεται συνεχώς και οι δύο σφαίρες φτάνουν στο έδαφος με την ίδια ταχύτητα
- Ε) Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αυξάνεται για λίγο και μετά μπορεί να παραμένει σταθερή ή να μειώνεται συνεχώς ανάλογα με το πόσο ψηλό είναι το κτίριο

Μόλις το 6% των συμμετεχόντων απάντησε σωστά, ότι οι σφαίρες φτάνουν στο έδαφος με την ίδια ταχύτητα, καθώς οι χρόνοι πτώσης είναι ίσοι και η ταχύτητα ενός σώματος σε ελεύθερη πτώση αυξάνεται ανεξάρτητα από τη μάζα του.

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων (69%) επέλεξε το Α (20%) και το Γ (49%) υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι τα βαρύτερα σώματα πέφτουν με μεγαλύτερη ταχύτητα (Ε6), ενώ οι απαντήσεις των υπόλοιπων δεν μπορούν να ερμηνευτούν.

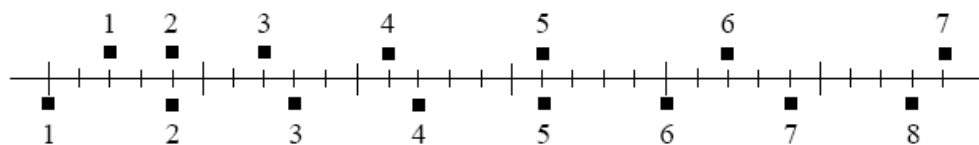
Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}>0,999$), ανά φύλο ($p\text{-value}>0,999$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,462$).

Πρόβλημα 3

Το 3^ο πρόβλημα αποτελείται από μία ερώτηση (7) και ανιχνεύει την ικανότητα των συμμετεχόντων να διακρίνουν τις έννοιες της θέσης και της ταχύτητας.

Ερώτηση 7: Πότε τα δύο σώματα θα έχουν την ίδια ταχύτητα

Σε σχήμα 4 απεικονίζονται οι διαδοχικές θέσεις δύο σωμάτων που κινούνται προς τα δεξιά. Το χρονικό διάστημα ανάμεσα σε δύο διαδοχικές θέσεις είναι 0,2 δευτερόλεπτα.

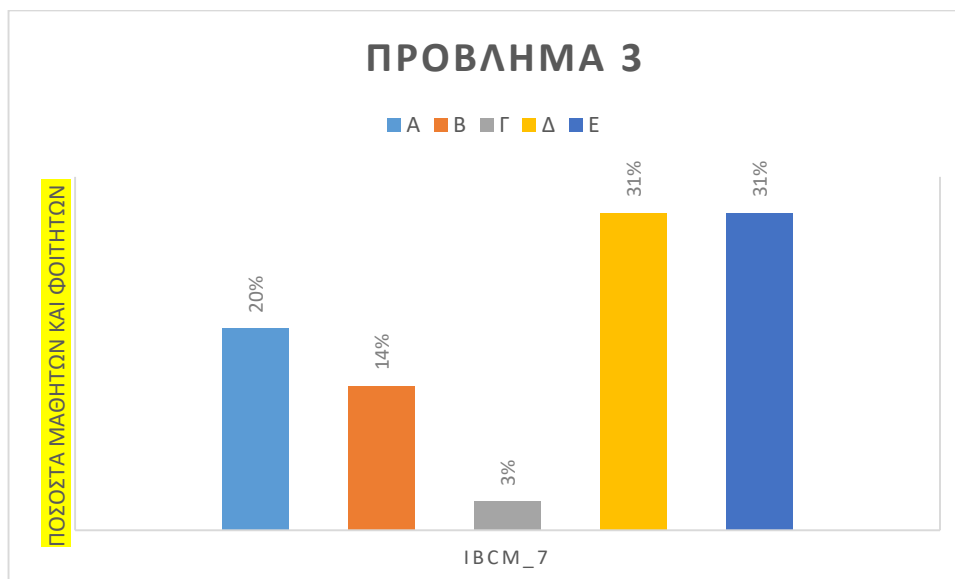


Σχήμα 4: οι διαδοχικές θέσεις δυο σωμάτων που κινούνται προς τα δεξιά

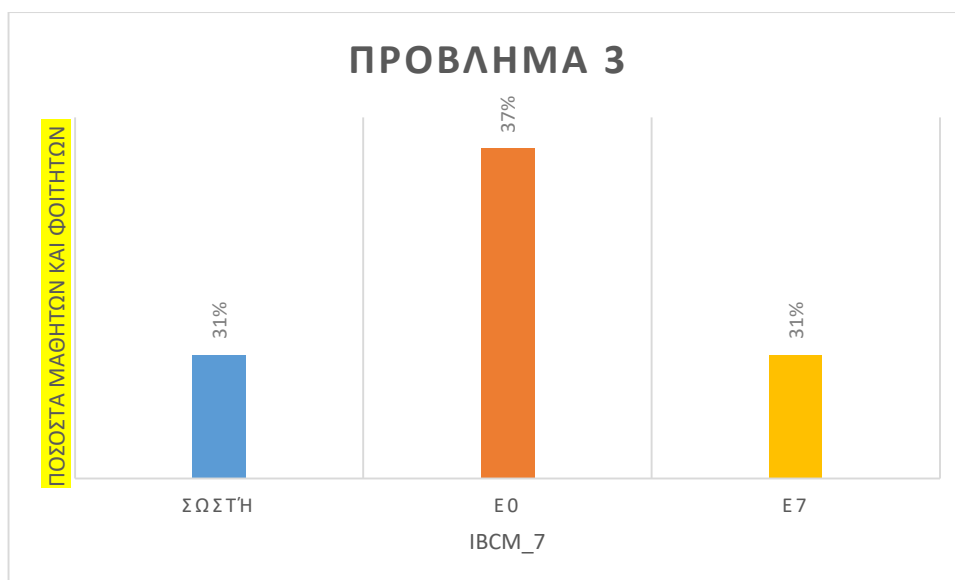
Στο γράφημα 5 παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξαν οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες, ενώ στο γράφημα 6, αποτυπώνεται

το ποσοστό των μαθητών/τριών που απάντησε σωστά και το ποσοστό των συμμετεχόντων που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 5 Απαντήσεις μαθητών/τριών και φοιτητών στο Πρόβλημα 3 του ερωτηματολογίου IBCM.



Γράφημα 6 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 3 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 7: Πότε τα δύο σώματα θα έχουν την ίδια ταχύτητα (εικόνα 14).

Εικόνα 14 Ερώτηση 7 του IBCM.

7. Πότε θα έχουν τα δύο σώματα την ίδια ταχύτητα;
Α) Ποτέ
Β) Όταν βρίσκονται στη θέση 2
Γ) Όταν βρίσκονται στη θέση 5
Δ) Όταν βρίσκονται στις θέσεις 2 και 5
Ε) Όταν κινούνται μεταξύ των θέσεων 3 και 4

Το 31% των συμμετεχόντων απάντησε σωστά, ότι τα δύο σώματα έχουν την ίδια ταχύτητα όταν κινούνται μεταξύ των θέσεων 3 και 4, δηλαδή διακρίνουν τις έννοιες θέση και ταχύτητα και εφαρμόζουν σωστά τη σχέση από την οποία προκύπτει το μέτρο της ταχύτητας. Ίδιο ποσοστό συμμετεχόντων επέλεξε τις θέσεις 2 και 5 υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι όταν δύο σώματα είναι στην ίδια θέση κάποια στιγμή θα έχουν και την ίδια ταχύτητα (Ε7), ενώ για τους υπόλοιπους συμμετέχοντες οι απαντήσεις (Α, Β και Γ) δεν μπορούν να ερμηνευτούν.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,707$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,577$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,908$).

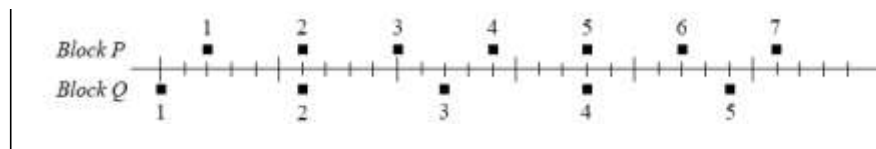
Πρόβλημα 4

Το 4^ο πρόβλημα αποτελείται και αυτό από μία ερώτηση (8) και ανιχνεύει την ικανότητα των συμμετεχόντων να διακρίνουν τις έννοιες της θέσης και της επιτάχυνσης.

Ερώτηση 8: Με ποιον τρόπο σχετίζονται οι επιταχύνσεις των δύο σωμάτων

Σε σχήμα απεικονίζονται οι διαδοχικές θέσεις δύο σωμάτων που κινούνται προς τα δεξιά. Το χρονικό διάστημα ανάμεσα σε δύο διαδοχικές θέσεις είναι 0,2 δευτερόλεπτα.

Σώμα Ρ

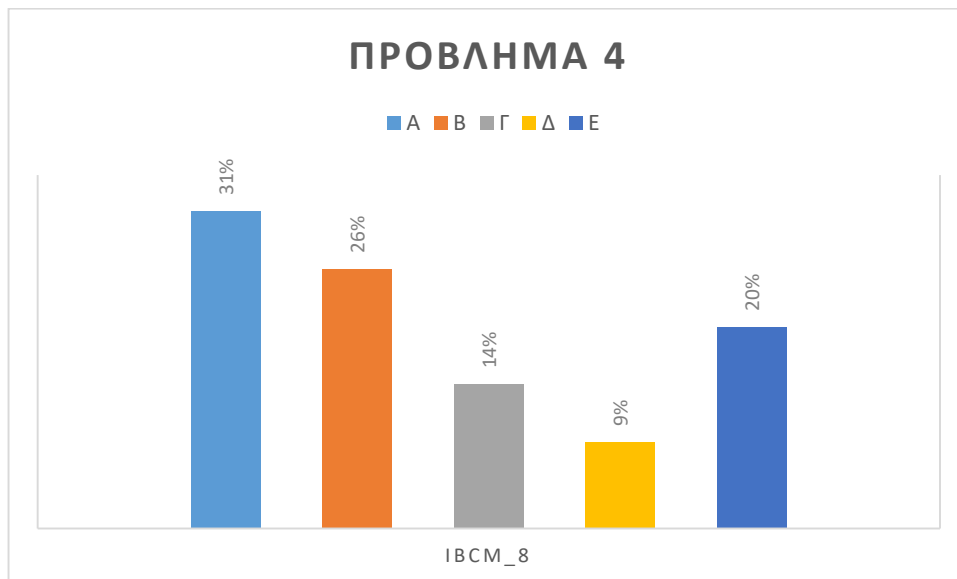


Σώμα Q

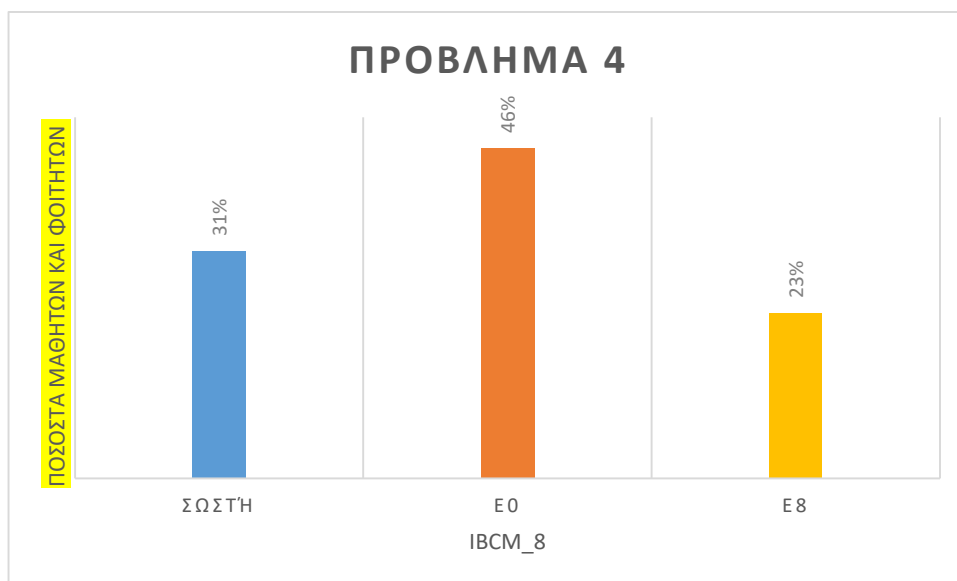
Στο Γράφημα 7, παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξαν οι μαθητές και οι φοιτητές, ενώ στο Γράφημα 8, αποτυπώνεται το ποσοστό

των συμμετεχόντων που απάντησε σωστά και το ποσοστό που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 7 Απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 4 του ερωτηματολογίου IBCM.



Γράφημα 8 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 4 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 8: Με ποιον τρόπο σχετίζονται οι επιταχύνσεις των δύο σωμάτων (εικόνα 15).

Εικόνα 15 Ερώτηση 8 του IBCM.

8. Οι επιταχύνσεις των δύο σωμάτων σχετίζονται όπως παρακάτω:

- A) Η επιτάχυνση του P είναι ίση με την επιτάχυνση του Q, και το μέτρο τους ισούται με μηδέν
- B) Η επιτάχυνση του P είναι ίση με την επιτάχυνση του Q, και το μέτρο τους είναι μεγαλύτερο από το μηδέν
- Γ) Η επιτάχυνση του P είναι μικρότερη από την επιτάχυνση του Q
- Δ) Η επιτάχυνση του P είναι μεγαλύτερη από την επιτάχυνση του Q
- E) Υπάρχουν στιγμές κατά τις οποίες οι δύο επιταχύνσεις είναι ίσες και στιγμές κατά τις οποίες δεν είναι

Το 31% των συμμετεχόντων/ουσών απάντησε σωστά ότι οι επιταχύνσεις των δύο σωμάτων είναι ίσες και το μέτρο τους είναι ίσο με μηδέν. Το 23% επιλέγοντας τις απαντήσεις Γ (14%) και Δ (9%) κατά τις οποίες η επιτάχυνση του P είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη, αντίστοιχα από την επιτάχυνση του Q, υιοθετεί την εναλλακτική ιδέα ότι αν δύο σώματα έχουν διαφορετικές ταχύτητες τότε οπωσδήποτε θα έχουν και διαφορετικές επιταχύνσεις (E8).

Οι απαντήσεις των υπόλοιπων (επιλογές B και E) δεν μπορούν να ερμηνευτούν.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,557$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,999$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,278$).

Πρόβλημα 5

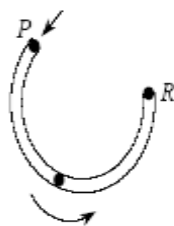
Το 5^ο πρόβλημα αποτελείται από τρεις ερωτήσεις (9, 10 και 11) που εξετάζουν την τροχιά μιας μπίλιας όταν αυτή εξέρχεται από κανάλι σχήματος τεταρτοκυκλίου.

Ερώτηση 9: Επιλογή της τροχιάς που θα μοιάζει με αυτή της μπίλιας καθώς θα εξέρχεται από το κανάλι.

Ερώτηση 10: Η μεταβολή του μέτρου της ταχύτητας της μπίλιας κατά μήκος της τροχιάς της εκτός καναλιού

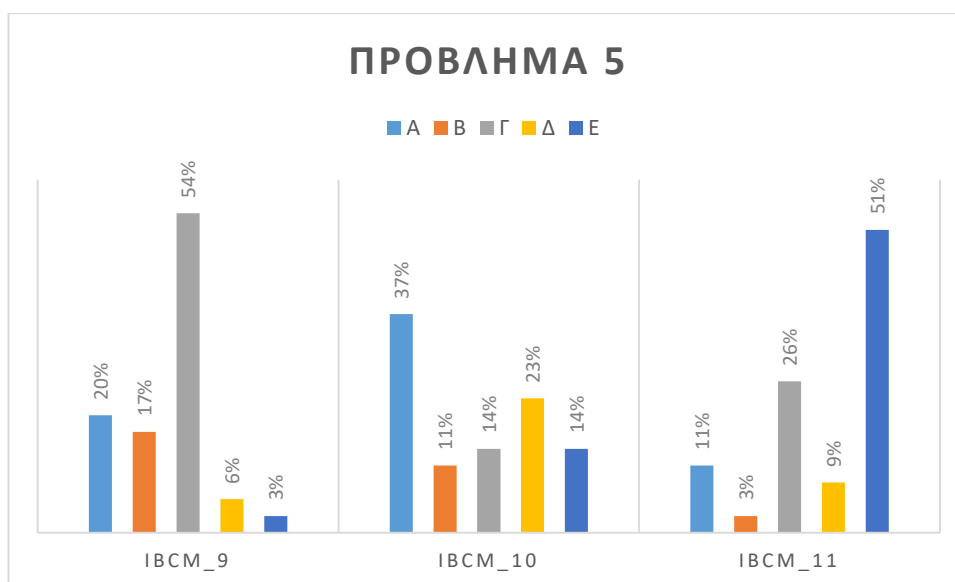
Ερώτηση 11: Οι δυνάμεις ενεργούν στη μπίλια όταν κινείται κατά μήκος της τροχιάς της εκτός καναλιού

Το κανάλι είναι στερεωμένο στην επιφάνεια οριζόντιου τραπεζιού και η μπίλια ολισθαίνει με μεγάλη ταχύτητα χωρίς τριβές. Σκοπός του προβλήματος είναι η διερεύνηση της κατανόησης του νόμου της αδράνειας και της επίδρασης μιας κίνησης στον τρόπο εξέλιξής της.

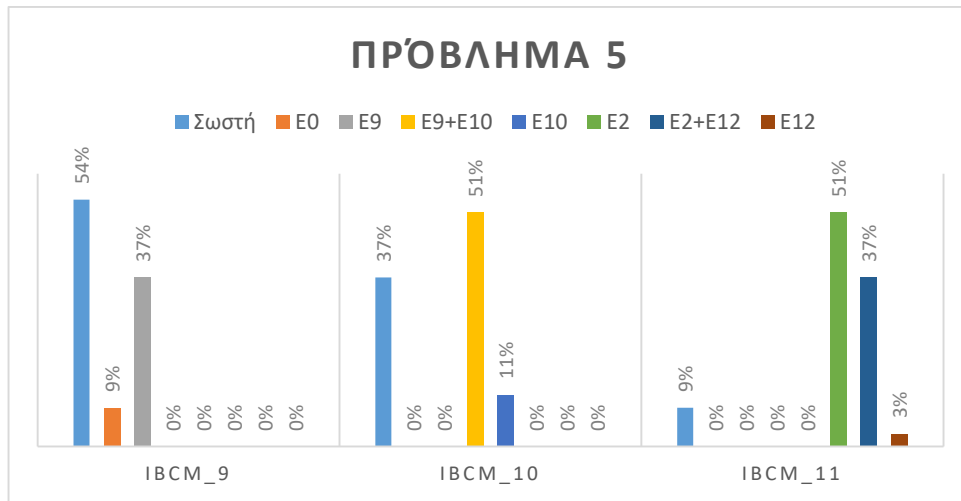


Στο γραφημα 9, παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξανε οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες σε κάθε μία από τις ερωτήσεις του προβλήματος, ενώ στο γράφημα 10, αποτυπώνεται το ποσοστό που απάντησε σωστά και το ποσοστό που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 9 Απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 5 του ερωτηματολογίου IBCM.

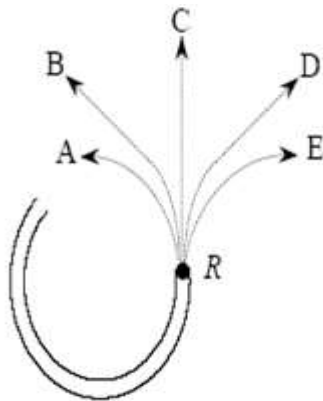


Γράφημα 10 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 5 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 9: Επιλογή της τροχιάς που θα μοιάζει με αυτή της μπίλιας καθώς θα εξέρχεται από το κανάλι (Εικόνα 16)

Εικόνα 16



Πάνω από τους μισούς συμμετέχοντες (54%) απάντησε σωστά σε αυτή την ερώτηση, δηλαδή ότι η τροχιά της μπίλιας θα είναι ευθύγραμμη καθώς αυτή εξέρχεται από το κανάλι, ενώ το 37% με τις απαντήσεις A (20%) και B (17%) υιοθέτησε την εναλλακτική ιδέα ότι η κινηματική κατάσταση ενός σώματος από κάποια στιγμή και μετά εξαρτάται από την προηγούμενη κίνησή του (E9). Για το υπόλοιπο 9% , οι απαντήσεις δεν μπορούν να ερμηνευτούν (επιλογές Γ και Δ).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,159$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,375$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,402$).

Ερώτηση 10: Ερευνά τη μεταβολή του μέτρου της ταχύτητας της μπίλιας κατά μήκος της τροχιάς της εκτός καναλιού (εικόνα 17).

Εικόνα 17 Ερώτηση 10 του IBCM.

10. Το μέτρο της ταχύτητας της μπίλιας κατά μήκος της τροχιάς που επιλέξατε έξω από το κανάλι
Α) Παραμένει σταθερό σε όλο το μήκος της τροχιάς
Β) Συνεχώς αυξάνεται
Γ) Αυξάνεται για λίγο και μετά παραμένει σταθερό
Δ) Παραμένει σταθερό για λίγο και μετά ελαττώνεται
Ε) Συνεχώς ελαττώνεται

Το 37% των συμμετεχόντων (13 συμμετέχοντες) απάντησε σωστά ότι η μπίλια θα διατηρήσει σταθερό μέτρο ταχύτητας κατά την τροχιά της εκτός καναλιού. Από αυτούς τους 13, οι 8 είχαν απαντήσει σωστά και στην προηγούμενη ερώτηση, οπότε και δέχονται ότι το διάνυσμα της ταχύτητας της μπίλιας είναι σταθερό εφόσον δεν αλληλεπιδρά με άλλους παράγοντες. Οι υπόλοιποι 5, στην προηγούμενη ερώτηση είχαν επιλέξει απαντήσεις που υιοθετούσαν την εναλλακτική ιδέα ότι η κινηματική κατάσταση ενός σώματος από κάποια στιγμή και μετά εξαρτάται από την προηγούμενη κίνησή του (E9).

Το 51% των συμμετεχόντων (18 συμμετέχοντες) επέλεξαν τις απαντήσεις Γ (14%), Δ (23%) και Ε (14%) που όλες τους αντιπροσωπεύουν το συνδυασμό δύο εναλλακτικών ιδεών: ότι η κινηματική κατάσταση ενός σώματος από κάποια στιγμή και μετά εξαρτάται από την προηγούμενη κίνησή του (E9) και ότι στην κατάσταση αδράνειας ένα σώμα μπορεί να μην έχει σταθερή ταχύτητα (E10). Από αυτούς τους 18, οι 9 είχαν απαντήσει σωστά στην προηγούμενη ερώτηση ενώ οι 7 με τις απαντήσεις τους είχαν υιοθετήσει την εναλλακτική E9 (για τους άλλους δύο, οι απαντήσεις της προηγούμενης ερώτησης δεν ερμηνεύονταν).

Το 11% των συμμετεχόντων (4 συμμετέχοντες/ουσες) απάντησε ότι η ταχύτητα συνεχώς αυξάνεται (B) υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι στην κατάσταση αδράνειας ένα σώμα μπορεί να μην έχει σταθερή ταχύτητα (E10). Από αυτούς τους 4, οι 2 απάντησαν σωστά και στην προηγούμενη ερώτηση.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,509$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,444$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,913$).

Ερώτηση 11: Ποιες δυνάμεις ενεργούν στη μπίλια όταν κινείται κατά μήκος της τροχιάς της εκτός καναλιού (F_1 : οριζόντια δύναμη στην κατεύθυνση της δύναμης, F_2 : κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα κάτω ασκούμενη από τη Γη, F_3 : κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα πάνω ασκούμενη από το τραπέζι).

Εικόνα 18 Ερώτηση 11 του IBCM.

11. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις ενεργούν στη μπίλια όταν κινείται κατά μήκος της τροχιάς της έξω από το κανάλι;
 F_1 : μια οριζόντια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης
 F_2 : μια κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα κάτω ασκούμενη από τη Γη
 F_3 : μια κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα πάνω ασκούμενη από το τραπέζι
Α) $H F_1$
Β) $H F_2$
Γ) Οι F_1 και F_2
Δ) Οι F_2 και F_3
Ε) Οι F_1 , F_2 και F_3

Μόλις το 9% των συμμετεχόντων (3 συμμετέχοντες) απάντησε σωστά επιλέγοντας τις δυνάμεις F_2 και F_3 . Οι 3 αυτοί συμμετέχοντες είχαν απαντήσει σωστά στην ερώτηση 9.

Το 51% των συμμετεχόντων επέλεξε και τις τρεις δυνάμεις (επιλογή Ε) υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της (E_2). Το 37% απάντησαν το Α (11%) και το Γ (26%) υιοθετώντας τον συνδυασμό των εναλλακτικών ιδεών ότι η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της (E_2) και ότι τα άψυχα σώματα δεν ασκούν δυνάμεις (E_{12}), ενώ το 3% επιλέγοντας μόνο τη δύναμη F_2 υιοθέτησαν την εναλλακτική ιδέα ότι τα άψυχα σώματα δεν ασκούν δυνάμεις (E_{12}).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,645$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,490$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,310$).

Πρόβλημα 6

Το 6^ο πρόβλημα αποτελείται από τέσσερις ερωτήσεις (12, 13, 14 και 15) που αναφέρονται σε λείο δίσκο του χόκεϊ που γλιστρά χωρίς τριβές και σε ορισμένη

κατεύθυνση πάνω σε οριζόντιο επίπεδο πάτωμα και αφορούν τη σύνθεση των δυνάμεων, το δεύτερο νόμο του Newton και τη σχέση κίνησης και δύναμης.

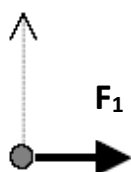
Ερώτηση 12: Ποια η κατεύθυνση της δύναμης F_2 , ώστε ο δίσκος να κινείται στην κατεύθυνση που έχει οριστεί

Ερώτηση 13: Πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα του δίσκου όταν ασκούνται σε αυτόν ταυτόχρονα οι δύο σταθερές δυνάμεις σε όλη τη διαδρομή του

Ερώτηση 14: Με δεδομένο να διατηρήσει ο δίσκος την αρχική του τροχιά και την ταχύτητα που επιλέχθηκε στην ερώτηση 13, ζητείται να εξεταστούν οι παρακάτω επιλογές για τις δυνάμεις F_1 και F_2 που ασκούνται στο δίσκο

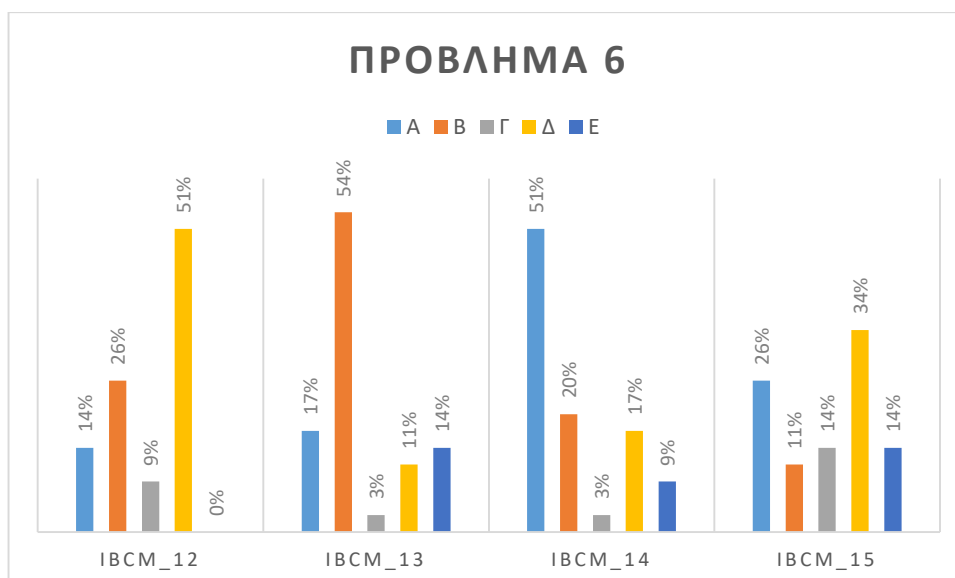
Ερώτηση 15: Με δεδομένο ότι μπορεί να εφαρμοστεί μόνο μία δύναμη στο δίσκο, τι μπορεί να συμβεί ώστε να διατηρηθεί η τροχιά και η μορφή της ταχύτητας που είχε

Ο δίσκος γλιστρά κατά μήκος της ευθείας στην κατεύθυνση του διακεκομμένου βέλους και σε αυτόν επιδρά η δύναμη F_1

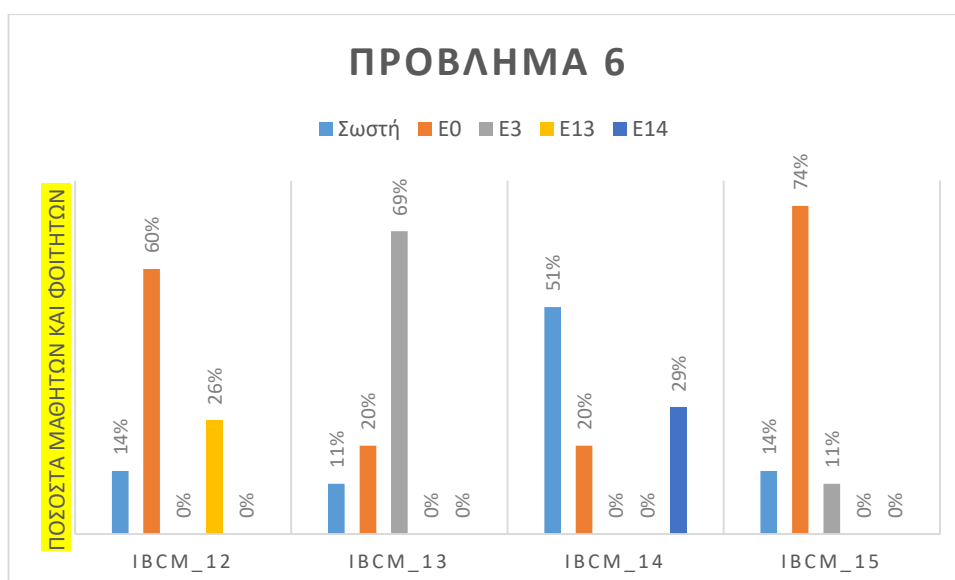


Στο γράφημα 11, παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξαν οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες σε κάθε μία από τις ερωτήσεις του προβλήματος, ενώ στο γράφημα 12, αποτυπώνεται το ποσοστό που απάντησε σωστά και το ποσοστό που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 11 Απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 6 του ερωτηματολογίου IBCM



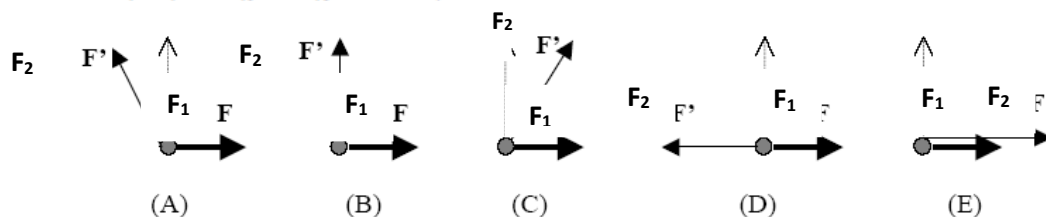
Γράφημα 12 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 6 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 12: Προσδιορισμός της κατεύθυνσης της δύναμης F_2 , ώστε ο δίσκος να κινείται στην κατεύθυνση που έχει οριστεί (εικόνα 19).

Εικόνα 19 Ερώτηση 12 του IBCM.

12. Σε ποιο από τα σχήματα παριστάνεται σωστά η κατεύθυνση της δύναμης F_2 ;
(η κλίμακα σχεδίασης είναι ίδια για τις F_1 και F_2)



Μόλις το 14% των συμμετεχόντων απαντά σωστά ότι η κατεύθυνση της κίνησης βρίσκεται πάνω στο διάνυσμα που προκύπτει από το άθροισμα των δυνάμεων F_1 και F_2 . Το 26% επέλεξε το B σχήμα και με την απάντησή τους υιοθετούν την εναλλακτική ιδέα ότι με την επίδρασή πολλών δυνάμεων το σώμα κινείται προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης (E13). Για το 60% οι απαντήσεις (επιλογές Γ και Δ) δεν μπορούν να ερμηνευτούν.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,803$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,878$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,683$).

Ερώτηση 13: Εξετάζει πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα του δίσκου όταν ασκούνται σε αυτόν ταυτόχρονα οι δύο σταθερές δυνάμεις σε όλη τη διαδρομή του (εικόνα 20).

Εικόνα 20 Ερώτηση 13 του IBCM.

13. Όταν οι δυο σταθερές δυνάμεις F_1 και F_2 ασκούνται ταυτόχρονα στο δίσκο σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του, η ταχύτητα του δίσκου:

- A) Ελαττώνεται συνεχώς
- B) Παραμένει σταθερή
- Γ) Παραμένει σταθερή για λίγο και αυξάνεται μετά
- Δ) Αυξάνεται συνεχώς
- E) Αυξάνεται για λίγο και παραμένει σταθερή μετά

Μόλις το 11% των συμμετεχόντων απαντά σωστά επιλέγοντας ότι το μέτρο της ταχύτητας αυξάνεται συνεχώς. Η πλειοψηφία (69%) απαντά ότι η ταχύτητα παραμένει σταθερή (54%) ή ότι αυξάνεται και παραμένει σταθερή μετά (14%) και φαίνεται να υιοθετούν με τις απαντήσεις τους την εναλλακτική ιδέα ότι η δύναμη και η ταχύτητα είναι ανάλογες (E3), ενώ για τους υπόλοιπους οι απαντήσεις (επιλογή Α και Γ) δεν ερμηνεύονται.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,233$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,186$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,400$).

Ερώτηση 14: Με δεδομένο να διατηρήσει ο δίσκος την αρχική του τροχιά και την ταχύτητα που επιλέχθηκε στην ερώτηση 13, ζητείται να εξεταστούν οι παρακάτω επιλογές για τις δυνάμεις F_1 και F_2 που ασκούνται στο δίσκο (Εικόνα 21).

Εικόνα 21 Ερώτηση 14 του IBCM.

14. Εστω οι δυνάμεις F_1 και F_2 που ασκούνται στο δίσκο
1. Οι δυνάμεις F_1 και F_2 ασκούνται μαζί συνεχώς πάνω στο δίσκο
 2. Οι δυνάμεις F_1 και F_2 ασκούνται μαζί πάνω στο δίσκο μέχρι ένα ορισμένο σημείο και μετά ο δίσκος κινείται χωρίς την επίδραση δυνάμεων
 3. Εναλλάσσονται μεταξύ τους οι δυνάμεις F_1 και F_2 . Αρχικά ασκείται μόνο η F_1 στο δίσκο για ένα χρονικό διάστημα, μετά η F_2 αντικαθιστά την F_1 και ασκείται για ίσο χρονικό διάστημα με την εναλλαγή να διατηρείται σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του δίσκου.
- Ποια από τις παραπάνω επιλογές θα μπορούσε να διατηρήσει την ευθύγραμμη κίνηση του δίσκου κατά μήκος της τροχιάς που φαίνεται παραπάνω και με την ίδια ταχύτητα που επιλέξατε στην ερώτηση 13 ;
- A) 1
 - B) 2
 - Γ) 3
 - Δ) 1 και 3
 - E) 2 και 3

Οι μισοί συμμετέχοντες (51%) απάντησαν σωστά (18 συμμετέχοντες) ότι οι δύο δυνάμεις ασκούνται μαζί συνεχώς πάνω στο δίσκο. Από αυτούς τους συμμετέχοντες, οι 12 είχαν υιοθετήσει την εναλλακτική ιδέα ότι η δύναμη και η ταχύτητα είναι ανάλογες (E3) στην προηγούμενη ερώτηση και μόλις 3 απάντησαν σωστά και στις δύο ερωτήσεις.

Το 29% των συμμετεχόντων επέλεξε το B (20%) ή το E (9%) και με τις απαντήσεις του υιοθέτησε την εναλλακτική ιδέα της εσωτερικής ώθησης, δηλαδή ότι ένα σώμα μπορεί να κινείται από μία δύναμη που είναι αποθηκευμένη μέσα του χωρίς να αλληλεπιδρά με κανέναν παράγοντα (E14). Για τους υπόλοιπους οι απαντήσεις (Γ και Δ) δεν μπορούν να ερμηνευτούν.

Η κατανομή των απαντήσεων των συμμετεχόντων διαφέρει στατιστικά σημαντικά ανάμεσα σε μαθητές και φοιτητές ($p\text{-value}=0,022$). Ενώ η πλειοψηφία των μαθητών/τριών (90,9%) επέλεξε τη σωστή απάντηση, μόλις το 33,3% των φοιτητών επέλεξε σωστά. Οι απαντήσεις του 41.7 % των φοιτητών εμπίπτουν στην εναλλακτική

ιδέα της εσωτερικής ώθησης (E14), ενώ οι υπόλοιπες απαντήσεις τους δεν ερμηνεύονται.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά φύλο (p -value=0,784) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης (p -value=0,275).

Ερώτηση 15: Με δεδομένο ότι μπορεί να εφαρμοστεί μόνο μία δύναμη στο δίσκο, τι μπορεί να συμβεί ώστε να διατηρηθεί η τροχιά και η μορφή της ταχύτητας που είχε (Εικόνα 22).

Εικόνα 22 Ερώτηση 15 του IBCM.

15. Αν μόνο μια δύναμη μπορεί να ασκηθεί στο δίσκο σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του, τι θα μπορούσε να γίνει ώστε να διατηρηθεί η κίνηση του δίσκου πάνω στην ίδια ευθεία και με την ίδια μορφή ταχύτητας που περιγράψατε στην απάντησή σου στην ερώτηση 13 ;

A) Να κλωτσήσουμε το δίσκο προς την κατεύθυνση των κουκίδων με το βέλος και να τον αφήσουμε να γλιστρά ελεύθερα χωρίς την επίδραση δύναμης επάνω του

B) Ασκείται μόνο μια δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης με τιμή ανάλογη με την ταχύτητα του δίσκου σε κάθε χρονική στιγμή

Γ) Ασκείται συνεχώς μια μόνο σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης, με τιμή ίση με τη διαφορά των τιμών των F_1 και F_2

Δ) Ασκείται συνεχώς μια μόνο σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης, με τιμή ίση με το άθροισμα των τιμών των F_1 και F_2

Ε) Ασκείται συνεχώς μια μόνο σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης με τιμή μικρότερη από το άθροισμα των τιμών των F_1 και F_2

Το 14% των συμμετεχόντων (5 συμμετέχοντες) απαντά σωστά ότι ασκείται συνεχώς μία μόνο σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης με τιμή μικρότερη από το άθροισμα των τιμών των δύο δυνάμεων. Από αυτούς τους 5 που απάντησαν σωστά οι 4 είχαν υιοθετήσει την εναλλακτική ιδέα ότι η ταχύτητα και η δύναμη είναι ανάλογες (E3) στην ερώτηση 13.

Το 11% των συμμετεχόντων/ουσών απάντησε ότι ασκείται μόνο μία δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης με τιμή ανάλογη με την ταχύτητα του δίσκου σε κάθε χρονική στιγμή και υιοθέτησε έτσι την εναλλακτική ιδέα ότι η ταχύτητα και η δύναμη είναι ανάλογες (E3), ενώ για τους υπόλοιπους που επέλεξαν το Α, Γ ή Δ, οι απαντήσεις δεν μπορούσαν να ερμηνευτούν.

Η κατανομή των απαντήσεων των συμμετεχόντων/ουσών διαφέρει κι εδώ στατιστικά σημαντικά ανάμεσα σε μαθητές και φοιτητές (p -value=0,023). Σε αυτήν την περίπτωση κανένας μαθητής δεν απάντησε σωστά, ενώ το 20,8% των φοιτητών επέλεξε σωστά. Η εναλλακτική της αναλογίας δύναμης – ταχύτητας (E3) επιλέχθηκε

από το 18,2% των μαθητών έναντι του 8,3% των φοιτητών. Οι υπόλοιπες απαντήσεις δεν ερμηνεύονται.

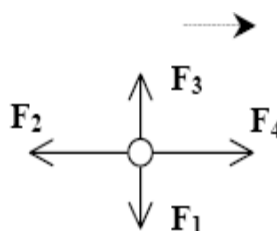
Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων/ουσών δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά φύλο ($p\text{-value}=0,394$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,240$).

Πρόβλημα 7

Το 7^ο πρόβλημα αποτελείται από μία ερώτηση (16) που αναφέρονται σε μικρό και λείο δίσκο του χόκεϋ που δέχεται την επίδραση τεσσάρων δυνάμεων F_1 , F_2 , F_3 και F_4 , οι οποίες ανά δύο έχουν αντίθετες κατευθύνσεις (F_1 με την F_3 και F_2 με την F_4) ενώ ο δίσκος κινείται κατά την κατεύθυνση της F_4 .

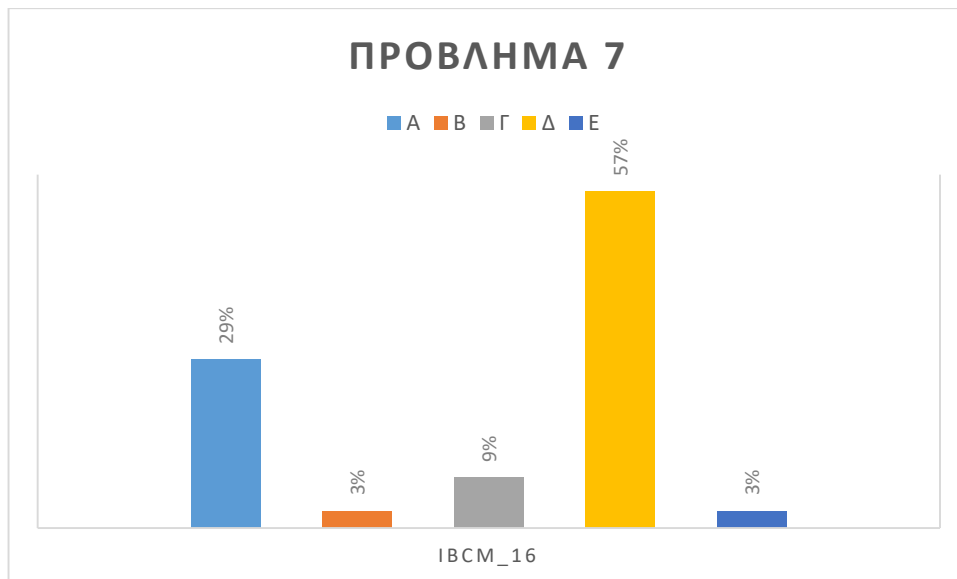
Ερώτηση 16: Ποια σχέση έχουν μεταξύ τους τα μέτρα των δυνάμεων

Σκοπός του προβλήματος είναι να ελέγξει την κατανόηση του νόμου της αδράνειας.

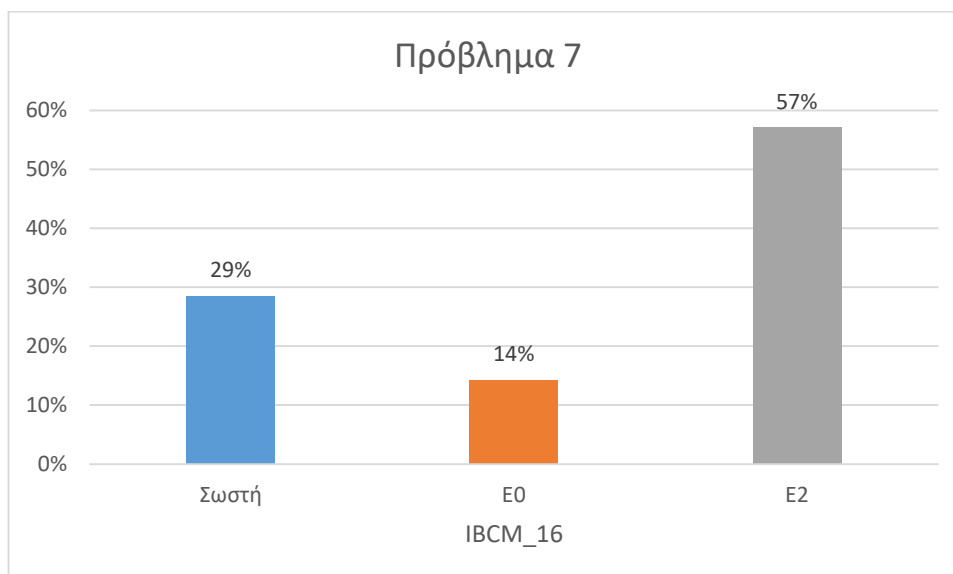


Στο Γράφημα 13, παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξαν οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες στην ερώτηση του προβλήματος, ενώ στο Γράφημα 14, αποτυπώνεται το ποσοστό των συμμετεχόντων που απάντησε σωστά και το ποσοστό που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 13 Απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 7 του ερωτηματολογίου IBCM.



Γράφημα 14 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 7 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 16: Ποια σχέση έχουν μεταξύ τους τα μέτρα των δυνάμεων (Εικόνα 23).

Εικόνα 23 Ερώτηση 16 του IBCM.

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 7

Τέσσερις δυνάμεις F_1 , F_2 , F_3 και F_4 ασκούνται μαζί σε ένα μικρό και λεπτό δίσκο του χόκεϊ. Ο δίσκος κινείται με σταθερή ταχύτητα κατά μήκος μιας ευθείας στην ίδια κατεύθυνση με τη δύναμη F_4 . Τα διανύσματα στο σχήμα αντιπροσωπεύουν τις κατευθύνσεις των τεσσάρων δυνάμεων, αλλά όχι το μέγεθος τους.

16. Ποια από τις παρακάτω απαντήσεις αντιπροσωπεύει καλύτερα τη σχέση που έχουν μεταξύ τους τα μέτρα των δυνάμεων;

- A) $F_4 = F_2$ και $F_3 = F_1$
- B) $F_4 = F_2$ και $F_3 > F_1$
- Γ) $F_4 > F_2$ και $F_3 > F_1$
- Δ) $F_4 > F_2$ και $F_3 = F_1$
- E) $F_4 > F_2$ και $F_3 < F_1$

Το 29% των συμμετεχόντων απαντά σωστά σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Newton ότι $F_1 = F_3$ και $F_2 = F_4$.

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων (57%) απάντησε ότι $F_1 = F_3$ και $F_2 < F_4$, υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της (E2), ενώ για τους υπόλοιπους οι απαντήσεις (επιλογές B, Γ ή E) δεν μπορούν να ερμηνευτούν.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων/ουσών δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα (p -value=0,630), ανά φύλο (p -value=0,509) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης (p -value=0,872).

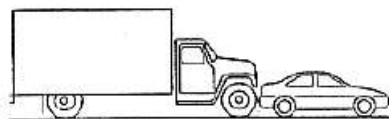
Πρόβλημα 8

Το 8^ο πρόβλημα αποτελείται από τρεις ερωτήσεις (17, 18 και 19) που αναφέρονται σε ένα μεγάλο φορτηγό που σπρώχνει ένα επιβατικό αυτοκίνητο και ελέγχουν την κατανόηση του νόμου δράσης – αντίδρασης.

Ερώτηση 17: Αφορά αν ασκούνται δυνάμεις μεταξύ των οχημάτων και σε ποιο χρονικό σημείο γίνεται η εμφάνιση μιας δύναμης σε σχέση με την άλλη

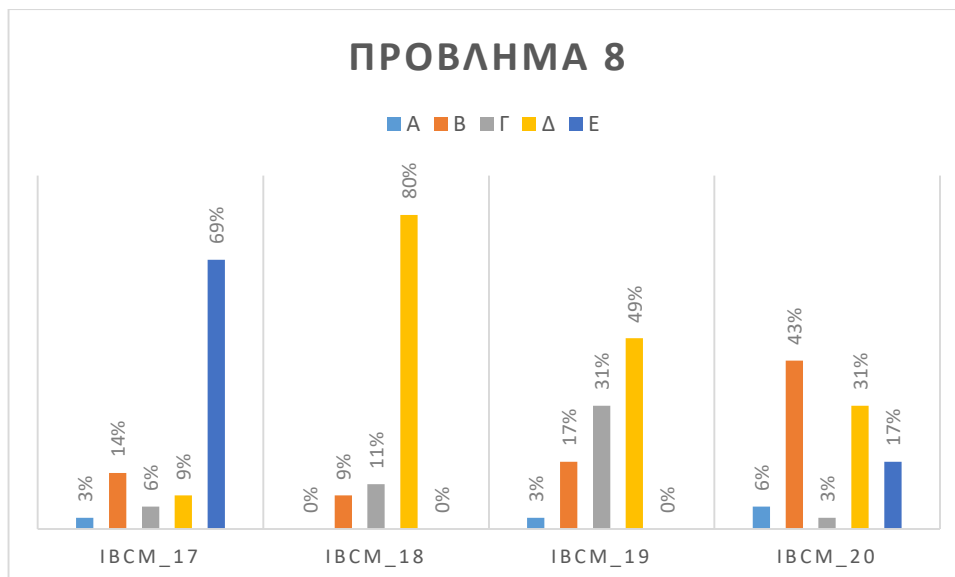
Ερώτηση 18: Πώς ασκούνται δυνάμεις από το ένα όχημα στο άλλο όταν το φορτηγό αρχίζει να μετακινεί το αυτοκίνητο στον οριζόντιο δρόμο

Ερώτηση 19: Πώς ασκούνται δυνάμεις από το ένα όχημα στο άλλο όταν το φορτηγό σπρώχνει το επιβατικό αυτοκίνητο με μια σταθερή ταχύτητα που έχει αποκτήσει

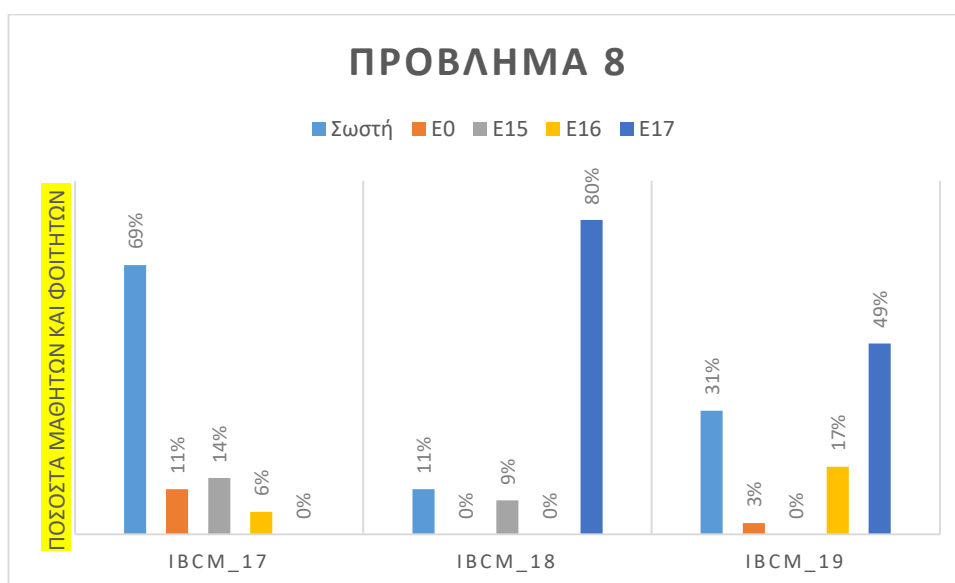


Στο Γράφημα 15, παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξαν οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες σε κάθε μία από τις ερωτήσεις του προβλήματος, ενώ στο Γράφημα 16, αποτυπώνεται το ποσοστό που απάντησε σωστά και το ποσοστό που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 15 Απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 8 του ερωτηματολογίου IBCM.



Γράφημα 16 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 8 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 17: Αναφέρεται στη χρονική στιγμή όπου το φορτηγό ακουμπά το αυτοκίνητο και αρχίζει να το σπρώχνει και το ερώτημα είναι αν ασκούνται δυνάμεις

μεταξύ των οχημάτων και σε ποιο χρονικό σημείο γίνεται η εμφάνιση μιας δύναμης σε σχέση με την άλλη (Εικόνα 24).

Εικόνα 24 Ερώτηση 17 του IBCM.

17. Όταν το φορτηγό ακουμπάει το αυτοκίνητο και αρχίζει να το σπρώχνει:
- A) Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο
 - B) Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό
 - Γ) Το φορτηγό αρχικά ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο και μετά από λίγη ώρα το αυτοκίνητο αρχίζει να ασκεί δύναμη στο φορτηγό
 - Δ) Το αυτοκίνητο αρχικά ασκεί δύναμη στο φορτηγό και μετά από λίγη ώρα το φορτηγό αρχίζει να ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο
 - E) Τα δύο οχήματα ασκούν δυνάμεις το ένα στο άλλο ταυτόχρονα

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων (69%) απάντησε σωστά ότι οι δύο δυνάμεις εμφανίζονται ταυτόχρονα μεταξύ των οχημάτων. Μικρό ποσοστό των συμμετεχόντων (14%) απάντησε ότι μόνο το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι μόνο τα μεγάλα σώματα ασκούν δυνάμεις στα μικρά όταν είναι σε επαφή (E15). Ακόμη μικρότερο ποσοστό (6%) απαντά ότι στην αρχή ασκεί δύναμη μόνο το φορτηγό, ενώ στη συνέχεια ασκεί δύναμη και το αυτοκίνητο υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι όταν δύο σώματα είναι σε επαφή αρχικά ασκεί δύναμη μόνο το ενεργό αίτιο (E16). Οι απαντήσεις (επιλογές A και Δ) των υπόλοιπων δεν ερμηνεύονται.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,844$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,645$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,442$).

Ερώτηση 18: Με ποιον τρόπο ασκούνται δυνάμεις από το ένα όχημα στο άλλο όταν το φορτηγό αρχίζει να μετακινεί το αυτοκίνητο στον οριζόντιο δρόμο (Εικόνα 25).

Εικόνα 25 Ερώτηση 18 του IBCM.

18. Όταν το φορτηγό αρχίζει να μετακινεί το αυτοκίνητο στον οριζόντιο δρόμο
- A) Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο
 - B) Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό
 - Γ) Τα δύο οχήματα ασκούν, το ένα στο άλλο, δυνάμεις με ίσα μέτρα
 - Δ) Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη δύναμη
 - E) Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το αυτοκίνητο ασκεί μεγαλύτερη δύναμη

Μόλις το 11% των συμμετεχόντων απαντά σωστά ότι τα δύο οχήματα ασκούν δυνάμεις με ίσα μέτρα το ένα στο άλλο.

Η μεγάλη πλειοψηφία των συμμετεχόντων (80%) απαντά ότι κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη και υιοθετεί έτσι την εναλλακτική ιδέα κατά την οποία τα μεγαλύτερα σώματα ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα μικρότερα όταν είναι σε επαφή (E17). Ένα μικρό ποσοστό (9%) απαντά ότι ασκεί δύναμη μόνο το φορτηγό και υιοθετεί την εναλλακτική ιδέα ότι μόνο τα μεγάλα σώματα ασκούν δυνάμεις στα μικρά όταν είναι σε επαφή (E15).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,541$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,586$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,581$).

Ερώτηση 19: Με ποιον τρόπο ασκούνται δυνάμεις από το ένα όχημα στο άλλο όταν το φορτηγό σπρώχνει το επιβατικό αυτοκίνητο με μια σταθερή ταχύτητα που έχει αποκτήσει (Εικόνα 26).

Εικόνα 26 Ερώτηση 19του IBCM.

19. Μετά από λίγο το φορτηγό αποκτά μια ταχύτητα την οποία κατόπιν διατηρεί σταθερή. Καθώς το φορτηγό σπρώχνει το αυτοκίνητο με αυτή τη σταθερή ταχύτητα:
- A) Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο
 - B) Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο, αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό
 - Γ) Τα δύο οχήματα ασκούν, το ένα στο άλλο, δυνάμεις με ίσα μέτρα
 - Δ) Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη δύναμη
 - Ε) Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το αυτοκίνητο ασκεί μεγαλύτερη δύναμη

Το 31% των συμμετεχόντων (11 συμμετέχοντες) απαντά σωστά ότι τα δύο σώματα ασκούν δυνάμεις με ίσα μέτρα το ένα στο άλλο. Από αυτούς μόνο οι 2 απάντησαν σωστά και στην προηγούμενη ερώτηση.

Σχεδόν οι μισοί συμμετέχοντες (49%, 17 συμμετέχοντες) απάντησε ότι κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη δύναμη, υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι τα μεγαλύτερα σώματα ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα μικρότερα όταν είναι σε επαφή (E17). Από αυτούς οι 15, είχαν υιοθετήσει την ίδια εναλλακτική ιδέα (E17) και στην προηγούμενη ερώτηση. Ένας συμμετέχοντας είχε υιοθετήσει την εναλλακτική ότι μόνο τα μεγάλα σώματα ασκούν δυνάμεις στα μικρά

όταν είναι σε επαφή (E15), στην προηγούμενη ερώτηση, ενώ η απάντηση του τελευταίου στην προηγούμενη ερώτηση δεν μπορούσε να ερμηνευτεί.

Το 17% των συμμετεχόντων (6 συμμετέχοντες) απάντησε ότι μόνο το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο, υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι μόνο τα μεγάλα σώματα ασκούν δυνάμεις στα μικρά όταν είναι σε επαφή (E15). Από αυτούς οι 2, με την απάντησή τους στην προηγούμενη ερώτηση είχαν υιοθετήσει την ίδια εναλλακτική ιδέα (E15), ενώ οι υπόλοιποι είχαν υιοθετήσει την ιδέα ότι τα μεγαλύτερα σώματα ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα μικρότερα όταν είναι σε επαφή (E17).

Για το υπόλοιπο 3% των συμμετεχόντων οι απαντήσεις δεν μπορούσαν να ερμηνευτούν (επιλογή Α).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}>0,999$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,219$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,856$).

Πρόβλημα 9

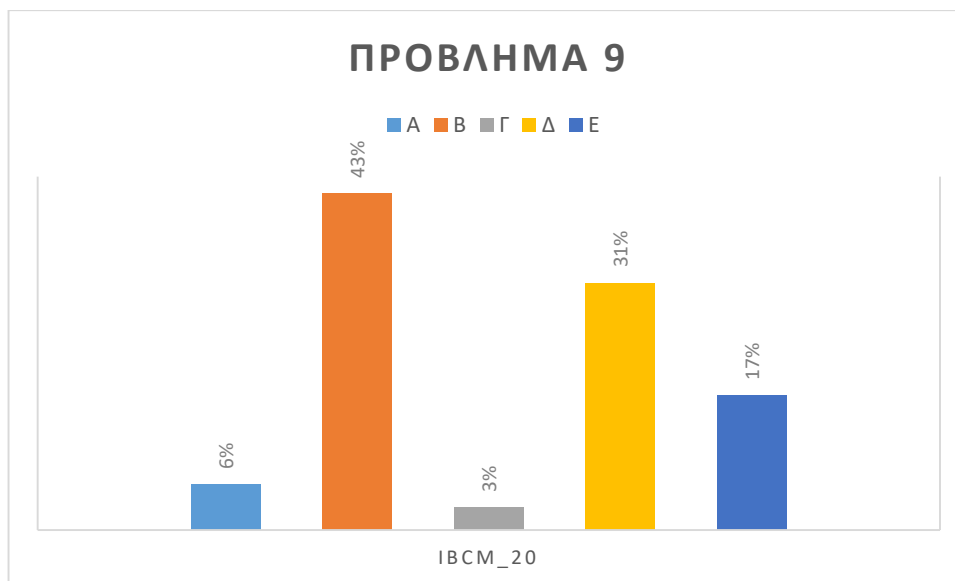
Το 9^ο πρόβλημα αποτελείται από μία ερώτηση (20) που αναφέρεται σε ένα διαστημόπλοιο με τις μηχανές σβηστές που κινείται με σταθερή ταχύτητα σε ευθεία γραμμή ξεκινώντας από ένα σημείο P και ελέγχει την κατανόηση του 1^{ου} νόμου του Newton..

Ερώτηση 20: Ποιες δυνάμεις είναι υπεύθυνες για την κίνηση του διαστημοπλοίου μετά το σημείο P

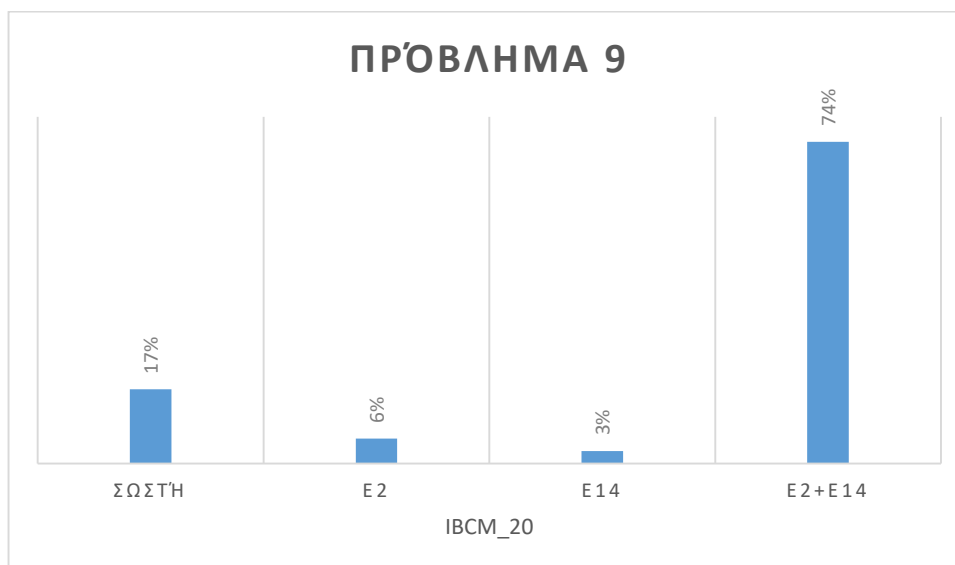


Στο Γράφημα 17 παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξαν οι μαθητές και οι φοιτητές στην ερώτηση του προβλήματος, ενώ στο Γράφημα 18 αποτυπώνεται το ποσοστό των συμμετεχόντων που απάντησε σωστά και το ποσοστό που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 17 Απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 9 του ερωτηματολογίου IBCM.



Γράφημα 18 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 9 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 20: Ποιες δυνάμεις είναι υπεύθυνες για την κίνηση του διαστημοπλοίου μετά το σημείο P (Εικόνα 27).

Εικόνα 27 Ερώτηση 20 του IBCM.

20. Ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις είναι υπεύθυνες για την κίνηση του διαστημοπλοίου όπως περιγράφεται παραπάνω πέρα από το σημείο P όπου:
- F_1 : Μια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης ασκούμενη από μερικούς πλανήτες ή άλλα ουράνια αντικείμενα
- F_2 : Μια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης που οφείλεται στην αρχική ώθηση του διαστημοπλοίου πριν φτάσει στο P
- F_3 : Μια εσωτερική ώθηση η οποία αναπτύσσεται σταδιακά από το διαστημόπλοιο καθώς αυτό κινείται πέρα από το P
- A) F_1
B) F_2
Γ) F_3
Δ) Ένας συνδυασμός από τις παραπάνω δυνάμεις.
Ε) Καμία. Το διαστημόπλοιο μπορεί να κινείται με σταθερή ταχύτητα σε ευθεία γραμμή χωρίς να οδηγείται από κάποιες εσωτερικές ή εξωτερικές δυνάμεις

Μόλις το 17% των συμμετεχόντων απάντησε σωστά ότι το διαστημόπλοιο μπορεί να κινείται με σταθερή ταχύτητα χωρίς την επίδραση κάποιας δύναμης. Η μεγάλη πλειοψηφία (74%) των συμμετεχόντων απάντησε το B (43%) ή το Δ (31%) υιοθετώντας συνδυασμό δύο εναλλακτικών ιδεών ότι η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της (E2) ή ότι το διαστημόπλοιο έχει αποθηκεύσει εσωτερική ώθηση που προκαλεί την κίνησή του (E14).

Το 6% των συμμετεχόντων επέλεξε την επιλογή A, υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της (E2), ενώ το 3% επιλέγοντας το Γ, υιοθέτησε την εναλλακτική ιδέα ότι το διαστημόπλοιο έχει αποθηκεύσει εσωτερική ώθηση που προκαλεί την κίνησή του (E14).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,532$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,582$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,277$).

Πρόβλημα 10

Το 10^ο πρόβλημα αποτελείται από δύο ερωτήσεις (21 και 22) που αναφέρονται σε ένα διαστημόπλοιο με τις μηχανές σβηστές που κινείται με σταθερή ταχύτητα και όταν φτάσει στο σημείο Q ενεργοποιούνται οι μηχανές του. Σκοπός του προβλήματος αυτού είναι ο έλεγχος της κατανόησης της σύνθεσης δυνάμεων και του 2^{ου} νόμου του Newton.

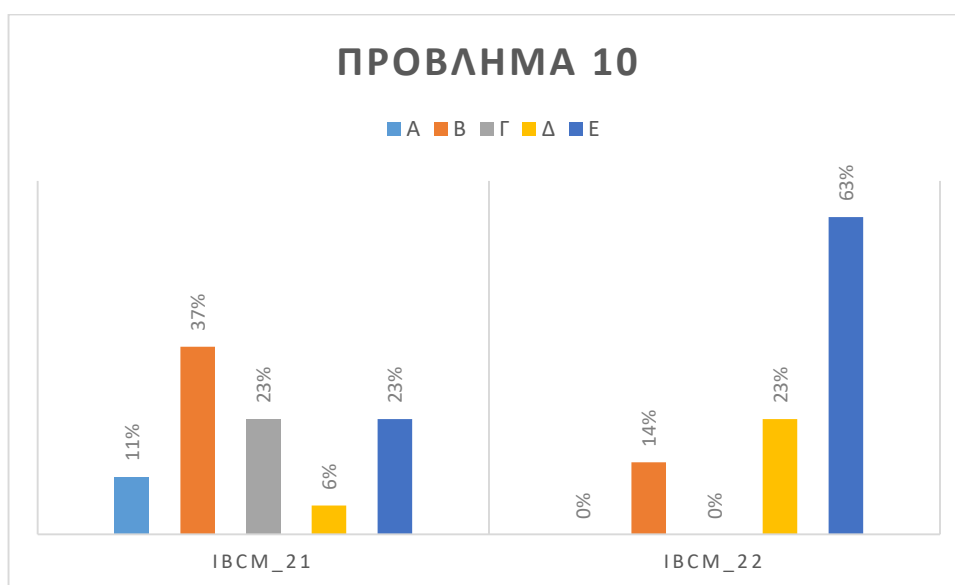
Ερώτηση 21: Ποια η τροχιά της κίνησης του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q

Ερώτηση 22: Ποιος ο τρόπος μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας κατά μήκος της τροχιάς του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q

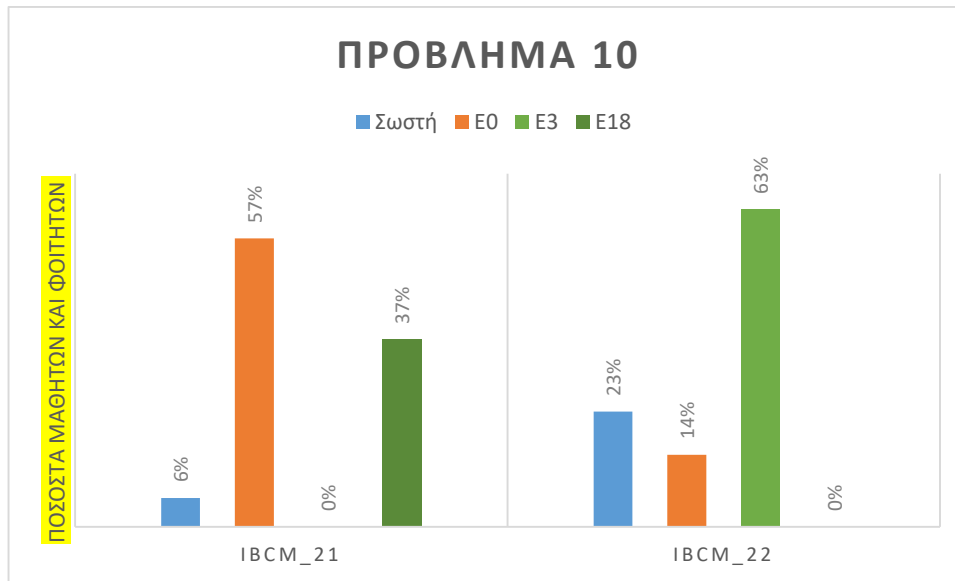


Στο Γράφημα 19, παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξανε οι μαθητές και οι φοιτητές σε κάθε μία από τις ερωτήσεις του προβλήματος, ενώ στο Γράφημα 20, αποτυπώνεται το ποσοστό των συμμετεχόντων που απάντησε σωστά και το ποσοστό που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 19 Απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 10 του ερωτηματολογίου IBCM.



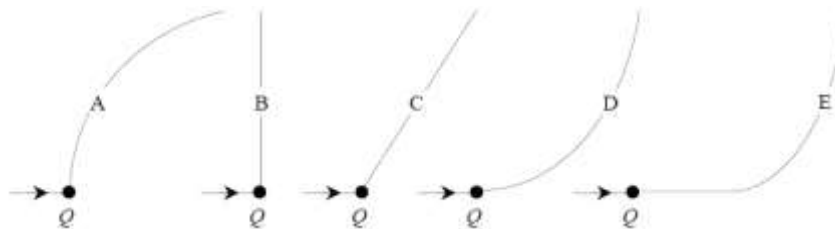
Γράφημα 20 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 10 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 21: Επιλογή της τροχιάς της κίνησης του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q (Εικόνα 28).

Εικόνα 28 Ερώτηση 21 του IBCM.

21. Ποια από τις τροχιές του σχήματος αντιπροσωπεύει καλύτερα την τροχιά κίνησης του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q;



Μικρό ποσοστό των συμμετεχόντων (6%) απάντησε σωστά σε αυτήν την ερώτηση, δηλαδή ότι η τροχιά θα είναι παραβολική. Το 37% των συμμετεχόντων απάντησε το B και φαίνεται να βάσισε τις απαντήσεις του στην εναλλακτική ιδέα ότι η κίνηση προϋποθέτει αποκλειστικά και μόνο δύναμη η οποία και θα καθορίσει την τροχιά της (Ε18), ενώ για τους υπόλοιπους οι απαντήσεις (επιλογές A, Γ και E) δεν μπορούσαν να ερμηνευτούν.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,481$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,460$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,735$).

Ερώτηση 22: Τρόπος μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας κατά μήκος της τροχιάς του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q (εικόνα 29).

Εικόνα 29 Ερώτηση 22 του IBCM.

22. Η ταχύτητα του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q και κατά μήκος της τροχιάς που επιλέξατε παραπάνω
- A) Μειώνεται συνεχώς
 - B) Παραμένει σταθερή
 - Γ) Παραμένει σταθερή για λίγο και μειώνεται μετά
 - Δ) Αυξάνεται συνεχώς
 - Ε) Αυξάνεται για λίγο και μετά παραμένει σταθερή

Το 23% των συμμετεχόντων απάντησε σωστά ότι η ταχύτητα αυξάνεται συνεχώς. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες (63%) απάντησαν ότι η ταχύτητα αυξάνεται για λίγο και μετά παραμένει σταθερή, σύμφωνα με την εναλλακτική ιδέα ότι η δύναμη και η ταχύτητα είναι ανάλογες (E3).

Οι απαντήσεις (επιλογές A, B και Γ) των υπόλοιπων δεν μπορούν να ερμηνευτούν.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,501$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,272$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,616$).

Πρόβλημα 11

Το 11^ο πρόβλημα αποτελείται από τρεις ερωτήσεις (23, 24 και 25) που αναφέρονται σε δύο μικρούς και λεπτούς δίσκους του χόκεϋ P και Q που βρίσκονται πάνω σε λεία οριζόντια επιφάνεια και στους οποίους ασκούνται ίσες δυνάμεις. Οι δίσκοι έχουν ίσες διαστάσεις αλλά ο P έχει διπλάσια μάζα από τον Q. Σκοπός του προβλήματος αυτού είναι ο έλεγχος της κατανόησης του 2^{ου} νόμου του Newton.

Ερώτηση 23: Ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει στη γραμμή τερματισμού ο βαρύτερος δίσκος P

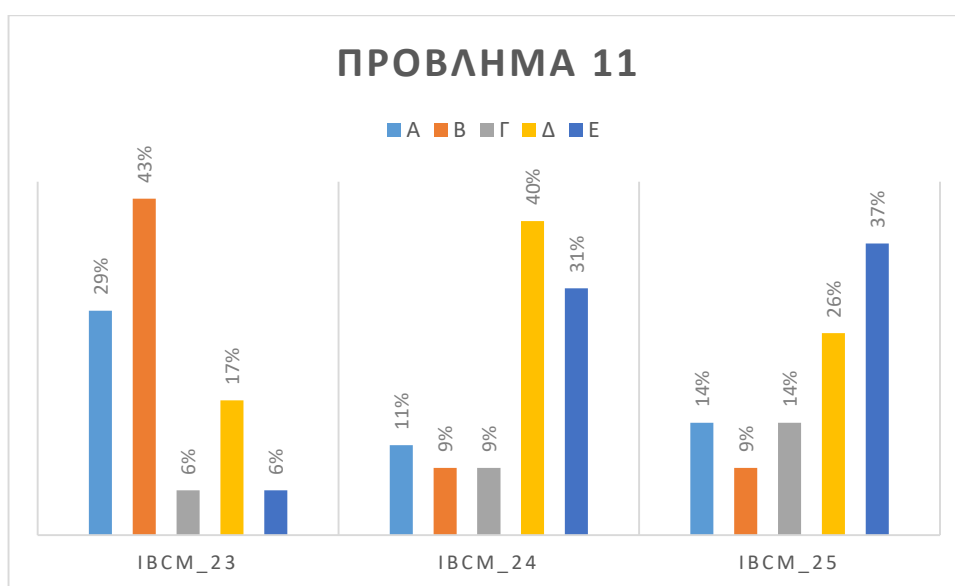
Ερώτηση 24: Ποιο είναι το μέτρο της ταχύτητας του βαρύτερου δίσκου P στη γραμμή τερματισμού.

Ερώτηση 25: Ποια είναι η επιτάχυνση του βαρύτερου δίσκου P κατά τη διάρκεια της κίνησης.

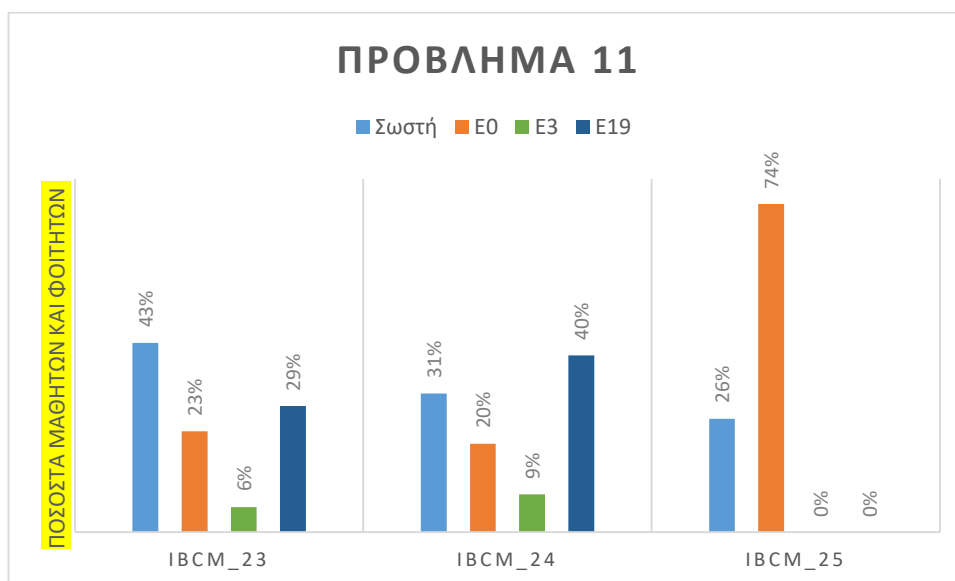


Στο Γράφημα 21, παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξαν οι μαθητές και οι φοιτητές σε κάθε μία από τις ερωτήσεις του προβλήματος, ενώ στο Γράφημα 22, αποτυπώνεται το ποσοστό των συμμετεχόντων που απάντησε σωστά και το ποσοστό που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 21 Απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 11 του ερωτηματολογίου IBCM.



Γράφημα 22 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 11 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 23: Ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει στη γραμμή τερματισμού ο βαρύτερος δίσκος P.(Εικόνα 30)

Εικόνα 30 Ερώτηση 23 του IBCM.

23. Ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει στη γραμμή τερματισμού ο βαρύτερος δίσκος P είναι:

- A) Διπλάσιος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα
- B) Μεγαλύτερος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα αλλά όχι διπλάσιος
- Γ) Ίσος με το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα
- Δ) Ο μισός από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα
- Ε) Μικρότερος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα, αλλά όχι ο μισός

Το 43% των συμμετεχόντων απαντά σωστά ότι ο βαρύτερος δίσκος χρειάζεται περισσότερο χρόνο από τον ελαφρύτερο αλλά όχι τον διπλάσιο. Το 29% των συμμετεχόντων απάντησε ότι ο χρόνος που απαιτείται είναι διπλάσιος από τον χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι τα βαρύτερα κινούνται πιο αργά στην οριζόντια κίνηση (E19). Μικρό ποσοστό των συμμετεχόντων (6%) απάντησε ότι οι δύο δίσκοι θα φτάσουν στο τέρμα σε ίσους χρόνους, υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι η ταχύτητα και η δύναμη είναι ανάλογες (E3). Οι απαντήσεις των υπόλοιπων δεν μπορούν να ερμηνευτούν (Α και Β).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων/ουσών δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,880$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,270$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}>0,999$).

Ερώτηση 24: Ποιο είναι το μέτρο της ταχύτητας του βαρύτερου δίσκου P στη γραμμή τερματισμού.

Εικόνα 31 Ερώτηση 24 του IBCM.

24. Στη γραμμή τερματισμού το μέτρο της ταχύτητας του βαρύτερου δίσκου P, είναι:

- A) Διπλάσιο από αυτό του ελαφρύτερου δίσκου Q
- B) Μεγαλύτερο από το μέτρο της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q αλλά όχι διπλάσιο
- Γ) Ίσο με αυτό του ελαφρύτερου δίσκου Q
- Δ) Το μισό από αυτό της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q
- Ε) Μικρότερο από το μέτρο της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι το μισό

Το 31% των συμμετεχόντων απαντά σωστά ότι η επιτάχυνση του βαρύτερου δίσκου είναι μισή από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q.

Το 40% των συμμετεχόντων απάντησε ότι το μέτρο της ταχύτητας του βαρύτερου δίσκου P είναι μισή από την ταχύτητα του ελαφρύτερου δίσκου Q, υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι τα βαρύτερα σώματα κινούνται πιο αργά στην οριζόντια κίνηση (E19). Ένα 9% απαντά ότι το μέτρο της ταχύτητας του βαρύτερου δίσκου P είναι ίσο με το μέτρο της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q, υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα της αναλογίας της δύναμης και της ταχύτητας.

Για τους υπόλοιπους οι απαντήσεις δεν ερμηνεύονται (A και B).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,639$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,213$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,621$).

Ερώτηση 25: Ποια είναι η επιτάχυνση του βαρύτερου δίσκου P κατά τη διάρκεια της κίνησης.

Εικόνα 32 Ερώτηση 25 του IBCM.

25. Κατά τη διάρκεια της κίνησης η επιτάχυνση του βαρύτερου δίσκου είναι:

- A) Διπλάσια από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q
- B) Μεγαλύτερη από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι απαραίτητα διπλάσια
- Γ) Ίση με την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q
- Δ) Μισή από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q
- E) Μικρότερη από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι απαραίτητα η μισή

Το 26% των συμμετεχόντων απαντά σωστά ότι το μέτρο της ταχύτητας του βαρύτερου δίσκου είναι μικρότερο από του ελαφρύτερου αλλά όχι το μισό. Οι απαντήσεις των υπόλοιπων δεν ερμηνεύονται μέσα από κάποια εναλλακτική ιδέα.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,186$), ανά φύλο ($p\text{-value}>0,999$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,602$).

Πρόβλημα 12

Το 12^ο πρόβλημα αποτελείται από τρεις ερωτήσεις (26, 27 και 28) που αναφέρονται σε ένα κιβώτιο που το σπρώχνουμε με σταθερή οριζόντια δύναμη F , με αποτέλεσμα το κιβώτιο να μετακινείται με σταθερή ταχύτητα v_0 πάνω σε οριζόντιο δάπεδο [με F_1 συμβολίζεται το βάρος του κιβωτίου και με F_2 η οριζόντια δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση του κιβωτίου]. Το πρόβλημα αφορά την σχέση της δύναμης με την κίνηση και το 2^ο νόμο του Newton.

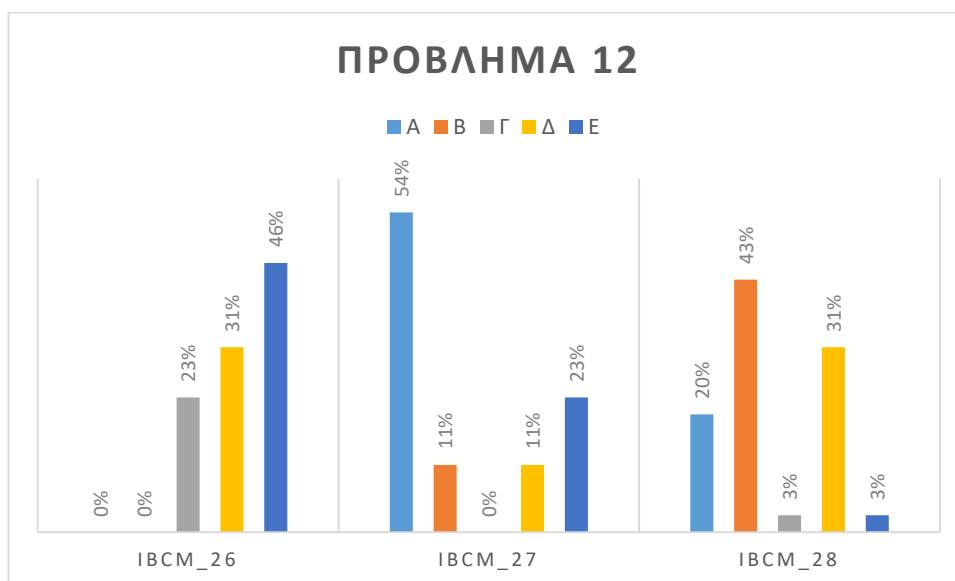
Ερώτηση 26: Ποιο είναι το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο κιβώτιο

Ερώτηση 27: Με τι ταχύτητα κινείται το κιβώτιο

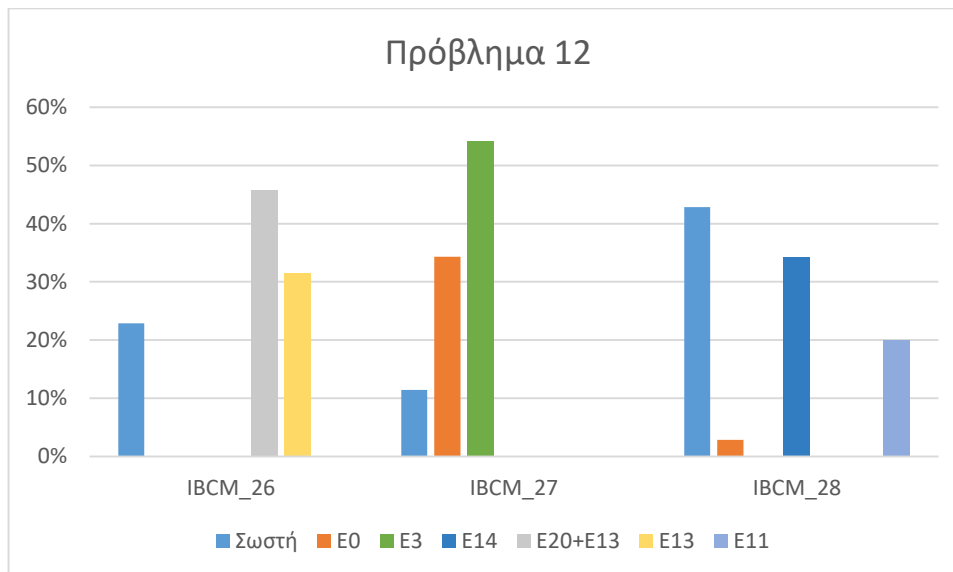
Ερώτηση 28: Τι θα συμβεί στο κιβώτιο αν το σπρώξετε για λίγο, χάσετε την επαφή και σταματήσετε να του ασκείτε δύναμη

Στο Γράφημα 23, παρουσιάζονται οι συχνότητες κάθε μιας από τις 5 απαντήσεις που επιλέξαν οι μαθητές και οι φοιτητές σε κάθε μία από τις ερωτήσεις του προβλήματος, ενώ στο Γράφημα 24, αποτυπώνεται το ποσοστό των συμμετεχόντων που απάντησε σωστά και το ποσοστό που απάντησε κάθε διαθέσιμη εναλλακτική ιδέα.

Γράφημα 23 Απαντήσεις μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 12 του ερωτηματολογίου IBCM.



Γράφημα 24 Σωστές και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και φοιτητών στο Πρόβλημα 12 του ερωτηματολογίου IBCM.



Ερώτηση 26: Ποιο είναι το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο κιβώτιο (εικόνα 33).

Εικόνα 33 Ερώτηση 26 του IBCM.

26. Σπρώχνετε ένα κιβώτιο με σταθερή οριζόντια δύναμη F , με αποτέλεσμα το κιβώτιο να μετακινείται με σταθερή ταχύτητα v_0 πάνω σε οριζόντιο δάπεδο. Έστω ότι στο κιβώτιο ασκούνται και οι δύο ακόλουθες δυνάμεις:

F_1 : Το βάρος του κιβωτίου
 F_2 : Η οριζόντια δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση του κιβωτίου
 Το μέτρο της δύναμης F που ασκείται στο κιβώτιο είναι:

A) Ίσο με το μέτρο της F_1
 B) Μεγαλύτερο από το μέτρο της F_1
 Γ) Ίσο με το μέτρο της F_2
 Δ) Μεγαλύτερό από το μέτρο της F_2
 Ε) Μεγαλύτερό από το μέτρο της καθεμιάς από τις F_1 ή F_2

Το 23% των συμμετεχόντων απάντησε σωστά ότι το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο κιβώτιο είναι ίσο με το μέτρο της οριζόντιας δύναμης που αντιστέκεται στην κίνηση του κιβωτίου.

Το 46% των συμμετεχόντων απάντησε ότι το μέτρο της δύναμης είναι ίσο με το μεγαλύτερο από το μέτρο του βάρους του ή της οριζόντιας δύναμης που αντιστέκεται στην κίνηση, υιοθετώντας το συνδυασμό δύο εναλλακτικών ιδεών ότι βαρύτερα σώματα απαιτούν μεγαλύτερη δύναμη για να μετακινηθούν (E20) και ότι με την

επίδραση πολλών δυνάμεων το σώμα κινείται προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης (E13).

Το υπόλοιπο 31% των συμμετεχόντων απάντησε ότι το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο κιβώτιο είναι μεγαλύτερο από το μέτρο της οριζόντιας δύναμης που αντιστέκεται στην κίνηση του κιβωτίου υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα ότι με την επίδραση πολλών δυνάμεων το σώμα κινείται προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης (E13).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,233$) ή ανά φύλο ($p\text{-value}=0,186$). Παρατηρείται όμως μια οριακά στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις όσων η απώλεια όρασης ήταν εκ γενετής και όσων ήταν επίκτητη ($p\text{-value}=0,063$). Το 36,8% όσων η απώλεια όρασης ήταν εκ γενετής απάντησε σωστά έναντι του 6,3% όσων είχαν επίκτητη απώλεια όρασης. Το 31,6% όσων η απώλεια όρασης ήταν εκ γενετής επέλεξε το Δ (E13) έναντι του 31,3% όσων είχαν επίκτητη απώλεια όρασης, ενώ το 31,6% όσων η απώλεια όρασης ήταν εκ γενετής επέλεξε το Ε (E20 +E13) έναντι του 62,5% όσων είχαν επίκτητη απώλεια όρασης.

Ερώτηση 27: Με τι ταχύτητα κινείται το κιβώτιο 34).

Εικόνα 34 Ερώτηση 27 του IBCM.

27. Σπρώχνετε το ίδιο κιβώτιο στο ίδιο πάτωμα με σταθερή οριζόντια δύναμη η οποία έχει διπλάσιο μέτρο από τη δύναμη F που ασκήσατε στο κιβώτιο στην προηγούμενη ερώτηση. Το κιβώτιο κινείται:
- A) Με σταθερή ταχύτητα η οποία έχει διπλάσιο μέτρο από την ταχύτητα του κιβωτίου v_0 της προηγούμενης ερώτησης
 - B) Με σταθερή ταχύτητα η οποία είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του κιβωτίου v_0 της προηγούμενης ερώτησης, αλλά όχι διπλάσια
 - Γ) Για λίγο σταθερή ταχύτητα η οποία είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του κιβωτίου v_0 της προηγούμενης ερώτησης, και μετά με συνεχώς αυξανόμενη ταχύτητα
 - Δ) Με συνεχώς αυξανόμενη ταχύτητα
 - Ε) Για λίγο με ταχύτητα που αυξάνεται, και στη συνέχεια με ταχύτητα σταθερού μέτρου

Μόλις το 11% των συμμετεχόντων απάντησε σωστά ότι το κιβώτιο κινείται με συνεχώς αυξανόμενη ταχύτητα. Πάνω από τους μισούς συμμετέχοντες (54%) απάντησε ότι το κιβώτιο κινείται με σταθερή ταχύτητα η οποία έχει διπλάσιο μέτρο από την ταχύτητα του κιβωτίου της προηγούμενης ερώτησης, υιοθετώντας την εναλλακτική ότι η ταχύτητα και η δύναμη είναι ανάλογες (E3).

Οι απαντήσεις (Β, Γ και Ε) των υπολοίπων δεν ερμηνεύονται.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,254$), ανά φύλο ($p\text{-value}=0,312$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,907$).

Ερώτηση 28: Τι θα συμβεί στο κιβώτιο αν το σπρώξετε για λίγο, χάσετε την επαφή και σταματήσετε να του ασκείτε δύναμη (εικόνα 35).

Εικόνα 35 Ερώτηση 28 του IBCM.

28. Αφού σπρώξετε το κιβώτιο για λίγο, χάνετε την επαφή με αυτό και σταματάτε να ασκείτε κάθε δύναμη επάνω του. Το κιβώτιο κατόπιν :

- A) θα σταματήσει αμέσως
- B) αρχίζει αμέσως να επιβραδύνεται μέχρι που σταματά
- Γ) θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα
- Δ) θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα για λίγο, και στη συνέχεια επιβραδύνεται μέχρι που σταματά
- Ε) συνεχίζει να κινείται με αυξανόμενη ταχύτητα για λίγο και μετά επιβραδύνεται μέχρι που σταματά.

Το 34% των συμμετεχόντων απαντώντας ότι συνεχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα για λίγο και μετά επιβραδύνει μέχρι να σταματήσει (31%) ή ότι συνεχίζει να κινείται με αυξανόμενη ταχύτητα για λίγο και μετά επιβραδύνει μέχρι να σταματήσει (3%), υιοθετεί την εναλλακτική ιδέα της εσωτερικής ώθησης (E14). Το 20% των συμμετεχόντων απαντά ότι το κιβώτιο θα σταματήσει αμέσως υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα κατά την οποία η κίνηση υπάρχει αν υπάρχει δύναμη.

Οι υπόλοιπες απαντήσεις (Γ) δεν ερμηνεύονται μέσα από κάποια εναλλακτική ιδέα.

Πίνακας 13: Απαντήσεις συμμετεχόντων ανά χρονολογική απώλεια όρασης.

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
IBCM_1. Κατά την άνοδο της πέτρας ποια είναι η σχέση του μέτρου της ταχύτητάς στο σημείο R, σε σύγκριση με το μέτρο που είχε η ταχύτητά της στο σημείο Q.	A. Η μισή από την ταχύτητα που είχε στο Q.	3	15,8%	3	18,8%	0,404
	B. Μικρότερη από την ταχύτητα που είχε στο Q αλλά όχι η μισή.	4	21,1%	6	37,5%	
	C. Ίση με την ταχύτητά που είχε στο Q.	6	31,6%	5	31,3%	
	D. Διπλάσια από την ταχύτητα που είχε στο Q.	2	10,5%	2	12,5%	
	E. Μεγαλύτερη από την ταχύτητα που είχε στο Q αλλά όχι διπλάσια Q.	4	21,1%	0	0,0%	
IBCM_2. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις επιδρούν στην πέτρα κατά την άνοδό της. F1: μια δύναμη με διεύθυνση κατακόρυφη και φορά προς τα πάνω F2: μια κατακόρυφη δύναμη και με φορά προς τα κάτω που ασκείται από τη Γη.	A. Η σχεδόν σταθερή δύναμη F2.	2	10,5%	1	6,3%	0,809
	B. Η F1 και η F2 με σχεδόν σταθερό μέτρο.	3	15,8%	1	6,3%	
	C. Η F1και η F2 με μέτρο που συνεχώς ελαττώνεται.	2	10,5%	1	6,3%	
	D. Η σχεδόν σταθερή F1 και η F2 που ελαττώνεται κατά την άνοδο.	5	26,3%	4	25,0%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	E. F1 το μέτρο της οποίας ελαττώνεται και η σχεδόν σταθερή F2.	7	36,8%	9	56,3%	
IBCM_3. Τι συμβαίνει στην ταχύτητα και την επιτάχυνση της πέτρας τη στιγμή που αυτή φτάσει στο σημείο T·	A. Η ταχύτητα και η επιτάχυνσή της μηδενίζονται στιγμιαία.	10	52,6%	6	37,5%	0,288
	B. Η ταχύτητά της μηδενίζεται στιγμιαία ενώ η επιτάχυνσή της παραμένει σταθερή.	7	36,8%	5	31,3%	
	C. Η ταχύτητα και η επιτάχυνση παραμένουν μηδέν για λίγο χρόνο.	0	0,0%	2	12,5%	
	D. Η ταχύτητα παραμένει μηδέν για λίγο χρόνο ενώ η επιτάχυνση γίνεται μηδέν για μια στιγμή.	2	10,5%	1	6,3%	
	E. Η ταχύτητα παραμένει μηδέν για λίγο χρόνο ενώ η επιτάχυνση παραμένει σταθερή.	0	0,0%	2	12,5%	
IBCM_4. Το μέτρο της ταχύτητας που είχε η πέτρα	A. Μικρότερο από την ταχύτητα που είχε στο	2	10,5%	0	0,0%	0,420

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
στο σημείο Q ανεβαίνοντας, σε σύγκριση με το μέτρο της ταχύτητάς της όταν περνά από το ίδιο σημείο κατεβαίνοντας είναι:	σημείο αυτό κατά την άνοδο.					
	B. Ίσο με την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο.	6	31,6%	3	18,8%	
	C. Διπλάσιο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο.	1	5,3%	3	18,8%	
	D. Μεγαλύτερο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο, αλλά όχι διπλάσιο.	4	21,1%	6	37,5%	
	E. Εξαρτάται από το πόσο ψηλότερα βρίσκεται το σημείο T από το σημείο R.	6	31,6%	4	25,0%	
IBCM_5. Ο χρόνος που χρειάζεται η ελαφρύτερη σφαίρα για να φθάσει στο έδαφος θα είναι:	A. Ίσος με το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα.	3	15,8%	1	6,3%	0,068
	B. Διπλάσιος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα.	7	36,8%	6	37,5%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	C. Μεγαλύτερος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα αλλά όχι διπλάσιος.	4	21,1%	3	18,8%	
	D. Μεγαλύτερος ή ίσος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα, ανάλογα με το ύψος του κτιρίου.	0	0,0%	5	31,3%	
	E. Μικρότερος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα.	5	26,3%	1	6,3%	
IBCM_6. Πώς μεταβάλλονται οι ταχύτητες των δύο σφαιρών κατά τη διάρκεια της πτώσης τους;	A.Η ταχ/τα κάθε σφαίρας αρχικά αυξ/ται, μετά παραμένει σταθερή. Η βαρύτερη σφαίρα φτάνει στο έδαφος με μεγ/ρη ταχ/τα.	5	26,3%	2	12,5%	0,462
	B.Η ταχ/τα κάθε σφαίρας αρχικά αυξ/ται,μετά παραμένει σταθερή. Και οι δυο σφαίρες φτάνουν στο έδαφος με την ίδια ταχ/τα.	2	10,5%	3	18,8%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	C. Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αυξάνεται συνεχώς και η πιο βαριά σφαίρα φτάνει στο έδαφος με μεγαλύτερη ταχύτητα.	9	47,4%	8	50,0%	
	D. Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αυξάνεται συνεχώς και οι δυο σφαίρες φτάνουν στο έδαφος με την ίδια ταχύτητα.	2	10,5%	0	0,0%	
	E. Η ταχ/τα κάθε σφαίρας αυξ/ται λίγο,μετά παραμένει σταθερή ή μειώνεται συνεχώς ανάλογα το ύψος του κτιρίου	1	5,3%	3	18,8%	
IBCM_7.Πότε θα έχουν τα δύο σώματα την ίδια ταχύτητα·	A. Ποτέ.	4	21,1%	3	18,8%	0,908
	B. Όταν βρίσκονται στη θέση 2	2	10,5%	3	18,8%	
	C. Όταν βρίσκονται στη θέση 5	0	0,0%	1	6,3%	
	D. Όταν βρίσκονται στις θέσεις 2 και 5.	6	31,6%	5	31,3%	
	E. Όταν κινούνται μεταξύ των θέσεων 3 και 4.	7	36,8%	4	25,0%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
IBCM_8. Οι επιταχύνσεις των δύο σωμάτων σχετίζονται όπως παρακάτω:	A. Η επιτάχυνση του P είναι ίση με την επιτάχυνση του Q, και το μέτρο τους ισούται με μηδέν.	8	42,1%	3	18,8%	0,278
	B. Η επιτάχυνση του P είναι ίση με την επιτάχυνση του Q, και το μέτρο τους είναι μεγαλύτερο από το μηδέν.	4	21,1%	5	31,3%	
	C. Η επιτάχυνση του P είναι μικρότερη από την επιτάχυνση του Q.	3	15,8%	2	12,5%	
	D. Η επιτάχυνση του P είναι μεγαλύτερη από την επιτάχυνση του Q.	0	0,0%	3	18,8%	
	E. Υπάρχουν στιγμές κατά τις οποίες οι δύο επιταχύνσεις είναι ίσες και στιγμές κατά τις οποίες δεν είναι.	4	21,1%	3	18,8%	
IBCM_9. Ποια από τις τροχιές του σχήματος	A (σχήμα-μικροκαψουλικό)	2	10,5%	5	31,3%	0,402

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
μοιάζει με αυτή που ακολουθεί η μπίλια στο λείο τραπέζι μετά την έξοδο της από το κανάλι στο R·	B (σχήμα-μικροκαψουλικό)	3	15,8%	3	18,8%	
	C (σχήμα-μικροκαψουλικό)	11	57,9%	8	50,0%	
	D (σχήμα-μικροκαψουλικό)	2	10,5%	0	0,0%	
	E (σχήμα-μικροκαψουλικό)	1	5,3%	0	0,0%	
IBCM_10.Το μέτρο της ταχύτητας της μπίλιας κατά μήκος της τροχιάς που επιλέξατε έξω από το κανάλι:	A. Παραμένει σταθερό σε όλο το μήκος της τροχιάς.	7	36,8%	6	37,5%	0,913
	B. Συνεχώς αυξάνεται.	3	15,8%	1	6,3%	
	C. Αυξάνεται για λίγο και μετά παραμένει σταθερό.	3	15,8%	2	12,5%	
	D. Παραμένει σταθερό για λίγο και μετά ελαττώνεται.	4	21,1%	4	25,0%	
	E. Συνεχώς ελαττώνεται.	2	10,5%	3	18,8%	
IBCM_11. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις ενεργούν στη	A. Η F1.	1	5,3%	3	18,8%	0,310
	B. Η F2.	0	0,0%	1	6,3%	
	C. Οι F1 και F2	7	36,8%	2	12,5%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
μπίλια όταν κινείται κατά μήκος της τροχιάς της έξω από το κανάλι· F1 : μια οριζόντια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης F2 : μια κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα κάτω ασκούμενη από τη Γη F3	D. Οι F2 και F3.	2	10,5%	1	6,3%	
	E. Οι F1 F2 και F3.	9	47,4%	9	56,3%	
IBCM_12. Σε ποιο από τα σχήματα παριστάνεται σωστά η κατεύθυνση της δύναμης F2 · (η κλίμακα σχεδίασης είναι ίδια για τις F1 και F2)	A (σχήμα-μικροκαψουλικό)	2	10,5%	3	18,8%	0,683
	B (σχήμα-μικροκαψουλικό)	6	31,6%	3	18,8%	
	C (σχήμα-μικροκαψουλικό)	1	5,3%	2	12,5%	
	D (σχήμα-μικροκαψουλικό)	10	52,6%	8	50,0%	
	E (σχήμα-μικροκαψουλικό)	0	0,0%	0	0,0%	
IBCM_13. Όταν οι δυο σταθερές δυνάμεις F1 και F2 ασκούνται ταυτόχρονα στο δίσκο σε όλη τη	A.Ελαττώνεται συνεχώς.	4	21,1%	2	12,5%	0,400
	B. Παραμένει σταθερή.	10	52,6%	9	56,3%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
διάρκεια της κίνησής του, η ταχύτητα του δίσκου:	C. Παραμένει σταθερή για λίγο και αυξάνεται μετά.	1	5,3%	0	0,0%	
	D. Αυξάνεται συνεχώς.	3	15,8%	1	6,3%	
	E. Αυξάνεται για λίγο και παραμένει σταθερή μετά.	1	5,3%	4	25,0%	
IBCM_14. Έστω οι δυνάμεις F1 και F2 που ασκούνται στο δίσκο 1. Οι δυνάμεις F1 και F2 ασκούνται μαζί συνεχώς πάνω στο δίσκο 2. Οι δυνάμεις F1 και F2 ασκούνται μαζί πάνω στο δίσκο μέχρι ένα ορισμένο σημείο και μετά ο δίσκος κινείται χωρίς την επίδραση δ	A. 1	11	57,9%	7	43,8%	0,275
	B. 2	3	15,8%	4	25,0%	
	C. 3	1	5,3%	0	0,0%	
	D. 1 και 3	4	21,1%	2	12,5%	
	E. 2 και 3	0	0,0%	3	18,8%	
IBCM_15. Αν μόνο μια δύναμη μπορεί να ασκηθεί στο δίσκο σε όλη τη	A. Να ωθήσουμε το δίσκο προς την κατ/νση των κουκίδων και να αφήσουμε	2	10,5%	7	43,8%	0,240

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
διάρκεια της κίνησής του, τι θα μπορούσε να γίνει ώστε να διατηρηθεί η κίνηση του δίσκου πάνω στην ίδια ευθεία και με την ίδια μορφή ταχύτητας που περιγράψατε στην απάντησή σου στην	να γλιστρά χωρίς επίδραση δύναμης πάνω του					
	B. Ασκείται μόνο η δύναμη F2 προς την κατ/ση της κίνησης με τιμή ανάλογη της ταχ/τας του δίσκου σε κάθε χρονική στιγμή	3	15,8%	1	6,3%	
	C. Ασκείται συνεχώς μια σταθερή δύναμη προς την κατ/νη της κίνησης,με τιμή ίση με τη διαφορά των τιμών των F1 & F2	4	21,1%	1	6,3%	
	D. Ασκείται συνεχώς μια σταθερή δύναμη προς την κατ/νη της κίνησης,με τιμή ίση με το άθροισμα των τιμών των F1 & F2.	7	36,8%	5	31,3%	
	E. Ασκείται συνεχώς μια σταθερή δύναμη προς την κατ/νη της κίνησης,με τιμή μικρότερη από το	3	15,8%	2	12,5%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	άθροισμα των τιμών F1 & F2					
IBCM_16. Ποια από τις παρακάτω απαντήσεις αντιπροσωπεύει καλύτερα τη σχέση που έχουν μεταξύ τους τα μέτρα των δυνάμεων·	A. F4= F2 και F3= F1	6	31,6%	4	25,0%	0,872
	B. F4= F2 και F3 >F1	1	5,3%	0	0,0%	
	C. F4 >F2 και F3 >F1	1	5,3%	2	12,5%	
	D. F4 >F2 και F3= F1	10	52,6%	10	62,5%	
	E. F4 >F2 και F3 <F1	1	5,3%	0	0,0%	
IBCM_17. Όταν το φορτηγό ακουμπάει το αυτοκίνητο και αρχίζει να το σπρώχνει:	A. Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο.	0	0,0%	1	6,3%	0,442
	B. Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό.	3	15,8%	2	12,5%	
	C. Το φορτηγό αρχικά ασκεί δύναμη στο αυτ/το και μετά από λίγη ώρα το αυτοκίνητο αρχίζει να ασκεί δύναμη στο φορτηγό.	1	5,3%	1	6,3%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	D. Το αυτ/το αρχικά ασκεί δύναμη στο φορτηγό και μετά από λίγη ώρα το φορτηγό αρχίζει να ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο.	3	15,8%	0	0,0%	
	E. Τα δύο οχήματα ασκούν δυνάμεις το ένα στο άλλο ταυτόχρονα.	12	63,2%	12	75,0%	
IBCM_18.Όταν το φορτηγό αρχίζει να μετακινεί το αυτοκίνητο στον οριζόντιο δρόμο:	A. Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο.	0	0,0%	0	0,0%	0,581
	B. Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό.	1	5,3%	2	12,5%	
	C. Τα δύο οχήματα ασκούν, το ένα στο άλλο, δυνάμεις με ίσα μέτρα.	3	15,8%	1	6,3%	
	D. Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη δύναμη.	15	78,9%	13	81,3%	
	E. Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το	0	0,0%	0	0,0%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	αυτοκίνητο ασκεί μεγαλύτερη δύναμη.					
IBCM_19. Μετά από λίγο το φορτηγό αποκτά μια ταχύτητα την οποία κατόπιν διατηρεί σταθερή. Καθώς το φορτηγό σπρώχνει το αυτοκίνητο με αυτή τη σταθερή ταχύτητα:	A. Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο.	1	5,3%	0	0,0%	0,856
	B. Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο, αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό.	4	21,1%	2	12,5%	
	C. Τα δύο οχήματα ασκούν, το ένα στο άλλο, δυνάμεις με ίσα μέτρα.	6	31,6%	5	31,3%	
	D. Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη δύναμη.	8	42,1%	9	56,3%	
	E. Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το αυτοκίνητο ασκεί μεγαλύτερη δύναμη.	0	0,0%	0	0,0%	
IBCM_20. Ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις είναι υπεύθυνες για την κίνηση	A. F1.	1	5,3%	1	6,3%	0,277
	B. F2.	9	47,4%	6	37,5%	
	C. F3.	1	5,3%	0	0,0%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
του διαστημοπλοίου όπως περιγράφεται παραπάνω πέρα από το σημείο Ρ όπου: F1 : Μια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης ασκούμενη από μερικούς πλανήτες ή άλλα ουράνια αντικείμενα F2	D. Ένας συνδυασμός από τις παραπάνω δυνάμεις.	7	36,8%	4	25,0%	
	E. Καμία. Το διαστ/λοιο μπορεί να κινείται με σταθερή ταχ/τα,σε ευθεία γραμμή χωρίς να οδηγείται από δυνάμεις.	1	5,3%	5	31,3%	
IBCM_21. Ποια από τις τροχιές του σχήματος αντιπροσωπεύει καλύτερα την τροχιά κίνησης του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q·	A (σχήμα-μικροκαψουλικό)	3	15,8%	1	6,3%	0,735
	B (σχήμα-μικροκαψουλικό)	6	31,6%	7	43,8%	
	C (σχήμα-μικροκαψουλικό)	4	21,1%	4	25,0%	
	D (σχήμα-μικροκαψουλικό)	2	10,5%	0	0,0%	
	E (σχήμα-μικροκαψουλικό)	4	21,1%	4	25,0%	
IBCM_22. Η ταχύτητα του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q και κατά μήκος	A. Μειώνεται συνεχώς.	0	0,0%	0	0,0%	0,616
	B. Παραμένει σταθερή.	3	15,8%	2	12,5%	

[210]

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
της τροχιάς που επιλέξατε παραπάνω:	C. Παραμένει σταθερή για λίγο και μειώνεται μετά.	0	0,0%	0	0,0%	
	D. Αυξάνεται συνεχώς.	3	15,8%	5	31,3%	
	E. Αυξάνεται για λίγο και μετά παραμένει σταθερή.	13	68,4%	9	56,3%	
IBCM_23. Ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει στη γραμμή τερματισμού ο βαρύτερος δίσκος P είναι:	A. Διπλάσιος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα.	6	31,6%	4	25,0%	>0,999
	B. Μεγαλύτερος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα αλλά όχι διπλάσιος.	8	42,1%	7	43,8%	
	C. Ίσος με το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα.	1	5,3%	1	6,3%	
	D. Ο μισός από το χρόνο που χρειάζεται ο	3	15,8%	3	18,8%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα.					
	E. Μικρότερος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα, αλλά όχι ο μισός.	1	5,3%	1	6,3%	
IBCM_24. Στη γραμμή τερματισμού το μέτρο της ταχύτητας του βαρύτερου δίσκου P, είναι:	A. Διπλάσιο από αυτό του ελαφρύτερου δίσκου Q.	2	10,5%	2	12,5%	0,621
	B. Μεγαλύτερο από το μέτρο της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q αλλά όχι διπλάσιο.	1	5,3%	2	12,5%	
	C. Ίσο με αυτό του ελαφρύτερου δίσκου Q.	1	5,3%	2	12,5%	
	D. Το μισό από αυτό της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q.	7	36,8%	7	43,8%	
	E. Μικρότερο από το μέτρο της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι το μισό.	8	42,1%	3	18,8%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
IBCM_25. Κατά τη διάρκεια της κίνησης η επιτάχυνση του βαρύτερου δίσκου είναι:	A. Διπλάσια από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q.	3	15,8%	2	12,5%	0,602
	B. Μεγαλύτερη από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι απαραίτητα διπλάσια.	3	15,8%	0	0,0%	
	C. Ίση με την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q.	2	10,5%	3	18,8%	
	D. Μισή από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q.	5	26,3%	4	25,0%	
	E. Μικρότερη από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι απαραίτητα η μισή.	6	31,6%	7	43,8%	
IBCM_26. Σπρώχνετε ένα κιβώτιο με σταθερή οριζόντια δύναμη F, με αποτέλεσμα το κιβώτιο να	A. Ίσο με το μέτρο της F1.	0	0,0%	0	0,0%	0,063
	B. Μεγαλύτερο από το μέτρο της F1.	0	0,0%	0	0,0%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
μετακινείται με σταθερή ταχύτητα ν0 πάνω σε οριζόντιο δάπεδο. Έστω ότι στο κιβώτιο ασκούνται και οι δύο ακόλουθες δυνάμεις: F1 : Το βάρος του κιβωτίου F2 : Η ορι	C. Ίσο με το μέτρο της F2.	7	36,8%	1	6,3%	0,907
	D. Μεγαλύτερό από το μέτρο της F2.	6	31,6%	5	31,3%	
	E. Μεγαλύτερό από το μέτρο της καθεμιάς από τις F1 ή F2.	6	31,6%	10	62,5%	
IBCM_27. Σπρώχνετε το ίδιο κιβώτιο στο ίδιο πάτωμα με σταθερή οριζόντια δύναμη η οποία έχει διπλάσιο μέτρο από τη δύναμη F που ασκήσατε στο κιβώτιο στην προηγούμενη ερώτηση. Το κιβώτιο κινείται:	A. Με σταθερή ταχύτητα η οποία έχει διπλάσιο μέτρο από την ταχύτητα του κιβωτίου ν0 της προηγούμενης ερώτησης.	10	52,6%	9	56,3%	
	B. Με σταθερή ταχύτητα, μεγαλύτερη από την ταχύτητα του κιβωτίου ν0 της προηγούμενης ερώτησης, αλλά όχι διπλάσια.	2	10,5%	2	12,5%	
	C. Για λίγο με σταθερή ταχ/τα (μεγ/ρη της ταχ/τας του κιβωτίου ν0 της πρ. ερώτησης) και μετά με συνεχώς αυξ/νη ταχ/τα	0	0,0%	0	0,0%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Απώλεια όρασης				p-value
		Εκ γενετής		Επίκτητη		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	D. Με συνεχώς αυξανόμενη ταχύτητα.	3	15,8%	1	6,3%	
	E. Για λίγο με ταχύτητα που αυξάνεται, και στη συνέχεια με ταχύτητα σταθερού μέτρου.	4	21,1%	4	0,25	
IBCM_28. Αφού σπρώξετε το κιβώτιο για λίγο, χάνετε την επαφή με αυτό και σταματάτε να ασκείτε κάθε δύναμη επάνω του. Το κιβώτιο κατόπιν:	A. θα σταματήσει αμέσως.	3	15,8%	4	25,0%	0,872
	B. αρχίζει αμέσως να επιβραδύνεται μέχρι που σταματά.	9	47,4%	6	37,5%	
	C. θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα.	1	5,3%	0	0,0%	
	D. θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα για λίγο, και στη συνέχεια επιβραδύνεται μέχρι που σταματά.	6	31,6%	5	31,3%	
	E. συνεχίζει να κινείται με αυξανόμενη ταχύτητα για λίγο και μετά επιβραδύνεται μέχρι που σταματά.	0	0,0%	1	6,3%	

6.3 Σύνοψη αποτελεσμάτων 1^{ου} Σταδίου Κύριας Έρευνας (ΑΧΙΑ - Αξιολόγηση και Χαρτογράφηση Ιδεών και Δυσκολιών)

Από τις συνεντεύξεις των φοιτητών/τριών (12 άτομα με ΑΟ) προέκυψε ότι οι περισσότεροι (10) μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ **ποτέ** (σε καμία τάξη κατά τη φοίτησή τους τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση) δεν είχαν συμμετάσχει σε πειράματα φυσικής είτε γιατί δεν γίνονταν στην τάξη τους είτε γιατί και όταν γίνονταν δεν μπορούσαν να τα παρακολουθήσουν, λόγω της ιδιαιτερότητάς τους. Για παρόμοιους λόγους, δεν είχαν πιάσει ποτέ όργανα φυσικής, για να «δουν» πώς μετρούν το μήκος ή το βάρος, και δεν ακούσει ποτέ για τα νοητικά πειράματα από την ιστορία της φυσικής ούτε φυσικά είχαν χρησιμοποιήσει ποτέ νοητικά πειράματα στη διδασκαλία της φυσικής.

Από τους συμμετέχοντες μαθητές/τριες και των φοιτητές/τριες με ΑΟ διαπιστώθηκε ότι οι επιδόσεις τους στη φυσική ήταν μέτριες, σύμφωνα με τις δικές τους μαρτυρίες, ενώ κατά γενική παραδοχή οι περισσότεροι/ες δυσκολεύονταν αρκετά να κατανοήσουν τις διάφορες έννοιες στη φυσική. Ωστόσο και οι μαθητές/τριες με καλές αποδόσεις στο μάθημα της φυσικής, δυσκολεύονταν στην κατανόηση εννοιών της φυσικής.

Από τις συνεντεύξεις όλων των συμμετεχόντων, διαπιστώθηκε ότι ο τρόπος που διδάσκεται η φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δε βοηθά τα άτομα με ΑΟ να κατανοήσουν τις έννοιες της φυσικής και να έχουν καλύτερες μαθησιακές επιδόσεις στο συγκεκριμένο μάθημα καθώς δεν έχουν δυνατότητα για ενεργό συμμετοχή.

Από τις συνεντεύξεις των εκπαιδευτικών προέκυψε επίσης ότι οι μαθητές/τριες με ΑΟ αντιμετωπίζουν αρκετές δυσκολίες με τη φυσική κυρίως εξαιτίας του τρόπου διδασκαλίας της φυσικής, η οποία δεν επιτρέπει τη βιωματική συμμετοχή των μαθητών/τριών με ΑΟ μέσα από πειράματα. Ο λόγος αυτός είναι και αφορά και τη δυσκολία να μεταστοιχειωθούν οι εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές με ΑΟ για έννοιες της φυσικής και κυρίως για έννοιες στη δυναμική /κινηματική.

Με την χορήγηση του διαφοροποιημένου ΠΑΤΕΜ IV εξετάστηκε αν η αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών με ΑΟ επηρεάζεται από τον χρόνο απώλειας όρασης, το φύλο τους ή αν είναι πρόκειται για επίκτητη ή εκ γεννητής απώλεια όρασης. Από τη συλλογή των δεδομένων προέκυψε ότι η αυτοεκτίμηση των φοιτητών/τριών, μαθητών/τριών δεν επηρεάζεται από τον χρόνο απώλειας όρασης, το φύλο τους ή αν είναι πρόκειται για επίκτητη ή εκ γεννητής απώλεια όρασης.

Στη συνέχεια χορηγήθηκε το διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο **IBCM (Inventory of Basic Conceptions in Mechanics)**, από τη συμπλήρωση του οποίου προέκυψαν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Αρχικά εντοπίστηκαν 20 εναλλακτικές μέσα στις απαντήσεις του IBCM και κωδικοποιήθηκαν. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η συχνότητα των απαντήσεων σε κάθε ερώτηση (απόλυτα νούμερα, όχι ποσοστά). Στη συνέχεια αθροίσαμε τη συχνότητα των απαντήσεων κάθε εναλλακτικής προκειμένου να εντοπίσουμε τις εναλλακτικές που παρατηρούνται πιο συχνά. Έτσι προέκυψαν οι παρακάτω εναλλακτικές:

- ✓ E17: Τα μεγαλύτερα σώματα ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα μικρότερα όταν είναι σε επαφή.
- ✓ E2: Η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της
- ✓ E3: Αναλογία δύναμης-ταχύτητας
- ✓ E14: Εσωτερική ώθηση-ένα σώμα μπορεί να κινείται από μια δύναμη που είναι αποθηκευμένη μέσα του (impetus) χωρίς να αλληλοεπιδρά με κανένα παράγοντα (θεωρία του Buridan)

2^ο ΣΤΑΔΙΟ ΚΥΡΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΚΕΦ-ΕΔ (Κύρια Ερευνητική Φάση- Έρευνα Δράση)

6.4 Πρώτος Κύκλος Έρευνας Δράσης

Στην πρώτη φάση- κύκλο της Έρευνας Δράσης πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός της 1^{ης} παρέμβασης. Για τον λόγο αυτό σχεδιάστηκε μια εποικοδομητικού τύπου διδακτική παρέμβαση (5 φάσεων) στο πλαίσιο της έρευνας δράσης, επικεντρωμένη στον 3ο Νόμο του Νεύτωνα.

Στο σημείο αυτό κρίνεται χρήσιμο να προβούμε στην κωδικοποιημένη παρουσίαση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών για τη δύναμη και την κίνηση (πίνακας 15).

Πίνακας 14: Κωδικοποιημένη παρουσίαση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών για τη δύναμη και την κίνηση

E0	Άλλο (απάντηση που δεν εμπίπτει σε εναλλακτική)
E1	Η ταχύτητα στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση μεταβάλλεται ανάλογα με την απόσταση που διανύει το κινούμενο σώμα
E2	Η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της
E3	Αναλογία δύναμης- ταχύτητας
E4	Τα ακίνητα σώματα δεν έχουν επιτάχυνση
E5	Ο χρόνος πτώσης είναι εξαρτάται από το βάρος (τα βαρύτερα πέφτουν πιο γρήγορα)
E6	Η ταχύτητα πτώσης εξαρτάται από το βάρος του σώματος (τα βαρύτερα πέφτουν με μεγαλύτερη ταχύτητα)
E7	Όταν δύο σώματα είναι στην ίδια θέση κάποια στιγμή θα έχουν και την ίδια ταχύτητα
E8	Αν δύο σώματα έχουν διαφορετικές ταχύτητες τότε οπωσδήποτε θα έχουν και διαφορετικές επιταχύνσεις
E9	Η κινηματική κατάσταση ενός σώματος από κάποια στιγμή και μετά εξαρτάται από την προηγούμενη κίνησή του
E10	Στην κατάσταση αδράνειας ένα σώμα μπορεί να μην έχει σταθερή ταχύτητα
E11	Αριστοτελική ιδέα πως κίνηση υπάρχει μόνο αν υπάρχει δύναμη
E12	Τα άψυχα σώματα δεν ασκούν δυνάμεις

E13	Με την επίδραση πολλών δυνάμεων το σώμα κινείται προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης
E14	Εσωτερική ώθηση- ένα σώμα μπορεί να κινείται από μια δύναμη που είναι αποθηκευμένη μέσα του (impetus) χωρίς να αλληλεπιδρά με κανένα παράγοντα
E15	Μόνο τα μεγάλα σώματα ασκούν δυνάμεις στα μικρά όταν είναι σε επαφή
E16	Όταν δύο σώματα είναι σε επαφή αρχικά ασκεί δύναμη μόνο το ενεργό αίτιο-αυτό που σπρώχνει
E17	Τα μεγαλύτερα σώματα ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα μικρότερα όταν είναι σε επαφή
E18	Η κίνηση προϋποθέτει αποκλειστικά και μόνο δύναμη η οποία και θα καθορίσει την τροχιά της
E19	Τα βαρύτερα κινούνται πιο αργά στην οριζόντια κίνηση
E20	Τα βαρύτερα σώματα απαιτούν μεγαλύτερη δύναμη για να μετακινηθούν).

Για την πρώτη παρέμβαση επιλέχθηκε η εναλλακτική E17 που σχετίζεται με τον Νόμο Αλληλεπίδρασης (3^{ος} Νόμος Νεύτωνα) σύμφωνα με την ταξινόμηση του Halloun. Θα πρέπει να σημειωθεί η επιλογή αυτή σχετίζεται και με τον ειδικό πληθυσμό που έχουμε.

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών αλλά και των φοιτητών με Α.Ο. συγκλίνουν με την άποψη του Αριστοτέλη και του Buridan, σύμφωνα με τους οποίους η δύναμη είναι μια κατάσταση που υπάρχει στον υλικό κόσμο και όταν υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις εκδηλώνεται. Αυτή η εναλλακτική τους ιδέα είναι αντίθετη με τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα (Πάντου, 2017), ο οποίος και επελέγει για την παρέμβαση. Επιπλέον σε αυτή την επιλογή της E17 μας ώθησε και το γεγονός ότι και οι φοιτητές/τριες με Α.Ο. φαίνεται να μην έχουν κατακτήσει τους νόμους του Νεύτωνα για τη δύναμη και την κίνηση. Αντίθετα αποδέχονται την άποψη του Αριστοτέλη ή πολλές φορές συνδυάζουν την αριστοτέλεια άποψη με την νευτώνια (Πετροχείλου και συν., 2007).

Ένας ακόμη λόγος που επιλέχθηκε η συγκεκριμένη εναλλακτική ιδέα ήταν γιατί έχει διαπιστωθεί ότι οι μαθητές οικοδομούν την έννοια της «εσωτερικής δύναμης». Πιστεύουν δηλαδή ότι υπάρχει μια εσωτερική ιδιότητα σε όλα τα ακίνητα σώματα, η οποία συνδέεται με το μέγεθος ή και με το βάρος τους και έχει τη θέση της επίκτητης

δύναμης ή διαφορετικά *impetus*. Πιο συγκεκριμένα το *impetus* δείχνει ότι ένα σώμα μπορεί να κινείται από μια δύναμη που είναι αποθηκευμένη μέσα του.

Αξίζει να επισημανθεί ότι η παρανόηση αυτή μένει σε όλη τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και κάποιες φορές συνεχίζει να υπάρχει και στην τριτοβάθμια (Σταθοπούλου & Βοσνιάδου, 2006, σελ. 4). Γίνεται επομένως κατανοητό ότι ο 3^{ος} Νόμος του Νεύτωνα δεν μπορεί να συμβιβαστεί με τις διαισθητικές συνήθειες (Πάντου, 2017).

Πιο συγκεκριμένα και αναλυτικά διαπιστώσαμε ότι ο 3^{ος} Νόμος του Νεύτωνα που είναι εξής: «Για κάθε δράση υπάρχει πάντοτε αντιτιθέμενη μια ίση αντίδραση ή, οι αμοιβαίες δράσεις μεταξύ δύο σωμάτων, είναι πάντοτε ίσες και κατευθύνονται προς ενάντια μέρη» (οπ. αναφ. ο Young, 1994) οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ πιστεύουν ότι «τα μεγαλύτερα σώματα ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα μικρότερα όταν είναι σε επαφή» (Ε17).

3^{ος} Νόμος Νεύτωνα

« Οι δυνάμεις που εξασκούνται από την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων είναι πάντα ίσες κατά το μέτρο και αντίθετες κατά τη φορά».

6.4.1 Σχεδιασμός

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα για την πραγματοποίηση της 1^{ης} Παρέμβασης (1^{ου} κύκλου της έρευνας δράσης) αρχικά τέθηκε ο σκοπός και οι επιμέρους στόχοι της. **Σκοπός** της είναι να αποτυπωθούν, να ανιχνευθούν και να μετασχηματιστούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ σχετικά με τον 3ο Νόμο του Νεύτωνα. Πιο συγκεκριμένα επιμέρους **στόχοι** της παρέμβασης ήταν:

- i. να καταγραφεί ο τρόπος με τον οποίο η ιστορία της φυσικής και τα ΝΠ και ΠΠ, μπορούν να συμβάλλουν στην κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με τον 3ο Νόμο του Νεύτωνα και πιο συγκεκριμένα της εναλλακτικής ότι τα μεγαλύτερα σώματα ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα μικρότερα όταν είναι σε επαφή.
- ii. να καταγραφεί ο τρόπος με τον οποίο η ιστορία της φυσικής και τα ΝΠ και τα ΠΠ, μπορούν να συμβάλλουν στον μετασχηματισμό των εναλλακτικών ιδεών που σχετίζονται με τον 3ο Νόμο του Νεύτωνα και πιο συγκεκριμένα της εναλλακτικής ότι τα μεγαλύτερα σώματα ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στα μικρότερα όταν είναι σε επαφή.

- iii. να διερευνηθεί ο τρόπος που η ιστορία της φυσικής και τα πειράματα επηρεάζουν την αυτοεκτίμηση των συμμετεχόντων.

Η παραπάνω εναλλακτική ιδέα E17 σχετίζεται με τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα, σύμφωνα με την ταξινόμηση του Halloun (2007). Πιο συγκεκριμένα ο Halloun (2007) ανιχνεύει στην έρευνά του κατά πόσο οι συμμετέχοντες έχουν κατανοήσει το ότι όταν δύο σώματα αλληλοεπιδρούν (παράγοντας και αντικείμενο) ασκούν δυνάμεις μεταξύ τους, οι οποίες είναι ίσες και αντίθετες ανεξάρτητα από τις φυσικές (μεγάλο-μικρό, βαρύ- ελαφρύ) ή κινηματικές (μόλις αρχίζει η κίνηση-κίνηση με σταθερή ταχύτητα) ιδιότητες του κάθε σώματος.

Ο 3^{ος} νόμος του Νεύτωνα διατυπώνεται ως εξής στο σχολικό εγχειρίδιο της Β Γυμνασίου των Αντωνίου και συν., (2015): *«Όταν ένα σώμα ασκεί δύναμη σε ένα άλλο σώμα (δράση), τότε και το δεύτερο σώμα ασκεί δύναμη ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης στο πρώτο (αντίδραση)»*.

Στο σχολικό εγχειρίδιο της Α Λυκείου των Βλάχου και συν. (2015), ο 3^{ος} νόμος του Νεύτωνα αναφέρεται και ως νόμος δράσης αντίδρασης. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι *«Όταν δύο σώματα αλληλοεπιδρούν και το πρώτο ασκεί δύναμη $F \rightarrow$ στο δεύτερο, τότε και το δεύτερο ασκεί αντίθετη δύναμη $-F \rightarrow$ στο πρώτο»*.

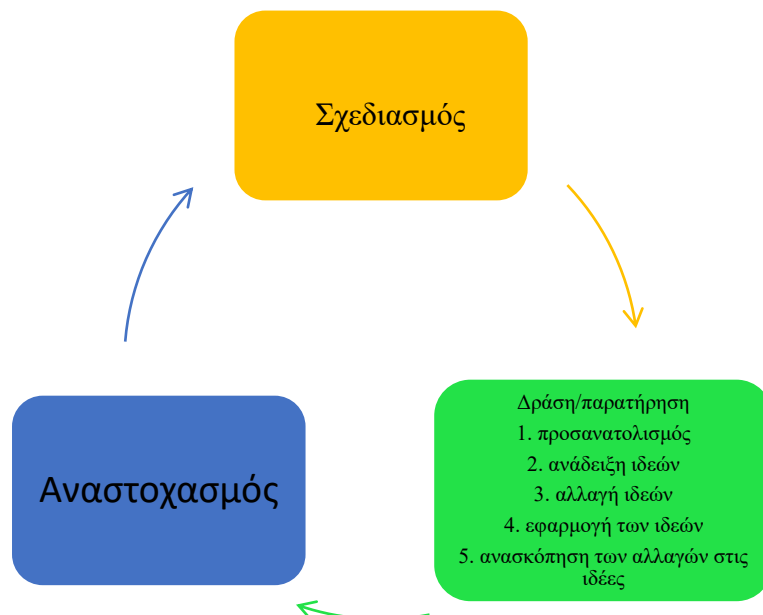
Διαπιστώνεται ότι υπάρχουν διαφορές στην προσέγγιση της πληροφορίας που αφορά στους Νόμους του Νεύτωνα από το γυμνάσιο στο λύκειο. Η παρουσίαση γίνεται σταδιακά από διαισθητική – ποιοτική στο γυμνάσιο σε πιο επιστημονική – ποσοτική στο λύκειο. Ωστόσο η προσέγγιση αυτή δε φαίνεται να βοηθά τους μαθητές/τριες, με ΑΟ, να κατανοήσουν τους Νόμους του Νεύτωνα.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις και διαπιστώσεις οδήγησαν στον σχεδιασμό της πρώτης διδακτικής παρέμβασης, η οποία στηρίχθηκε στη δομή της έρευνας δράσης, δηλαδή στη στοχοθεσία, στον σχεδιασμό, στην παρέμβαση /παρατήρηση και στον αναστοχασμό. Πιο συγκεκριμένα:

Οργάνωση της διδασκαλίας

Οι συμμετέχοντες/ουσες μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες συμμετείχαν ο/η καθένας/μία ξεχωριστά σε συνεργασία με την ερευνήτρια (εξατομικευμένη διδασκαλία). Η όλη διαδικασία ηχογραφήθηκε και σχεδιασθηκε για να διαρκέσει περίπου δύο διδακτικές ώρες για τον καθένα. Πιο συγκεκριμένα αξιοποιήθηκαν ερωτήσεις που διαπιστώνουν τις πρότερες γνώσεις, νοητικά πειράματα, στοχαστικός διάλογος και ιστορικό πείραμα.

Πιο αναλυτικά η πρώτη παρέμβαση (1^{ος} κύκλος της έρευνας δράσης) αποτελείται από 5 φάσεις, του εποικοδομητικού μοντέλου διδασκαλίας των Driver και Oldham (προσανατολισμός, ανάδειξη ιδεών, αλλαγή ιδεών, εφαρμογή των ιδεών, ανασκόπηση των αλλαγών στις ιδέες, μεταγνωστική λειτουργία) (σχήμα 5).



Σχήμα 5: Πρώτος κύκλος έρευνας δράσης

Η παρέμβαση αυτή εμπλουτίστηκε και βασίστηκε σε στοιχεία από την ιστορία της φυσικής. Πριν προχωρήσουμε στην παρουσίαση του σχεδιασμού των φάσεων της έρευνας δράσης, θα πρέπει να πούμε ότι οργανώσαμε τη διδασκαλία και συλλέξαμε τα απαιτούμενα διδακτικά μέσα και υλικά. Τα υλικά είναι κατάλληλα σχεδιασμένα ώστε να είναι προσβάσιμα στους μαθητές και φοιτητές με ΑΟ.

Διδακτικά μέσα και υλικά ειδικά για παιδιά με ΑΟ (εικόνες 36-41)

1. Ημισφαίρια Magdeburg ορειχάλκινα ύψος 25cm
2. Απτικές προσωπογραφίες του Αριστοτέλη, Γαλιλαίου, Νεύτωνα (έγιναν διάφορες προσαρμογές γνωστών πορτραίτων των τριών επιστημόνων από ζωγράφο, ειδικά για την παρέμβασή μας, εκτυπώθηκαν σε μικροκαψουλικό χαρτί, μετατράπηκαν σε απτική μορφή στο ειδικό μηχάνημα riaf, έγιναν δοκιμές σε άτομα με αναπηρία όρασης στο Φάρο Τυφλών Ελλάδας και επιλέχτηκε τελικά μία απτική προσωπογραφία για τον κάθε έναν).
3. Πύργος Πίζας (3D εκτυπωτής ή και τρισδιάστατο παζλ)
4. Κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου (3D εκτυπωτής)

5. Απτικά μεταλλικά δυναμόμετρα Newton 10N/1Kg
6. Βάση στήριξης
7. Ομιλούσα ζυγαριά στην αγγλική γλώσσα
8. Μαγνήτες διαφόρων μεγεθών και σχημάτων (ραβδόμορφοι, πεταλοειδείς, σε σχήμα δίσκου, κ.ά.)
9. Σιδερένια αντικείμενα διαφόρων μεγεθών, σχημάτων και βάρους (Καρφιά, Μάζες-βάρη μηχανικής με 1 ή 2 άγκιστρα)
10. Κατασκευή με καρεκλάκι πάνω σε βάση με ροδάκια
11. Μπάλα γκόλμπολ
12. Νήμα στάθμης με βαρίδι
13. Διάταξη με σφαιρίδια του Νεύτωνα
14. Μακρόστενη πλαστική λεκάνη με νερό
15. φελιζόλ σε διάφορα σχήματα



Εικόνα 36:: Ακουστική ζυγαριά, διάφορα βάρη, διάφορα σφαιρίδια, απτικό δυναμόμετρο (πλαστικό και μεταλλικό)



Εικόνα 37: Βάρη και σφαιρίδια



Εικόνα 38: Λεκανάκι με νερό, φελιζόλ και ραβδόμορφοι μαγνήτες



Εικόνα 39: Απτικό δυναμόμετρο αναρτημένο σε στήριξη βάσης



Εικόνα 40: Πύργος της Πίζας από 3D εκτυπωτή, κεκλιμένο του Γαλιλαίου από 3D εκτυπωτή



Εικόνα 41 :Προσωπογραφία του Νεύτωνα εκτυπωμένη σε μικροκαψουλικό χαρτί στο Piaf

Οι πέντε φάσεις της παρέμβασης.Πιο συγκεκριμένα:

Α' Φάση (προσανατολισμός): Ο στόχος της φάσης αυτής ήταν να καταγραφεί το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων/ουσών σχετικά με τις δυνάμεις που εμφανίζονται κατά την αλληλεπίδραση των σωμάτων. Η διαδικασία αυτή βασίστηκε σε στοιχεία από την ιστορία της φυσικής. Πιο συγκεκριμένα με στόχο να κερδίσουμε το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων σχεδιάστηκε να γίνει μια αναφορά στους πρώτους επιστήμονες και στα λάθη τους. Μέσα από αυτή την παρουσίαση επιχειρήσαμε να απενοχοποιήσουμε το λάθος και να επηρεάσουμε την αυτοεκτίμηση των συμμετεχόντων σε σχέση με τη φυσική.

Για τον σκοπό ακούσαμε μια φανταστική ιστορία με τίτλο «Προσανατολισμός» την οποία έγραψε η ερευνήτρια με υποστήριξη από ειδικούς στην αφήγηση και συγγραφή ιστοριών και παραμυθιών και υπάρχει στο παράρτημα Α. Στη συνέχεια δώσαμε στους/στις συμμετέχοντες/ουσες τις απτικές προσωπογραφίες (σε μικροκαψουλικό χαρτί) του Αριστοτέλη, του Γαλιλαίου και του Νεύτωνα, τον πύργο της Πίζας σε 3Δεκτυπωτή (μικρό μέγεθος), πύργο Πίζας σε τρισδιάστατο παζλ (μεγάλο μέγεθος), το κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου κατασκευασμένο σε 3Δεκτυπωτή και τα Ημισφαίρια Magdeburg.

Οι συμμετέχοντες/ουσες ενημερώθηκαν ότι θα ασχοληθούμε με την έννοια της δύναμης στη φυσική και θα αναφερθούμε στους πρώτους επιστήμονες και στα

πειράματά τους και τους περιγράψαμε το ιστορικό πείραμα του Otto Von Guericke, ο οποίος ήθελε να αποδείξει τη μεγάλη πιεστική δύναμη που ασκεί η ατμόσφαιρα.

Στη συνέχεια διαβάσαμε στους/στις μαθητές/τριες ένα απόσπασμα από το βιβλίο «Φυσική για ποιητές» του Robert March, που υπάρχει σε ένθετο στο βιβλίο του μαθητή της φυσικής Α΄ Λυκείου. Δείξαμε τέλος στους/στις συμμετέχοντες/ουσες τον πύργο της Πίζας και περιγράψαμε το πείραμά του Γαλιλαίου με τις ρίψεις σφαιρών από την κορυφή του. Κατόπιν «δείξαμε» απτικά το κεκλιμένο επίπεδο και περιγράψαμε το πείραμα του Γαλιλαίου με την κύλιση σφαιρών διαφορετικών μαζών.

Στη **Β΄ Φάση (ανάδειξη των ιδεών)** ο στόχος ήταν να καταγραφούν οι αντιλήψεις και οι ιδέες των συμμετεχόντων/ουσών στην έρευνα με ΑΟ σχετικά με την εναλλακτική E17. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν μερικές ερωτήσεις. Ενδεικτικά παραθέτουμε μερικές:

- ✓ *«Τι είναι η δύναμη; Πότε νομίζεις ότι εμφανίζεται» (ενεργοποίηση πρότερων γνώσεων)*
- ✓ *«Τι εννοούμε όταν λέμε πως δύο σώματα αλληλεπιδρούν» (ενεργοποίηση πρότερων γνώσεων)*

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν 9 νοητικά πειράματα που είχαν σκοπό να διερευνήσουν τις εναλλακτικές ιδέες των συμμετεχόντων/ουσών σχετικά με τη δύναμη. Κάθε πείραμα είχε διαφορετικό στόχο σχετικά με τη δύναμη. Πιο συγκεκριμένα:

- **1^ο νοητικό πείραμα.** Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να καθίσουν στο θρανίο τους. Στη συνέχεια αφού κάθησαν τους ζητήθηκε να φανταστούν αν την ώρα που κάθονται στο θρανίο υπάρχει κάποια δύναμη που τους ασκείται κι αν εκείνοι ασκούν δύναμη κάπου. Με το νοητικό αυτό πείραμα στόχος ήταν να διερευνηθεί αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη πως όταν δύο σώματα είναι σε επαφή τότε το ένα ασκεί δύναμη στο άλλο.
- **2^ο νοητικό πείραμα.** Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να σκεφτούν αν η γη τους ασκεί δύναμη κι αν εκείνοι ασκούν δύναμη στη γη. Με αυτό το νοητικό πείραμα στόχος ήταν να διερευνηθεί αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη πως όταν δύο σώματα αλληλεπιδρούν από απόσταση, τότε το ένα ασκεί δύναμη στο άλλο.

- **3^ο νοητικό πείραμα.** Ζητήθηκε από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες να φανταστούν ότι τους πιάνουμε το χέρι. Κατόπιν τους ζητήσαμε να προβλέψουν αν τους ασκήσαμε δύναμη ή αν άσκησαν εκείνοι στην ερευνήτρια και να προσπαθήσουν στη συνέχεια να προβλέψουν ποια ήταν πιο μεγάλη. Ο στόχος του νοητικού αυτού πειράματος ήταν να ελεγχθεί αν υιοθετούν την επιστημονική άποψη πως όταν δύο σώματα είναι σε επαφή και ακίνητα, τότε το ένα ασκεί ίση δύναμη στο άλλο.
- **4^ο νοητικό πείραμα.** Στο πείραμα αυτό ζητήθηκε αρχικά από τους συμμετέχοντες να φανταστούν ότι κάποιος τους τραβά το χέρι και τους το μετακινεί και στη συνέχεια τους ζητήθηκε να σκεφτούν αν τους ασκήθηκε δύναμη και αν εκείνοι άσκησαν δύναμη στην ερευνήτρια και ποια είναι η πιο μεγάλη. Στόχος ήταν να διερευνηθεί αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη ότι όταν δύο σώματα είναι σε επαφή, και σε κίνηση τότε το ένα ασκεί ίση δύναμη στο άλλο.
- **5^ο νοητικό πείραμα.** Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να σκεφτούν ότι σπρώχνουν ένα κιβώτιο και να απαντήσουν: α) αν ασκούν δύναμη στο κιβώτιο ή το κιβώτιο τους ασκεί δύναμη και β) ποια είναι η πιο μεγάλη. Με αυτό σκοπό ήταν να διερευνηθεί αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη ότι όταν δύο σώματα είναι σε επαφή και σε κίνηση, τότε το ένα ασκεί ίση δύναμη στο άλλο.
- **6^ο νοητικό πείραμα.** Ζητήσαμε από τους συμμετέχοντες να φανταστούν πως ακουμπάνε τον τοίχο και να σκεφτούν αν ασκούν δύναμη στον τοίχο κι αν ο τοίχος τους ασκεί δύναμη και ποια είναι η πιο μεγάλη. Με το νοητικό αυτό πείραμα θέλαμε να διερευνήσουμε αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη πως όταν δύο σώματα είναι σε επαφή και το ένα είναι πολύ μεγαλύτερο του άλλου τότε το ένα ασκεί ίση δύναμη στο άλλο.
- **7^ο νοητικό πείραμα.** Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να υποθέσουν ότι σπρώχνουν δυνατά τον τοίχο. Κατόπιν τους ρωτήσαμε αν του ασκούν δύναμη κι αν ο τοίχος τους ασκεί και τους ζητήσαμε να προβλέψουν ποια είναι η πιο μεγάλη. Ο στόχος του

νοητικού αυτού πειράματος ήταν να διερευνηθεί αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη πως όταν δύο σώματα είναι σε επαφή και το ένα είναι πολύ μεγαλύτερο του άλλου τότε το ένα ασκεί ίση δύναμη στο άλλο.

- ο **8^ο νοητικό πείραμα.** Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να υποθέσουν ότι κλωτσούν μια μπάλα και να σκεφτούν αν ασκούν δύναμη οι ίδιοι, αν η μπάλα τους ασκεί δύναμη και να προβλέψουν ποια είναι η πιο μεγάλη. Ο στόχος του πειράματος αυτού ήταν να διερευνηθεί αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη πως κατά τις συγκρούσεις σωμάτων, στα σώματα ασκούνται ίσες δυνάμεις.
- ο **9^ο νοητικό πείραμα.** Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες αρχικά να φανταστούν πως ένα ποδήλατο πέφτει πάνω σε ένα φορτηγό και στη συνέχεια να προβλέψουν τι θα συμβεί και να το εξηγήσουν. Να σκεφτούν αν παίζουν ρόλο οι δυνάμεις που ασκούνται. Ο στόχος του πειράματος ήταν να διερευνηθεί αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη ότι κατά τις συγκρούσεις σωμάτων, στα σώματα ασκούνται ίσες δυνάμεις ανεξάρτητα από τη φύση και το βάρος τους.

Σε όλα τα παραπάνω διερευνούμε αν οι συμμετέχοντες επεξεργάζονται νοητικά πληροφορίες για να υποθέσουν, να περιγράψουν πειράματα και να εξάγουν συμπεράσματα (ψυχοκινητικοί στόχοι).

Στη συνέχεια ακολουθεί ο στοχαστικός διάλογος, δηλαδή το 4^ο βήμα της έρευνας δράσης που αφορά στον αναστοχασμό, χρησιμοποιώντας ερωτήσεις του τύπου «Γιατί· Πώς το δικαιολογείς·». Εδώ διερευνήσαμε αν οι συμμετέχοντες υιοθέτησαν την επιστημονική άποψη ότι κατά τις συγκρούσεις σωμάτων, στα σώματα ασκούνται ίσες δυνάμεις ανεξάρτητα από τη φύση και το βάρος τους.

Στη Γ' Φάση αλλαγής ιδεών, οι συμμετέχοντες ενεπλάκησαν σε ενεργητικές, καθοδηγούμενες, ανακαλυπτικές διαδικασίες που αφορούσαν στις δυνάμεις που ασκούνται σε σώματα που αλληλεπιδρούν μέσω πειραμάτων και δραστηριοτήτων από την καθημερινή ζωή κατάλληλα διαμορφωμένα για μαθητές/τριες με Α.Ο. Δημιουργήσαμε εμπειρίες που δε συμφωνούσαν με τις αρχικές τους ιδέες και ο σκοπός ήταν να προκληθεί γνωστική σύγκρουση.

Πείραμα 1

Πείραμα του Νεύτωνα : διάταξη με όμοια μεταλλικά σφαιρίδια κρεμασμένα με νήματα και αιωρούμενα τα οποία συγκρούονται.

Τους/τις παρουσιάσαμε τη διάταξη με στόχο να πραγματοποιήσουν μόνοι/ες τους το πείραμα. Το πείραμα αυτό έγινε με στόχο διερευνήσαμε αν οι συμμετέχοντες/ουσες υιοθετούν την επιστημονική άποψη (3^{ος} Νόμος του Νεύτωνα) πως κατά τις συγκρούσεις σωμάτων, το ένα σώμα ασκεί στο άλλο δύναμη και το θέτει σε κίνηση.

Πείραμα 2

Καρεκλάκι με ροδάκια και μπάλα γκόλμπολ (μπάλα 5 κιλά).

Στο πείραμα αυτό ζητήσαμε από τους συμμετέχοντες να καθίσουν προσεκτικά στο καρεκλάκι και να πάρουν στα χέρια τους την μπάλα γκόλμπολ. Κατόπιν τους ζητήσαμε να πετάξουν την μπάλα μπροστά τους. Με αυτό τον πείραμα στόχος ήταν να διερευνήσουμε αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη (3^{ος} Νόμος του Νεύτωνα) πως η δράση και η αντίδραση ασκούνται σε διαφορετικά σώματα και έχουν αντίθετες κατευθύνσεις.

Πείραμα 3

Παρουσιάσαμε ένα σχετικά μεγάλο και βαρύ μαγνήτη και ένα μικρό ελαφρύ σιδερένιο καρφί και ζητήσαμε από τους συμμετέχοντες να πραγματοποιήσουν το πείραμα ώστε να διαπιστώσουν: α) αν το καρφί έλκει το μαγνήτη β) να συγκρίνουν τη δύναμη που ασκεί ο μαγνήτης στο καρφί με τη δύναμη που ασκεί το καρφί στο μαγνήτη (E17). Ο στόχος του πειράματος αυτού ήταν να διερευνηθεί αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη πως αν δύο σώματα αλληλεπιδρούν ασκούνται μεταξύ τους δυνάμεις με ίσα μέτρα ανεξάρτητα από τη φύση τους (μέγεθος, υλικό) και το βάρος τους (3^{ος} νόμος Νεύτωνα).

Πείραμα 4

Πείραμα με δύο δυναμόμετρα

Δώσαμε στους συμμετέχοντες δύο απτικά δυναμόμετρα και τους ζητήσαμε να τα συνδέσουν μεταξύ τους. Στην πρώτη φάση του πειράματος η ερευνητρια κράτησε το ένα δυναμόμετρο σταθερό και ο κάθε συμμετέχοντας τραβούσε το άλλο. Στη δεύτερη φάση του πειράματος αντιστράφηκαν οι ρόλοι. Στην τρίτη φάση του πειράματος και η ερευνητρια αλλά και οι συμμετέχοντες τραβούσαν τα δυναμόμετρα σε αντίθετες κατευθύνσεις. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι συμμετέχοντες παρατηρούσαν σε κάθε περίπτωση και κατέγραφαν τις ενδείξεις των δυναμόμετρων. Ο στόχος του πειράματος αυτού ήταν να διερευνήσουμε αν οι συμμετέχοντες α) υιοθετούσαν την επιστημονική άποψη πως αν δύο σώματα αλληλεπιδρούν ασκούνται μεταξύ τους

δυνάμεις με ίσα μέτρα (γνωστικός στόχος), β) χειρίζονταν με άνεση το απτικό δυναμόμετρο (ψυχοκινητικός στόχος) και γ) κάνουν σωστές μετρήσεις (ψυχοκινητικός στόχος).

Πείραμα 5

Πείραμα με δύο απτικά δυναμόμετρα

Δώσαμε στους/στις συμμετέχοντες/ουσες ένα σώμα (Α) (μάζα-βάρος μηχανικής με δύο άγκιστρα), ένα άλλο σώμα (Β) (μάζα-βάρος μηχανικής με ένα άγκιστρο), μια ομιλούσα ζυγαριά. Αρχικά τους ζητήσαμε να ζυγίσουν τα δύο σώματα με στόχο να παρατήσουν ότι τα δύο σώματα που τους δώσαμε είχαν διαφορετικές μάζες. Κατόπιν τους ζητήθηκε να κρεμάσουν το σώμα Α από τη βάση στήριξης και στη συνέχεια να το συνδέσουν με το άλλο απτικό δυναμόμετρο. Ακολούθως έπρεπε να συνδέσουν και το δεύτερο απτικό δυναμόμετρο με το πρώτο. Αφού το έκαναν αυτό, τους ζητήθηκε να συνδέσουν στην άλλη άκρη του δεύτερου απτικού δυναμόμετρου το σώμα Β. Ο στόχος του πειράματος αυτού ήταν να διερευνήσουμε την εναλλακτική ιδέα (E17) ότι αν δύο σώματα αλληλεπιδρούν ασκούνται μεταξύ τους δυνάμεις με ίσα μέτρα ανεξάρτητα από τη φύση τους (μέγεθος, υλικό) και το βάρος τους.

Μετά την ολοκλήρωση των πειραμάτων παρουσιάσαμε τις νέες γνώσεις που είναι σύμφωνες με τις επιστημονικά αποδεκτές και αναμένουμε εννοιολογική αλλαγή με τροποποίηση, αναθεώρηση ή και αντικατάσταση των αρχικών ιδεών τους. Διατυπώσαμε τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα δίνοντας έμφαση στην ισότητα των δύο δυνάμεων μεταξύ σωμάτων με διαφορετικό βάρος στοχεύοντας στην εναλλακτική ιδέα E17.

Στη συνέχεια με αυτά τα δεδομένα προχωρήσαμε στη **Δ' Φάση εφαρμογής ιδεών**. Στη φάση αυτή οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν την εκδοχή **του ιστορικού πειράματος του Νεύτωνα** με ραβδόμορφους μαγνήτες, λεκάνη με νερό και «σκαφάκια» (φελιζόλ). Αρχικά παρουσιάσαμε στους/στις συμμετέχοντες/ουσες μία μακρόστενη λεκάνη με νερό, δύο μαγνήτες νεοδυμίου (πολύ ισχυροί μαγνήτες) και κομμάτια φελιζόλ. Τους αναφέραμε πως ο Νεύτωνας πραγματοποίησε πείραμα για να αποδείξει τον 3^ο νόμο της κίνησης. Οι συμμετέχοντες/ουσες τοποθέτησαν τους μαγνήτες πάνω στα κομμάτια φελιζόλ και τα έβαλαν στις δύο άκρες της λεκάνης. Στη συνέχεια ζητήσαμε από τους συμμετέχοντες να πραγματοποιήσουν το πείραμα και να απαντήσουν τι θα συμβεί αν α) κρατήσουν τον ένα μαγνήτη και αφήσουν τον άλλο να κινηθεί β) αν κάνουν το ίδιο με τον άλλο μαγνήτη γ) αν αφήσουν και τους δύο μαγνήτες να κινηθούν ταυτόχρονα και δ) αν αφήσουν και τους δύο μαγνήτες να κινηθούν

ταυτόχρονα βάζοντας στη μέση της λεκάνης ένα κομμάτι φελιζόλ. Ο στόχος του ιστορικού αυτού πειράματος ήταν να διερευνήσουμε αν οι συμμετέχοντες υιοθετούν την επιστημονική άποψη ότι οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης (δράση-αντίδραση) ασκούνται σε διαφορετικά σώματα, είναι αντίθετες και έχουν ίσα μέτρα (3^{ος} νόμος Νεύτωνα) χρησιμοποιώντας πείραμα από την ιστορία της φυσικής.

Φάση Ε΄ ανασκόπησης-αναστοχασμού των αλλαγών: Στη φάση αυτή με χρήση ερωτήσεων και στοχαστικού διαλόγου η ερευνήτρια συνέκρινε τις αρχικές ιδέες των συμμετεχόντων με τη νέα γνώση. Ο σκοπός της φάσης αυτής ήταν να ελεγχθούν αν τα πειράματα και η ιστορία της φυσικής βοήθησαν τους/τις συμμετέχοντες/ουσες να καταλάβουν ή και να τροποποιήσουν την εναλλακτική τους ιδέα. Πιο συγκεκριμένα αξιοποιήθηκαν ερωτήσεις α. υπενθύμισης των αρχικών ιδεών τους όσον αφορά την εναλλακτική (E17), β. ελέγχου γνωστικής σύγκρουσης των νέων διαπιστώσεων που αφορούν στην εναλλακτική τους ιδέα (E17) και γ. ελέγχου του στόχου που αφορά στην αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής στον μετασχηματισμό της εναλλακτικής ιδέας των συμμετεχόντων (E17).

Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω ερωτήσεις

- Τι υποστήριζες αρχικά σχετικά με τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ σωμάτων που αλληλεπιδρούν·
- Τι λες τώρα·
- Τι σε έκανε να αλλάξεις γνώμη·

6.4.2 Οργάνωση και Δράση

Η πρώτη παρέμβαση αποτελείται από 5 φάσεις, οι οποίες είναι οι πέντε φάσεις του εποικοδομητικού μοντέλου διδασκαλίας των Driver και Oldham (προσανατολισμός, ανάδειξη ιδεών, αλλαγή ιδεών, εφαρμογή των ιδεών, ανασκόπηση των αλλαγών στις ιδέες) εμπλουτισμένη με στοιχεία από την ιστορία της φυσικής. Πιο συγκεκριμένα:

Α΄ Φάση (προσανατολισμός): Ο στόχος της φάσης αυτής ήταν να καταγραφεί το ενδιαφέρον σχετικά με τις δυνάμεις που εμφανίζονται κατά την αλληλεπίδραση των σωμάτων όπως τις αντιλαμβάνονται οι συμμετέχοντες στην καθημερινή ζωή αλλά και με στοιχεία από την ιστορία της φυσικής. Οι συμμετέχοντες/ουσες αρχικά άκουσαν την ιστορία «Προσανατολισμός» και είδαν τις απτικές προσωπογραφίες (σε μικροκαψουλικά χαρτί) του Αριστοτέλη, του Γαλιλαίου και του Νεύτωνα. Δεν είχαν ξαναπιάσει προσωπογραφίες με μικροκαψουλικά χαρτί και ήθελαν να το πάρουν ως δώρο και για αυτό η ερευνήτρια τους χάρισε μερικές προσωπογραφίες ως αναμνηστικό.

Οι συμμετέχοντες/ουσες σχολίασαν τα πρόσωπα του Νεύτωνα και του Γαλιλαίου και ενθουσιάστηκαν που κατάλαβαν ότι είχαν μαλλιά και μάλιστα ρωτούσαν για τα μαλλιά του Νεύτωνα που ήταν μακριά και η ερευνήτρια τους είπε ότι ο Νεύτωνας φορούσε περούκα, κάτι που τους έκανε ιδιαίτερη εντύπωση. Ενδεικτικά αναφέρουμε μερικές απαντήσεις των συμμετεχόντων/ουσών:

M1: «Αυτός ποιος είναι· Ο Νεύτωνας· Αυτός έχει πολύ μακριά μαλλιά. Κυρία μπορείτε να μου το χαρίσετε·»

Φ8: «Δεν είχα ξαναδεί προσωπογραφία σε μικροκαψουλικό χαρτί. Μπορώ να δω σχεδόν όλα τα χαρακτηριστικά του. Αλλά μπερδεύομαι. Αυτή είναι η μύτη· Είναι κολλημένη με τα μούσια του. »

Στη συνέχεια είδαν τον πύργο της Πίζας σε 3D εκτυπωτή (μικρό μέγεθος). Η τρισδιάστατη απεικόνιση φάνηκε ότι βοήθησε την κατανόηση. Ακόμη περισσότερο όμως βοήθησε το μεγαλύτερο μέγεθος του πύργου της Πίζας σε τρισδιάστατο παζλ. Χαρακτηριστικά αναφέρουν:

M2: «Ααα αυτό μάλιστα. Ο πύργος της Πίζας ο μεγαλύτερος είναι πιο κατανοητός.»

Τέλος αφού είδαν το κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου κατασκευασμένο σε 3D εκτυπωτή, το οποίο έπιασαν πολύ ώρα για να το κατανοήσουν επειδή το μέγεθος ήταν μικρό καθαρά για λόγους οικονομικούς, και τα Ημισφαίρια Magdeburg κι αφού δόθηκαν οι απαραίτητες εξηγήσεις, διαβάστηκε το απόσπασμα από το βιβλίο «Φυσική για ποιητές» του Robert March, οι συμμετέχοντες φάνηκε να κουράζονται από την συνεχή αφήγηση και τις πολλές πληροφορίες που τους έδωσε η ερευνήτρια. Αντίθετα έδειξαν ιδιαίτερο ενθουσιασμό για την απτική αναπαράσταση αλλά και για το τι επρόκειτο να συμβεί. Πιο συγκεκριμένα ανέφεραν:

M2: «Κυρία θα διαβάσετε πολύ ακόμα· Δεν κάνουμε κάτι άλλο· Να δούμε κι άλλα όργανα·»

Φ3: «Με κούρασε όλο αυτό. Είπατε ότι θα κάνουμε πειράματα. Θα κάνουμε τώρα·»

Στη συνέχεια στη Β' Φάση (ανάδειξη των ιδεών σχετικά με την εναλλακτική E17): Όταν οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν «Τι είναι η δύναμη· Πότε νομίζεις ότι εμφανίζεται·» και «Τι εννοούμε όταν λέμε πως δύο σώματα αλληλεπιδρούν· Τι γίνεται όταν ένα σώμα είναι μεγαλύτερο από το άλλο·». Οι 7/10 συμμετέχοντες/ουσες δεν μπορούσαν να δώσουν ξεκάθαρες απαντήσεις. Τη δύναμη την όρισαν ως πίεση και

σπρώξιμο, ως κλωτσιά. Μπορούσαν να την ορίσουν μόνο μέσω παραδειγμάτων. Πιο συγκεκριμένα είπαν:

M1: «Δύναμη είναι όταν πιέζουμε κάτι.....εεε εμφανίζεται όταν το πιάνουμε και το πιέζουμε. Τώρα κυρία αλληλεπιδρούν όταν ε.... είναι πολύ κοντά. Ε ... κυρία το μεγάλο πιέζει το μικρό περισσότερο.»

M2: «Όταν κλωτσάμε κάτι τότε για παράδειγμα λέμε ότι ασκούμε δύναμη. εεε εμφανίζεται όταν το κλωτσάμε. Δύο σώματα αλληλεπιδρούν όταν ξέρω 'γω..... είναι δίπλα δίπλα και ασκεί δύναμη το ένα στο άλλο. Κυρία με περδεύεται, αλλά το μεγάλο ασκεί μεγαλύτερη δύναμη.»

Φ1: «Δύναμη εννοούμε όταν για παράδειγμα σπρώχνουμε κάτι. εμφανίζεται όταν το πιάνω και το σπρώχνω. Σωστά κυρία: ... μμμμ τώρα νομίζω ότι τα σώματα αλληλεπιδρούν, όταν ασκούνται δυνάμεις μεταξύ τους. Αν θυμάμαι καλά από το σχολείο οι δυνάμεις είναι ίσες.»

Οι συμμετέχοντες προσπαθούσαν δηλαδή μέσα από την καθημερινότητά τους αλλά και ανακαλώντας από τη μνήμη τους, ό,τι είχαν μάθει από το σχολείο, να περιγράψουν μια επιστημονική έννοια αλλά χωρίς επιτυχία. Διαπιστώσαμε ότι υπάρχει μια σύγχυση και δεν είναι ξεκάθαρη η έννοια της δύναμης και της αλληλεπίδρασης. Οι απόψεις των συμμετεχόντων (7/10) στη μεγάλη τους πλειοψηφία ταιριάζουν με την E17. Υπάρχουν βέβαια και οι διαφοροποιήσεις.

Από το 1^ο νοητικό πείραμα που χρησιμοποιήθηκε προέκυψε ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες θεώρησαν ότι εκείνοι ασκούν τη μεγαλύτερη δύναμη σε σχέση με τη δύναμη που δέχονταν από το καρεκλάκι. Χαρακτηριστικά αναφέρουν:

M1: «Μου ασκείται βαρύτητα. Όταν όμως κάθομαι στην καρέκλα ασκώ δύναμη στην καρέκλα. Μάλλον μου ασκεί και η καρέκλα δύναμη. Νομίζω ότι μεγαλύτερη δύναμη είναι η δική μου.»

Φ1: «Εκτός από το βάρος που δέχομαι από τη γη υπάρχει και η δύναμη που δέχομαι κι από την καρέκλα. Λογικά κι εγώ ασκώ δύναμη στην καρέκλα. Από ό,τι θυμάμαι από το σχολείο οι δυνάμεις αυτές πρέπει να είναι ίσες.»

Φ4: «Σίγουρα υπάρχει βαρύτητα. Εγώ ασκώ μεγαλύτερη δύναμη.»

Στο 2ο νοητικό πείραμα οι περισσότεροι/ες (8/10) είπαν ότι η γη τους ασκεί δύναμη ενώ ελάχιστοι (2/10) συμμετέχοντες απάντησαν ότι ασκούνται ίσες δυνάμεις, κάτι που το θυμήθηκαν από το σχολείο. Πιο συγκεκριμένα ανέφεραν:

M2: «Μμμμ κυρία, μου ασκείται το βάρος από τη γη αλλά είναι και η δύναμη που δέχομαι. Νομίζω ότι η γη ασκεί μεγαλύτερη δύναμη, φυσικά καθώς είναι πολύ μεγάλη. Έτσι δεν είναι...· Θυμάμαι όμως στο σχολείο ότι κάτι γίνεται με αυτές τις δυνάμεις. Εγώ ασκώ δύναμη στη γη αλλά μικρή, πολύ μικρή, αφού η γη είναι τεράστια. Σωστά κυρία·»

Φ2: «Αν θυμάμαι καλά, ασκώ εγώ δύναμη στη γη, και εκείνη μου ασκεί ίση δύναμη με εκείνη που της ασκώ. Δηλαδή η γη και εγώ ασκούμε ίση δύναμη.»

Στο 3^ο νοητικό πείραμα οι περισσότεροι/ες (9/10) συμμετέχοντες/ουσες επειδή εστίασαν στη φράση «πιάνει κάποιος το χέρι» θεώρησαν ότι δεν τους ασκείται καμία δύναμη. Ενδεικτικά ανέφεραν:

M1: «Εγώ δεν νιώθω καμία δύναμη. Δεν υπάρχει δύναμη, έτσι·»

Φ4: «Δεν υπάρχει δύναμη, απλώς πιανόμαστε...»

Στο 4^ο νοητικό πείραμα οι περισσότεροι συμμετέχοντες (9/10) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αυτός που τραβά το χέρι ασκεί και μεγαλύτερη δύναμη.

Φ4: «Τώρα μου κυρία μου ασκείτε εσείς μεγαλύτερη δύναμη από ότι εγώ.»

Στο 5^ο νοητικό πείραμα οι περισσότεροι/ες συμμετέχοντες/ουσες (9/10) ανέφεραν ότι υπάρχει δύναμη κι όταν ασκούμε δύναμη σε ένα σώμα κι αυτό μετακινείται τότε η δικιά τους δύναμη είναι η μεγαλύτερη γιατί καταφέρνουν να το μετακινήσουν.

M2: «Βέβαια ασκώ δύναμη στο κιβώτιο αφού το μετακινώ. Το κιβώτιο όμως δεν μου ασκεί δύναμη.»

Φ3: «Ασκώ δύναμη κι εγώ στο κιβώτιο κι εκείνο. Αλλά αφού το μετακινώ η δική μου δύναμη είναι μεγαλύτερη. Αλλά νομίζω ότι αν θυμάμαι καλά από το σχολείο οι δυνάμεις πρέπει να είναι ίσες.»

Στο 6^ο νοητικό πείραμα οι περισσότεροι/ες από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες (8/10) είπαν ότι ασκούν δύναμη στον τοίχο αλλά ότι ο τοίχος δεν τους ασκεί δύναμη.

M1: «Αφού τον πιάνω τον τοίχο, του ασκώ δύναμη κυρία! Ο τοίχος νομίζω δε μου ασκεί, γιατί να μου ασκήσει·»

Φ5: «Ασκώ δύναμη στον τοίχο και σίγουρα είναι μεγαλύτερη από αυτή που μου ασκεί ο τοίχος. μμμμ ή μήπως όχι·»

Στο 7^ο νοητικό πείραμα οι περισσότεροι/ες συμμετέχοντες/ουσες (8/10) ανέφεραν ότι ασκούν δύναμη στον τοίχο πολύ μεγαλύτερη από τη δύναμη που τους/τις ασκεί ο τοίχος.

Φ6: «Σίγουρα ασκώ δύναμη στον τοίχο, αλλά και ο τοίχος σε εμένα. Νομίζω ότι η δική μου δύναμη είναι μεγαλύτερη.»

Φ7: «Μμμμ ασκώ δύναμη στον τοίχο...εε... κι ο τοίχος ασκεί σε εμένα αλλά η δική μου είναι πιο μεγάλη.»

Στο 8ο νοητικό πείραμα οι περισσότεροι/ες (9/10) συμμετέχοντες/ουσες ανέφεραν ότι ασκούν δύναμη στην μπάλα αλλά η μπάλα δεν τους ασκεί δύναμη.

M2: «Ασκώ δύναμη στην μπάλα αφού την κλωτσάω και φεύγει κυρία, όπως το κιβώτιο που είπαμε πριν, αλλά η μπάλα πώς να μου ασκήσει δύναμη, αφού εγώ δεν κουνιέμαι.»

Φ4: «Εμμ κι εγώ ασκώ δύναμη στην μπάλα αλλά και η μπάλα σε εμένα. Το θυμάμαι καλά από το σχολείο αυτό. Η δική μου η δύναμη είναι μεγαλύτερη σίγουρα.»

Στο 9ο νοητικό πείραμα οι περισσότεροι/ες (9/10) απάντησαν ότι το ποδήλατο θα διαλυθεί κι ότι αφού διαλύεται το φορτηγό ασκεί πολύ μεγάλη δύναμη στο ποδήλατο.

M1: «Τον χάσαμε τον ποδηλάτη κυρία!! Το φορτηγό χτύπησε και διέλυσε το ποδήλατο. Για να το διαλύσει κυρία το φορτηγό άσκησε πολύ μεγάλη δύναμη.»

Φ8: «Το φορτηγό έλιωσε το ποδήλατο και τον ποδηλάτη μαζί! Το βάρος του φορτηγού είναι τόσο μεγάλου που με τη σύγκρουση άσκησε τεράστια δύναμη στο μικρό ποδήλατο.»

Διαπιστώνουμε ότι αν και οι συμμετέχοντες/ουσες επεξεργάζονται νοητικά πληροφορίες για να υποθέσουν, να περιγράψουν πειράματα και να εξάγουν συμπεράσματα δεν έδωσαν τις σωστές απαντήσεις, δηλαδή όπως διαπιστώθηκε από όλα τα νοητικά πειράματα οι περισσότεροι (κατά μέσο όρο 8/10) θεωρούν ότι η δύναμη αλληλεπίδρασης εξαρτάται από την πίεση που συνδέεται με το σπρώξιμο ή την κλωτσιά, τη βαρύτητα (η σύγκρουση φαίνεται από τα νοητικά 1, 2 και στο 9), από το ποιος φαίνεται να την ασκεί, από το μέγεθος των σωμάτων που αλληλεπιδρούν κι από τον τρόπο που ασκείται η δύναμη. Οι συμμετέχοντες/ουσες δεν μπορούν να αντιληφθούν ότι οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης μεταξύ σωμάτων είναι ίσες σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα. Στις περιπτώσεις που απάντησαν σωστά οι συμμετέχοντες/ουσες φάνηκαν ότι είχαν κάποιο γνωστικό υπόβαθρο και αναφορές από το σχολείο. Οι αναφορές αυτές όμως δεν φάνηκε να έχουν κατακτηθεί πλήρως ώστε να μπορούν να δώσουν ερμηνείες και να το συνδέσουν με τον 3ο Νόμο. Το γεγονός αυτό πιθανότατά να σχετίζεται με τον τρόπο που οι συμμετέχοντες/ουσες ως μαθητές/τριες

διδάχθηκαν τη φυσική στο σχολείο, να είναι δηλαδή αποτέλεσμα όχι στείρας απομνημόνευσης αλλά ούτε και ουσιαστικής εμβάθυνσης. Η ερμηνεία αυτή προκύπτει από την αβεβαιότητα και τα ερωτηματικά που υπήρχαν στις απαντήσεις. Ήθελαν συνεχή επιβεβαίωση από την ερευνήτρια. Παρόλο που τα πειράματα τους άρεσαν φάνηκε όμως να κουράζονται επειδή ήταν πολλά.

Στη συνέχεια ακολούθησε ο στοχαστικός διάλογος. Εδώ ελέγξαμε αν οι συμμετέχοντες υιοθέτησαν την επιστημονική άποψη πως κατά τις συγκρούσεις σωμάτων, στα σώματα ασκούνται ίσες δυνάμεις ανεξάρτητα από τη φύση και το βάρος τους. Πιο συγκεκριμένα οι συμμετέχοντες δεν μπορούσαν να δικαιολογήσουν το πώς σκέφτηκαν και γιατί απάντησαν με αυτόν τον τρόπο. Αναφέρονταν συνεχώς στο σχολείο και στις συγκεχυμένες γνώσεις που είχαν. Οι συμμετέχοντες ήταν πάρα πολύ κουρασμένοι από τα πειράματα κι αυτό τους δυσκόλευε αρκετά στο να δικαιολογούν συνεχώς τις απαντήσεις τους. Η δυσκολία αυτή εκτιμάται ότι συνδέεται με την μη κεκτημένη γνώση γύρω από τις έννοιες της φυσικής που εξετάζουμε και τον 3ο Νόμο του Νεύτωνα.

Στη Γ' Φάση αλλαγής ιδεών, πραγματοποιήθηκαν πέντε πειράματα. Οι συμμετέχοντες/ουσες αφού αναγνώρισαν απτικά τα στοιχεία των πειραμάτων και τη διάταξή τους κι έκαναν τις απαραίτητες μετρήσεις, προχώρησαν με τη βοήθεια της ερευνήτριας στη διεξαγωγή των πειραμάτων.

Από το **1ο πείραμα** προέκυψε ότι κάποιοι/ες συμμετέχοντες/ουσες (6/10) το είχαν ξανακάνει αλλά δεν γνώριζαν ότι αφορούσε πείραμα του Νεύτωνα. Οι συμμετέχοντες διαπίστωσαν ότι το πρώτο σώμα ασκεί διαδοχικά δύναμη στο δεύτερο κτλ. Κάποιοι ανέφεραν ότι τα όλα τα σώματα (σφαιρίδια) της διάταξης κινούνται, κάποιοι ανέφεραν ότι κινούνται μόνο τα πρώτο και το τελευταίο και γενικά όλοι οι συμμετέχοντες δεν μπορούσαν να δώσουν ερμηνεία γιατί συμβαίνει αυτό. Συγκεκριμένα είπαν:

M1: *«Μμμ, κυρία όλα τα σφαιρίδια κινούνται. Δεν μπορώ όμως να καταλάβω γιατί.»*

Φ3: *«Μεταδίδεται η κίνηση· Τελικά μήπως η κίνηση μεταδίδεται.»*

Από το 2ο πείραμα προέκυψε ότι όλοι οι συμμετέχοντες βίωσαν τη δράση και την αντίδραση αλλά δεν μπορούσαν να το εξηγήσουν επιστημονικά. Πάλι ανέτρεχαν στις γνώσεις από το σχολείο, οι οποίες όμως ήταν και πάλι συγκεχυμένες κι όχι επιστημονικές. Συγκεκριμένα είπαν:

M2: *«Αλλιώς το είχα στο μυαλό μου. Τελικά όταν ρίχνω την μπάλα πάω κι εγώ προς τα πίσω. Δεν καταλαβαίνω όμως γιατί.»*

Φ5: «Κυρία μόλις πέταξα την μπάλα, η καρέκλα μου πήγε προς τα πίσω· Να το ξανακάνουμε· Α τώρα πήγα πιο πολύ πίσω.»

Από το 3ο πείραμα προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες/ουσες διαπίστωσαν την έλξη ως δύναμη. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες όμως (8/9) διαπίστωσαν ότι το καρφί έλκεται από τον μαγνήτη και 9/10 δεν κατάλαβαν ότι οι δυνάμεις που ασκούνται ανάμεσα στον μαγνήτη και στο καρφί αλληλεπιδρούν και είναι ίσες. Επομένως το πείραμα δεν πέτυχε τον στόχο που είχαμε θέσει.

Ενδεικτικά αναφέρουμε την απάντηση ενός φοιτητή

Φ5: «Απόλυτα φυσιολογικό ο μαγνήτης να έλκει το καρφί. Αλλά και το καρφί μάλλον έλκει και τον μαγνήτη. Δεν μπορώ να καταλάβω όμως αν οι δυνάμεις είναι ίσες. Το θυμάμαι από το σχολείο αλλά μπορώ το καταλαβαίνω. Περίεργο μου φαίνεται.»

Από το 4ο πείραμα προέκυψε ότι 10/10 συμμετέχοντες/ουσες έκαναν σωστές μετρήσεις (επιτεύχθηκε ο ψυχοκινητικός στόχος) και πετύχαμε τη γνωστική σύγκρουση και διαπίστωσαν ότι οι δυνάμεις είναι ίσες ανεξάρτητα από το ποιος τραβάει. Ενδεικτικά αναφέρονται μερικές απαντήσεις που έδωσαν οι συμμετέχοντες:

M2: «Α κυρία, 5N εδώ 5N κι εδώ. Ίσες οι δυνάμεις. Τελικά είτε τραβάω μόνο εγώ, είτε τραβάτε μόνο εσείς είναι ίδιες οι δυνάμεις. Μέχρι τώρα το είχα καταλάβει λάθος. Νόμιζα ότι μόνο όποιος τραβάει είχε δύναμη.»

Φ5: «Α, όσες φορές και να μετρήσουμε κι όσο δυνατά και να τραβήξουμε είναι εντυπωσιακό, οι δυνάμεις είναι ίσες.»

Φ4: «Κυρία δηλαδή δεν έχει σημασία ποιος τραβάει και πόσο δυνατά, γιατί οι δυνάμεις που ασκούνται είναι ίσες.»

Από το 5ο πείραμα προέκυψε ότι πέτυχαν οι στόχοι που είχαν τεθεί όπως και η γνωστική σύγκρουση. Όλοι οι συμμετέχοντες/ουσες (10/10) κατάφεραν να χρησιμοποιήσουν σωστά τη ζυγαριά και να μετρήσουν τις μάζες των δύο σωμάτων και να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι οι ενδείξεις των δυναμομέτρων είναι ίδιες ανεξάρτητα από τις μάζες των σωμάτων, δηλαδή όταν δύο σώματα αλληλεπιδρούν ασκούνται μεταξύ τους δυνάμεις με ίσα μέτρα ανεξάρτητα από τη φύση τους (μέγεθος, υλικό) και το βάρος τους. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι

M1: «Κυρία τα σώματα έχουν διαφορετικές μάζες. Μας το λέει η ζυγαριά ξεκάθαρα. Και τα δύο δυναμόμετρα είναι στο 2,5. Ααα κυρία και σε αυτή την περίπτωση οι δυνάμεις είναι ίσες, παρόλο που τα σώματα είναι διαφορετικά.»

Φ2: «Είναι διαφορετικές οι μάζες. Το περίμενα πάντως από το προηγούμενο πείραμα ότι θα είναι ίσες οι δυνάμεις.»

Φ6: «Ναι, οι μάζες δεν είναι ίδιες και οι δυνάμεις είναι ίσες.»

Στη συνέχεια παρουσιάσαμε τις νέες γνώσεις που είναι σύμφωνες με τις επιστημονικά ορθές και διατυπώσαμε τον 3ο νόμο του Νεύτωνα δίνοντας έμφαση στην ισότητα των δύο δυνάμεων στοχεύοντας στην εναλλακτική μας ιδέα (E17).

Στη συνέχεια με αυτά τα δεδομένα προχωρήσαμε στη Δ' Φάση εφαρμογής ιδεών. Οι συμμετέχοντες/ουσες πραγματοποίησαν την εκδοχή του ιστορικού πειράματος του Νεύτωνα με μαγνήτες, λεκάνη με νερό και «σκαφάκια» (φελιζόλ). Από το πείραμα αυτό προέκυψε ότι η ιστορία της φυσικής τους βοήθησε να κατανοήσουν και να αιτιολογήσουν ότι οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης μεταξύ των σωμάτων (η δράση και η αντίδραση) ασκούνται σε διαφορετικά σώματα (γνωστικός στόχος 1α) και έχουν αντίθετες κατευθύνσεις (γνωστικός στόχος 1β). Πιο συγκεκριμένα είπαν:

M1: «Αφού δεν κουνιέται το εμπόδιο (σκαφάκι) οι δυνάμεις είναι ίσες, αν ήταν μεγαλύτερη η μία δύναμη, θα κουνιόταν.»

Φ1: «Το φελιζόλ (σκαφάκι) που είναι στη μέση δε φαίνεται να κινείται, όταν το χτυπούν οι μαγνήτες δεξιά κι αριστερά. Αυτό σημαίνει ότι η δύναμη από δεξιά κι η δύναμη από αριστερά είναι ίσες.»

Παράλληλα με το ιστορικό πείραμα αυτό διαπιστώθηκε ότι η ιστορία της φυσικής βοήθησε τους συμμετέχοντες να κατανοήσουν και να αιτιολογήσουν ότι οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης μεταξύ των σωμάτων (η δράση και η αντίδραση) έχουν ίσα μέτρα (γνωστικός στόχος 1γ-εναλλακτική). Ενδεικτικά αναφέρουμε μερικές απαντήσεις:

Φ1: «Φαίνεται εδώ ότι όταν τα σώματα είναι σε επαφή, ασκεί το ένα στο άλλο ίσες δυνάμεις. Είναι ο 3ος Νόμος του Νεύτωνα»

Φ4: «Εδώ έχουμε τη δράση και την αντίδραση που είναι ίσες και έχουν αντίθετη φορά. Είναι ο 3ος Νόμος του Νεύτωνα που μας είπατε πριν.»

Αυτό που προέκυψε από τη φάση αυτή είναι ότι οι συμμετέχοντες (10/10) αναγνώρισαν τη συμβολή της ιστορίας της φυσικής στην κατανόηση εννοιών που αφορούν στον 3ο νόμο του Νεύτωνα (γνωστικός στόχος 3).

6.4.3 Αναστοχασμός-αξιολογήσεις

Στην Φάση Ε' ανασκόπησης-αναστοχασμού των αλλαγών έγιναν διαπιστώσεις-ερωτήσεις α. υπενθύμισης των αρχικών ιδεών τους όσον αφορά την εναλλακτική (E17),

β. ελέγχου γνωστικής σύγκρουσης των νέων διαπιστώσεων που αφορούν στην εναλλακτική τους ιδέα (E17) και γ. ελέγχου του στόχου που αφορά στην αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής στον μετασχηματισμό της εναλλακτικής ιδέας των συμμετεχόντων (E17). Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω ερωτήσεις:

-Τι υποστήριζες αρχικά σχετικά με τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ σωμάτων που αλληλεπιδρούν;

-Τι λες τώρα;

-Τι σε έκανε να αλλάξεις γνώμη;

Διαπιστώθηκε ότι ενώ θυμόντουσαν τις αρχικές τους ιδέες που ταυτίζονταν με την εναλλακτική ιδέα (E17), με την πραγματοποίηση των πειραμάτων από την ιστορία της φυσικής επιτεύχθηκε η γνωστική σύγκρουση και ο μετασχηματισμός των ιδεών τους. Ιδιαίτερα κατά τον έλεγχο έγιναν ερωτήσεις του τύπου "Τι σε έκανε να αλλάξεις γνώμη" οι συμμετέχοντες/ουσες είπαν:

M1: «Στην αρχή νόμιζα ότι τα μεγάλα σώματα ασκούν μεγαλύτερη δύναμη στα μικρά. Τώρα κατάλαβα πώς οι δυνάμεις είναι ίσες ανεξάρτητα από το πόσο μεγάλα ή μικρά είναι τα σώματα. Αν δεν κάναμε τα πειράματα δε θα το καταλάβαινα ποτέ. Και τα δυναμόμετρα και το τελευταίο πείραμα του Νεύτωνα με βοήθησαν πολύ.»

M2: «Τελικά τα πειράματα είναι φοβερά κυρία, αρχίζεις να καταλαβαίνεις. Πρέπει να κάνεις όμως πολλά πειράματα για να καταλάβεις.»

Φ6: «Θυμάμαι σε προηγούμενο πείραμα ότι έλεγα ότι οι δυνάμεις δεν είναι ίσες. Τώρα όμως μετά τα τελευταία πειράματα κατάλαβα ότι οι δυνάμεις είναι ίσες και ειδικά στο πείραμα του Νεύτωνα και αντίθετες. Κι αφού μας είπατε και τη θεωρία μπορώ να το αιτιολογήσω. Έχουμε τη δράση και την αντίδραση και είναι ο 3ος Νόμος του Νεύτωνα.»

Γενικότερα φάνηκε ότι τα πειράματα βοήθησαν σημαντικά στην κατανόηση εννοιών που αφορούν στον 3ο Νόμο του Νεύτωνα καθώς τροποποίησαν και αντικατέστησαν την αρχική εναλλακτική ιδέα (E17) των συμμετεχόντων. Φάνηκε ότι χρειάστηκαν πολλά πειράματα και αρκετές επαναλήψεις για να υπάρξει αυτός ο μετασχηματισμός.

Στην τρίτη φάση της Έρευνας Δράσης είναι η παρατήρηση. Στη φάση αυτή αξιολογήσαμε την 1^η παρέμβαση που αφορούσε την εναλλακτική ιδέα E17 και σχετίζεται με τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα, χρησιμοποιώντας α) ερωτήσεις κλειστού

τύπου (γνωστικός στόχος), β) 2 πειράματα για μετρήσεις (ψυχοκινητικοί στόχοι), και γ) ελεύθερη συζήτηση (συναισθηματικός στόχος). Πιο αναλυτικά:

α) στις 3 ερωτήσεις κλειστού τύπου με τις 5 εναλλακτικές (βλ. παράρτημα Γ) διαπιστώθηκαν τα εξής: Στην πρώτη ερώτηση απάντησαν σωστά (1.γ) 9/10 (90%), στη δεύτερη ερώτηση απάντησαν σωστά (2.γ) 8/10 (80%), στην τρίτη ερώτηση απάντησαν σωστά (3.γ) 9/10 (70%).

β) κατά την πραγματοποίησή των δυο πειραμάτων διαπιστώθηκε ότι οι συμμετέχοντες (10/10) χρησιμοποίησαν σωστά τα όργανα μέτρησης βάρους και μάζας και έκαναν σωστά τις μετρήσεις στο πείραμα α και (βλ. παράρτημα Γ). Και στο δεύτερο πείραμα (βλ. Παράρτημα Γ) οι συμμετέχοντες/ουσες εκτέλεσαν σωστά το πείραμα και το αιτιολόγησαν σωστά. Φαίνεται ότι έχουν αποκτήσει και εμπιστοσύνη και αυτοπεποίθηση. Πιο αναλυτικά είπαν:

M1: *«Κυρία είναι εύκολο να ζυγίσεις το ποτήρι με το νερό. Θέλει λίγο προσοχή να μη χυθεί. Να προσέξω να μη βάλω πολύ, ε»*

Φ4: *«Παρατηρούμε ότι όταν βάλουμε τον μαγνήτη αλλάζει η ένδειξη και φαίνεται σαν να είναι πιο βαρύ το σώμα. Ο μαγνήτης το έλκει γι' αυτό κατεβαίνει πιο κάτω το ελατήριο του δυναμόμετρου»*

Φ8: *«Ναι βλέπω εδώ την ένδειξη όπως το κρεμάω. Όταν βάλω τον μαγνήτη ακριβώς από κάτω υπάρχει διαφορά που δείχνει πιο πολλά Newton άρα το έλκει ο μαγνήτης προς τα κάτω. Είναι όπως λέγατε ο 3ος Νόμος του Νεύτωνα· Δηλαδή ο μαγνήτης ασκεί δύναμη στο σιδερένιο σώμα και το σώμα στο μαγνήτη»*

γ) Στο τρίτο μέρος της αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε η ελεύθερη κουβέντα με ερωτήσεις του τύπου «Τι θα ήθελες να, τι αναρωτιέσαι, τι υποστηρίζεις, τι προτιμάς, σου άρεσε κάτι και τι, σε δυσκόλεψε κάτι και τι». Οι περισσότεροι/ες (8/10) απάντησαν ότι οι παρέμβαση θα ήθελαν να γίνει σε δύο μέρη γιατί κουράστηκαν. Όλοι/ες (10/10) υποστήριξαν ότι τα πειράματα που είναι σχεδιασμένα για άτομα με ΑΟ τους/τις βοηθούν να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες της φυσικής. 8/10 συμμετέχοντες/ουσες αναρωτήθηκαν αν θα μπορούσαν τα όργανα μέτρησης να τα χρησιμοποιούν και στην καθημερινή τους ζωή (ακουστική ζυγαριά), προκειμένου να διευκολυνθούν, 2/10 αναρωτήθηκαν πού βρέθηκαν τόσα όργανα μέτρησης για άτομα με ΑΟ. Πιο συγκεκριμένα ανέφεραν τα εξής:

M1: *«Κυρία μου άρεσαν πάρα πολύ τα πειράματα. Ήταν καταπληκτικά!! Κατάλαβα πράγματα στη φυσική».*

Φ1: «Ωραία ήταν τα πειράματα αλλά καλύτερα να το κάναμε σε δύο συναντήσεις. Ήταν πολλά και κουράστηκα λιγάκι».

Φ4: «Αναρωτιέμαι που τα βρήκατε αυτά τα όργανα. Πουλάνε τέτοια·»

Φ2: «Υποστηρίζω ότι θα έπρεπε στο σχολείο να μας κάνουν πειράματα, για να καταλάβουμε τη φυσική.»

Φ5: «Κυρία προτιμώ τα πειράματα από την ιστορία της φυσικής. Με βοήθησε πάρα πολύ».

Στη φάση αυτή συμμετείχαν και οι δύο κριτικοί φίλοι. Πρόκειται για έναν εξωτερικό παράγοντα των οποίων ο ρόλος είναι η παρακολούθηση της διαδικασίας και ο εντοπισμός σημείων που θα διευκολύνουν την έρευνα (Carlson, 2009). Οι κριτικοί φίλοι εστίασαν τις παρατηρήσεις τους στα εξής θέματα:

1. τις αντιδράσεις των συμμετεχόντων κατά την υλοποίηση των πειραμάτων,
 - a. ως προς τα συναισθήματα των συμμετεχόντων (χαρά, κούραση, ενθουσιασμό, αμηχανία),
 - b. ως προς την αυτοεκτίμηση των συμμετεχόντων, την αυτονομία αλλά και τις δεξιότητες των συμμετεχόντων ως προς τις μετρήσεις και
 - c. φυσικά ως προς την επίτευξη των γνωστικών στόχων.

Πιο συγκεκριμένα οι κριτικοί φίλοι τόνισαν ότι οι πληροφορίες και τα πειράματα ήταν πάρα πολλά σε λίγο χρόνο και κούρασαν τους συμμετέχοντες. Πρότειναν να γίνονται λιγότερα πειράματα. Επίσης οι κριτικοί φίλοι παρατήρησαν ότι οι συμμετέχοντες έδειξαν έντονο ενθουσιασμό επειδή κατάφεραν να κάνουν πειράματα (κάποιοι έκαναν πείραμα και για πρώτη φορά) με επιτυχία αλλά και επειδή έβλεπαν όργανα φυσικής προσβάσιμα σε άτομα με ΑΟ για πρώτη φορά. Την ώρα της γνωστικής σύγκρουσης οι συμμετέχοντες ήταν αμήχανοι και αυτό εντοπίστηκε κι από τους κριτικούς φίλους. Τέλος οι κριτικοί φίλοι παρατήρησαν ότι συμμετέχοντες φάνηκε να έχουν μεγαλύτερη αυτοεκτίμηση (σε αντίθεση με την αρχή της παρέμβασης που αναρωτιόντουσαν αν θα τα καταφέρουν), επειδή μπόρεσαν να ολοκληρώσουν με επιτυχία τις μετρήσεις και τα πειράματα.

6.5 Δεύτερος Κύκλος Έρευνας Δράσης

Σε συνέχεια του σχεδιασμού της 1^{ης} παρέμβασης που αφορούσε τις εναλλακτικές ιδέες των συμμετεχόντων/ουσες στην έρευνα για τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα, σχεδιάστηκε μια εποικοδομητικού τύπου διδασκαλία (5 φάσεων) στο πλαίσιο της Έρευνας Δράσης, επικεντρωμένη στον 1^ο και στον 2^ο Νόμο του Νεύτωνα. Οι νόμοι αυτοί επιλέχθηκαν γιατί φάνηκε να σχετίζονται άμεσα με τις τρεις επικρατέστερες εναλλακτικές ιδέες που προέκυψαν από τη διαδικασία της ανίχνευσης στο μεγαλύτερο μέρος του δείγματος.

Πιο συγκεκριμένα διαπιστώσαμε ότι:

A) 1^{ος} Νόμος του Νεύτωνα: *«Κάθε σώμα διατηρεί την κατάστασή του, της ηρεμίας ή της ομαλής ευθύγραμμης κίνησης, εκτός αν υποχρεωθεί να μεταβάλλει αυτή την κατάσταση εξαιτίας δυνάμεων που επιβάλλονται επί αυτού»* (οπ. αναφ. ο Young, Hugh, 1994). - οι έννοιες που αφορούν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών με ΑΟ είναι οι εξής:

- i. E2: Η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της. Δηλαδή οι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι απαραίτητη προϋπόθεση για να κινηθεί ένα σώμα είναι να του ασκείται δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης.
- ii. E14: Εσωτερική ώθηση-ένα σώμα μπορεί να κινείται από μια δύναμη που είναι αποθηκευμένη μέσα του (impetus) χωρίς να αλληλεπιδρά με κανένα παράγοντα (θεωρία του Buridan). Δηλαδή οι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι όταν βλέπουν ένα σώμα να κινείται χωρίς να του ασκείται καμία δύναμη, η δύναμη αυτή είναι αποθηκευμένη μέσα στο σώμα και για αυτό το αναγκάζει να κινηθεί.

B) 2^{ος} Νόμος τους Νεύτωνα: *« ... για οποιοδήποτε δεδομένο σώμα η επιτάχυνση είναι ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται πάνω στο σώμα» και διατυπώνει μαθηματικά το νόμο με τη (διανυσματική) εξίσωση : $\vec{F} = m\vec{a}$ »* οπ. αναφ. ο Young, Hugh, 1994). Πιο συγκεκριμένα η έννοια που αφορά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ είναι η εξής:

- iv. E3: Αναλογία δύναμης-ταχύτητας. Δηλαδή οι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι τα μεγέθη δύναμη και ταχύτητα είναι ανάλογα. Θεωρούν δηλαδή ότι αν για παράδειγμα διπλασιαστεί η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα θα διπλασιαστεί και η ταχύτητά του.

6.5.1 Σχεδιασμός

Για την πραγματοποίηση της 2^{ης} Παρέμβασης αρχικά τέθηκε ο σκοπός και οι επιμέρους στόχοι της. **Σκοπός** της είναι να αποτυπωθούν και να ανιχνευθούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ σχετικά με τον 1^ο και 2^ο Νόμο του Νεύτωνα. Πιο συγκεκριμένα επιμέρους **στόχοι** της παρέμβασης είναι:

- v. να καταγραφεί ο τρόπος με τον οποίο η ιστορία της φυσικής και τα πειράματα, μπορούν να συμβάλλουν στην κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με τον 1^ο και τον 2^ο Νόμο του Νεύτωνα και πιο συγκεκριμένα στην κατανόηση των εννοιών που σχετίζονται με τις παραπάνω εναλλακτικές ιδέες: α) ότι η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της και β) ότι η εσωτερική ώθηση-ένα σώμα μπορεί να κινείται από μια δύναμη που είναι αποθηκευμένη μέσα του (impetus) χωρίς να αλληλεπιδρά με κανένα παράγοντα (θεωρία του Buridan).
- vi. να διερευνηθεί ο τρόπος που η ιστορία της φυσικής και τα πειράματα επηρεάζουν την αυτοεκτίμηση των συμμετεχόντων.

Οι παραπάνω εναλλακτικές ιδέες E2, E14 (1^{ος} νόμος) και E3 (2^{ος} νόμος) σχετίζονται με το 1^ο και 2^ο Νόμο του Νεύτωνα, σύμφωνα με την ταξινόμηση του Halloun (2007). Πιο συγκεκριμένα ο Halloun (2007) ανίχνευσε κατά πόσο οι συμμετέχοντες/ουσες έχουν κατανοήσει το ότι:

α) η κατάσταση της αδράνειας στα φυσικά σώματα χαρακτηρίζεται από σταθερή ταχύτητα (η οποία δεν είναι απαραίτητα μηδενική). Καμία εξωτερική αιτία, και πιο συγκεκριμένα καμία αλληλεπίδραση, δεν χρειάζεται για να διατηρηθεί μια τέτοια κατάσταση (impetus).

Σύμφωνα με τον 1^ο Νόμο του Νεύτωνα

«Ένα σώμα συνεχίζει να παραμένει ακίνητο ή να κινείται ευθύγραμμα και ομαλά εφόσον δεν ασκείται σε αυτό δύναμη ή η συνολική (συνισταμένη) δύναμη που ασκείται πάνω του είναι μηδενική».

β) Ένα αντικείμενο πρέπει να αλληλεπιδρά με τουλάχιστον έναν παράγοντα για να μεταβληθεί η αδράνεια και πιο συγκεκριμένα για να αλλάξει η κατεύθυνση ή το μέγεθος της ταχύτητάς του.

Η έννοια της επιτάχυνσης είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ παράγοντα και αντικειμένου. Ουσιαστικά υπάρχει αλληλεπίδραση περιβάλλοντος που ασκεί δύναμη με το φυσικό σύστημα που την δέχεται. Εδώ ο παράγοντας αναφέρεται

στο περιβάλλον και το αντικείμενο είναι το φυσικό σύστημα. Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση των όρων επιτάχυνση και ταχύτητα. Η επιτάχυνση και όχι η ταχύτητα του αντικειμένου είναι ανάλογη με την ασκούμενη δύναμη και αντιστρόφως ανάλογη με τη μάζα του αντικείμενου, ανεξάρτητα από τη φύση της αλληλεπίδρασης.

Σύμφωνα με τον 2^ο Νόμο Νεύτωνα

«Όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται σ' ένα σώμα που έχει ορισμένη μάζα, τόσο πιο γρήγορα μεταβάλλεται η ταχύτητα του.....Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος, τόσο δυσκολότερα μπορεί να μεταβληθεί η ταχύτητα του».

Είναι απαραίτητο να επισημάνουμε ότι ο 1^{ος} νόμος του Νεύτωνα διατυπώνεται ως εξής στο σχολικό εγχειρίδιο της Β' Γυμνασίου των Αντωνίου και συν., (2015):

«Ένα σώμα συνεχίζει να παραμένει ακίνητο ή να κινείται ευθύγραμμα και ομαλά εφόσον δεν ασκείται σε αυτό δύναμη ή η συνολική (συνισταμένη) δύναμη που ασκείται πάνω του είναι μηδενική».

Στο σχολικό εγχειρίδιο της Α' Λυκείου των Βλάχου και συν. (2015), αναφορικά με τον 1^ο νόμο του Νεύτωνα αναφέρεται ότι:

«Αν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα είναι μηδέν, τότε το σώμα ή ηρεμεί ή κινείται ευθύγραμμα και ομαλά».

Ο Young, Hugh (1994) όμως διατυπώνει τον 1^ο νόμο του Νεύτωνα δεχόμενος τη μετάφραση από το Principia, αναφέροντας ότι:

«Κάθε σώμα διατηρεί την κατάστασή του της ηρεμίας ή της ομαλής ευθύγραμμης κίνησης εκτός αν υποχρεωθεί να μεταβάλλει αυτή την κατάσταση εξαιτίας δυνάμεων που επιβάλλονται επί αυτού».

Ο 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα δε διατυπώνεται ακριβώς στο σχολικό εγχειρίδιο της Β' Γυμνασίου των Αντωνίου και συν., (2015), αλλά προσεγγίζεται ως εξής:

«Όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται σ' ένα σώμα που έχει ορισμένη μάζα, τόσο πιο γρήγορα μεταβάλλεται η ταχύτητα του.....Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος, τόσο δυσκολότερα μπορεί να μεταβληθεί η ταχύτητα του».

Πρακτικά ορίζεται μέσω αυτής της περιγραφής που εξηγεί ότι αν $m = \text{σταθ}$ ποια είναι η σχέση μεταξύ F και a , ενώ στο άλλο μισό κρίνει την προϋπόθεση ότι $F = \text{στα}$ οπότε συζητείται η σχέση m και a . Έχουμε ορισμό μέσω ιδιοτήτων.

Στο σχολικό εγχειρίδιο της Α' Λυκείου των Βλάχου και συν. (2015), αναφορικά με τον 2^ο νόμο του Νεύτωνα αναφέρεται ότι

«η δύναμη $F \rightarrow$ που ασκείται σε ένα σώμα και η επιτάχυνση $a \rightarrow$ που αποκτά αυτό είναι μεγέθη ανάλογα. Μπορούμε λοιπόν να γράψουμε: $F = ma$ »

Πρόκειται για έναν ορισμό που δεν αναφέρει ξεκάθαρα τη σταθερότητα της μάζας αλλά την υπονοεί.

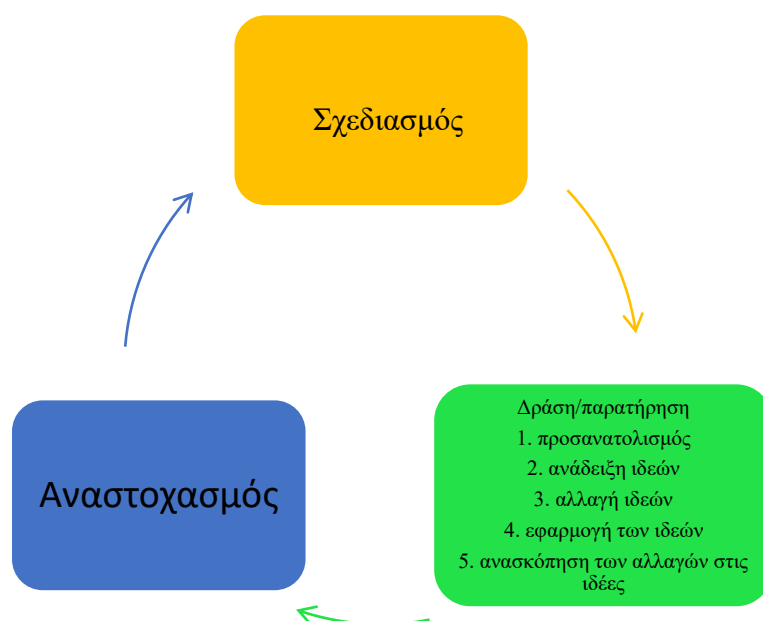
Ο Young (1994) όμως προσεγγίζει τον 2^ο νόμο του Νεύτωνα παραθέτοντας πειράματα με σώματα που κινούνται σε οριζόντιες επιφάνειες με την επίδραση δυνάμεων ελατηρίων αναφέροντας ότι:

«Συμπεραίνουμε ότι για οποιοδήποτε δεδομένο σώμα η επιτάχυνση είναι ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται πάνω στο σώμα» και διατυπώνει μαθηματικά το νόμο με τη (διανυσματική) εξίσωση : $\vec{F} = m\vec{a}$ »

Πρόκειται για έναν ορισμό που δεν αναφέρει ξεκάθαρα τη σταθερότητα της μάζας αλλά την υπονοεί.

Διαπιστώνεται ότι από το γυμνάσιο στο λύκειο υπάρχει μια εξέλιξη στην προσέγγιση της πληροφορίας που αφορά τους Νόμους του Νεύτωνα. Η παρουσίαση γίνεται σταδιακά από πιο διαισθητική – ποιοτική στο γυμνάσιο σε πιο επιστημονική – ποσοτική στο λύκειο, που όμως δε βοηθά τους μαθητές, ιδιαίτερα με εκείνους που έχουν ΑΟ, να κατανοήσουν τους Νόμους του Νεύτωνα.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις και διαπιστώσεις οδήγησαν στον σχεδιασμό της δεύτερης διδακτικής παρέμβασης. Πιο αναλυτικά η δεύτερη παρέμβαση (2^{ος} κύκλος της έρευνας δράσης) αποτελείται από 5 φάσεις, του εποικοδομητικού μοντέλου διδασκαλίας των Driver και Oldham (**προσανατολισμός, ανάδειξη ιδεών, αλλαγή ιδεών, εφαρμογή των ιδεών, ανασκόπηση των αλλαγών στις ιδέες** (σχήμα 6).



Σχήμα 6: Δεύτερος κύκλος έρευνας δράσης

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ:

Προεργασία: Συγκέντρωση υλικών

Τα υλικά που απαιτούνται

Οργανώσαμε τη διδασκαλία και συλλέξαμε τα απαιτούμενα διδακτικά μέσα και υλικά. Τα υλικά είναι κατάλληλα σχεδιασμένα ώστε να είναι προσβάσιμα στους μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ.

Συγκεκριμένα για τη μέτρηση του μήκους χρησιμοποιήσαμε:

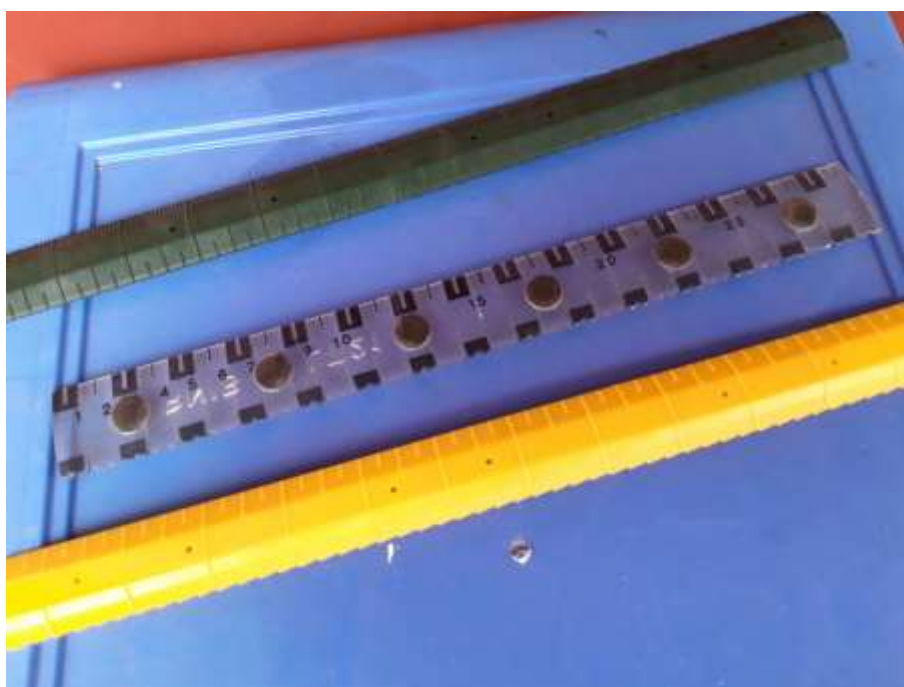
- το ακουστικό μέτρο, (Εικ. 42)
- την απτική μεζούρα, (εικ. 43)
- τους απτικούς χάρακες (εικ. 44).



Εικόνα 42: Ακουστικό μέτρο



Εικόνα 43: Απτική μεζούρα

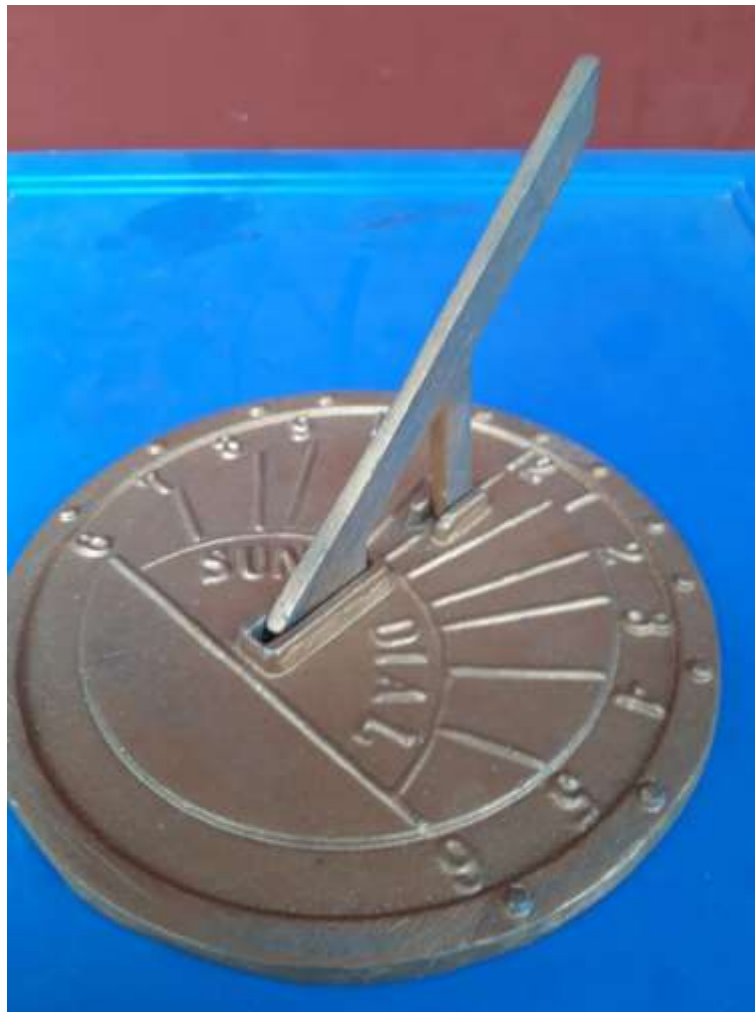


Εικόνα 44: Απτικοί χάρακες

Για τη μέτρηση του χρόνου

- το ηλιακό ρολόι, (εικ. 45)
- το ρολόι νερού (αποτελείται δοχείο με βρυσάκι, δοχείο συλλογής νερού και ομιλούσα ζυγαριά) (εικ. 46-47)
- τον μηχανικό μετρονόμο (εικ.48)

- την ομιλούσα αριθμομηχανή (εικ.49)



Εικόνα 45: Ηλιακό ρολόι



Εικόνα 46: Ρολόι νερού



Εικόνα 47: Ομολούσα ζυγαριά



Εικόνα 48: Μηχανικός Μετρονόμος

Για τις πράξεις χρησιμοποίησαμε μια ομιλούσα αριθμομηχανή (εικ. 43).



Εικόνα 49: Ομιλούσα αριθμομηχανή

Επίσης έγιναν ειδικές κατασκευές κατάλληλα προσαρμοσμένες στις ανάγκες των συμμετεχόντων/ουσών στην έρευνα, προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια εκδοχή των δυο ιστορικών πειραμάτων του Γαλιλαίου. Πιο αναλυτικά πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες κατασκευές: α) του πειράματος με το κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου («σανίδα του Ιταλού» όπ. αναφ. από τον Κασσέτα, 2020) και β) του πειράματος με το διπλό κεκλιμένο του Γαλιλαίου (οπ. αναφ. ο Hewitt et al., 2013).

2^η ΦΑΣΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ 2ΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΔΡΑΣΗΣ

Οι μαθητές/τριες-φοιτητές/τριες απασχολήθηκαν ατομικά σε συνεργασία με την ερευνήτρια-σε εξατομικευμένη διδασκαλία. Η όλη διαδικασία ηχογραφήθηκε και διήρκεσε περίπου δύο διδακτικές ώρες.

Α Πείραμα: Κεκλιμένο επίπεδο Γαλιλαίου:

Πραγματοποιήσαμε μια εκδοχή του πειράματος με το κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου. Ο Γαλιλαίος χρησιμοποίησε μια ξύλινη, μακρόστενη σανίδα επτά περίπου μέτρων, σκάλισε καλά ένα αυλάκι (για μείωση τριβών) σε αυτή στο οποίο κυλούσε μια μικρή και βαριά ορειχάλκινη μπίλια. Η σανίδα ήταν πλάγια σε πολύ μικρή γωνία (περίπου 8 μοίρες) για να είναι εφικτή η μέτρηση του χρόνου κύλισης της σφαίρας. Κατόπιν μέτρησε το χρόνο κίνησης της μπίλιας με ζυγαριά νερού. Για όσο χρόνο

κυλούσε η μπίλια γέμιζε δοχείο με νερό το οποίο και ζύγιζε. Εμείς χρησιμοποιήσαμε μια μακρόστενη ξύλινη σανίδα τεσσάρων μέτρων και προσαρμόσαμε μεταλλική αύλακα (για όσο το δυνατόν μικρότερες τριβές) στην οποία κυλούσε σιδερένια σφαίρα. Προσαρμόσαμε καμπανάκια σε συγκεκριμένες αποστάσεις. Καθώς κυλούσε η σφαίρα χτύπαγε στο καμπανάκι και μετρούσαμε το χρόνο ανάμεσα σε δύο διαδοχικά χτυπήματα. Επιχειρήθηκε η μέτρηση του χρόνου με ρολόι νερού σύμφωνα με το οποίο συλλέγαμε ποσότητα νερού και τη ζυγίζαμε.

Για το πρώτο πείραμα χρησιμοποιήσαμε μία σανίδα τεσσάρων μέτρων με κλίση 9° περίπου (του Γαλιλαίου ήταν επτά περίπου μέτρα) και προσαρμόσαμε μεταλλική αύλακα στην οποία κυλούσε σιδερένια σφαίρα και 4 καμπανάκια σε συγκεκριμένες αποστάσεις 25 εκατοστά, 75 εκατοστά, 100 εκατοστά και 200 εκατοστά αντίστοιχα (εικ. 44-45). Καθώς κυλούσε η σφαίρα χτύπαγε στο καμπανάκι και μετρούσαμε το χρόνο ανάμεσα σε δύο διαδοχικά χτυπήματα. Επιχειρήθηκε η μέτρηση του χρόνου με ρολόι νερού σύμφωνα με το οποίο συλλέγαμε ποσότητα νερού και τη ζυγίζαμε.



Εικόνα 50: Προσαρμοσμένη σανίδα Γαλιλαίου



Εικόνα 51: Προσαρμοσμένα μεταλλικά καμπανάκια

Β΄ Πείραμα: Διπλό κεκλιμένο επίπεδο: Για το δεύτερο πείραμα που αφορά στον νόμο της αδράνειας κατασκευάστηκε ένας συνδυασμός τριών επιπέδων (ακίνητο κεκλιμένο με 45° περίπου, οριζόντιο και κινητό κεκλιμένο (εικ. 46-47). Στο πείραμα αυτό αλλάζαμε τις γωνίες του κινητού μέχρι που το κάναμε οριζόντιο. Με τη διάταξη αυτή θελήσαμε να αναπαραστήσουμε τους πιθανούς συλλογισμούς με τους οποίους ο Γαλιλαίος κατέληξε στον 1^ο νόμο της κίνησης (νόμος αδράνειας).



Εικόνα 52: Διπλό Κεκλιμένο επίπεδο



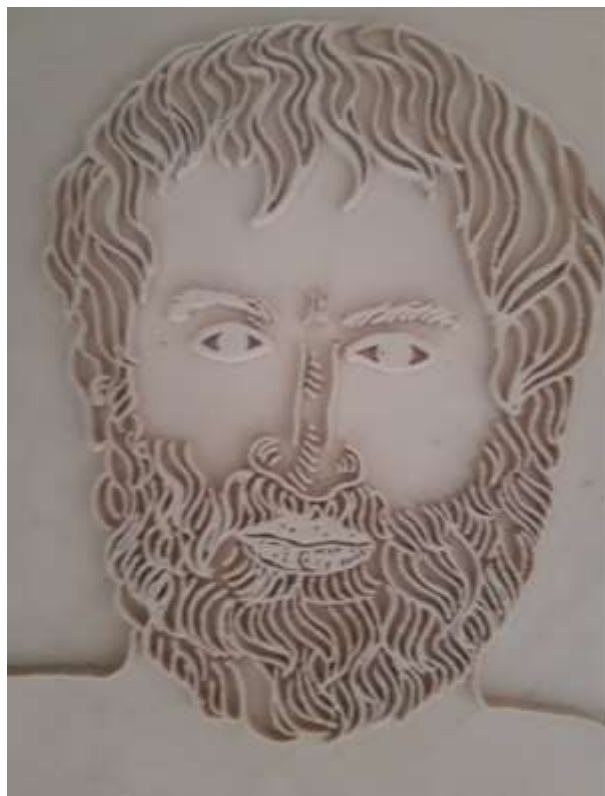
Εικόνα 53: Διπλό κεκλιμένο επίπεδο

Πιο αναλυτικά από την κορυφή του ακίνητου κεκλιμένου επιπέδου αφήναμε να πέσει μια σφαίρα, η οποία κυλούσε στο οριζόντιο επίπεδο και κατόπιν στο κινητό κεκλιμένο όπου και σταματούσε σε κάποια θέση. Μειώναμε συνεχώς τη γωνία του κινητού κεκλιμένου μέχρι που το θέταμε σε οριζόντια θέση. Στη θέση αυτή

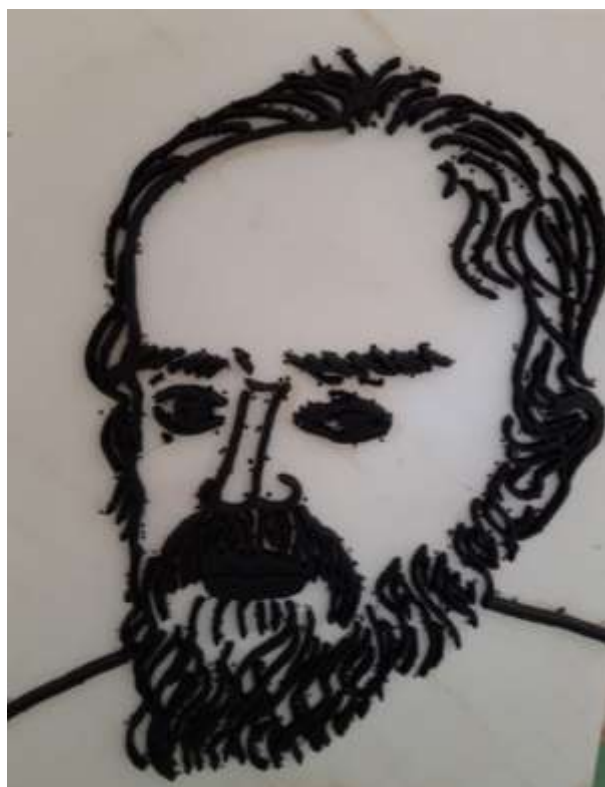
διαπιστώνουμε πως η σφαίρα έδειχνε να μη σταματά και να κινείται ευθύγραμμα και ομαλά.

Στη δεύτερη φάση της έρευνας δράσης πραγματοποιούμε την παρέμβασή μας με βάση τις πέντε φάσεις του εποικοδομητικού μοντέλου διδασκαλίας των Driver και Oldham (προσανατολισμός, ανάδειξη ιδεών, αλλαγή ιδεών, εφαρμογή των ιδεών, ανασκόπηση των αλλαγών στις ιδέες) εμπλουτισμένη με στοιχεία από την ιστορία της φυσικής.

Α' Φάση (προσανατολισμός): γίνεται προσπάθεια να κεντρίσουμε το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων αναφερόμενοι στον Αριστοτέλη, τον Γαλιλαίο και τον Νεύτωνα, τη ζωή τους και στις απόψεις τους σε σχέση με τη δύναμη και την κίνηση, ειδική αναφορά στο Γαλιλαίο και στα πειράματά του, στο πώς μετρούσαν το χρόνο οι πρώτοι επιστήμονες. Χορηγήθηκαν στους συμμετέχοντες όργανα, μέσα και εποπτικό υλικό με ισχυρή αναφορά στην ιστορία της φυσικής π.χ. απτικό ηλιακό ρολόι, υλικά που αφορούν στα ιστορικά πειράματα του Γαλιλαίου (δοχείο με νερό για μέτρηση χρόνου), καθώς και εποπτικό υλικό με αναφορά στους πρώτους επιστήμονες (απτικές 3D προσωπογραφίες Αριστοτέλη, Γαλιλαίου, Νεύτωνα) (εικ. 54-56).



Εικόνα 54: 3D προσωπογραφία Αριστοτέλη



Εικόνα 55: 3D προσωπογραφία Γαλιλαίου



Εικόνα 56: 3D προσωπογραφία Νεύτωνα

Συμμετείχαν 2 μαθητές/τριες και 8 φοιτητές/τριες

Στη φάση αυτή οι μαθητές/τριες αναγνωρίσαν/ αγγίξαν το εποπτικό υλικό και ήρθαν σε επαφή με τα απτικά όργανα και με τις 3D προσωπογραφίες για πρώτη φορά.

Β' Φάση (ανάδειξη των ιδεών): Στη φάση της **ανάδειξης των ιδεών**, χρησιμοποιήσαμε μερικές ερωτήσεις. Ενδεικτικά παραθέτουμε μερικές:

«Τι είναι ταχύτητα·

Τι είναι επιτάχυνση·

Ποια είναι η διαφορά ταχύτητας και επιτάχυνσης·»

Ο στόχος στη φάση αυτή ήταν να καταγραφούν οι αντιλήψεις και οι ιδέες των μαθητών/τριών και των φοιτητών με ΑΟ σχετικά με τις εναλλακτικές E2, E14 και E3 και παράλληλα να καταγραφεί το ενδιαφέρον τους σχετικά με την ιστορία της φυσικής και τα πειράματα.

Με την ερωτήσεις αυτές έγινε προσπάθεια διερεύνησης πρότερων γνώσεων. Χρησιμοποιήθηκαν δυο σύντομα νοητικά πειράματα:

1^ο νοητικό πείραμα: οι συμμετέχοντες-κλήθηκαν να υποθέσουν ότι σπρώχνουν ένα σώμα για παράδειγμα το κινητό τους πάνω στο τραπέζι και τους ζητάμε να εικάσουν τι θα συμβεί και γιατί. Καθώς κι αν υπάρχει διαφορά αν το σπρώξουν σε λείο πάτωμα.

2^ο νοητικό πείραμα: οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να υποθέσουν ότι κρατούν στα χέρια τους δύο σώματα το ένα βαρύτερο από το άλλο και τα αφήνουν να πέσουν. Τους ζητήσαμε να φανταστούν αν τα σώματα θα πέσουν με την ίδια ταχύτητα ή με την ίδια επιτάχυνση ή διαφορετικές.

Μετά τα πειράματα ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες, στο πλαίσιο ενός στοχαστικού διαλόγου να συνοψίσουν τις ιδέες τους και να παρουσιάσουν με δικά τους λόγια σε μορφή νόμου – κανόνα αυτό το οποίο αντιλαμβάνονται.

Στη συνέχεια ακολούθησε η περιγραφή των δύο ιστορικών πειραμάτων του Γαλιλαίου, για να δώσουμε στους συμμετέχοντες/ουσες την δυνατότητα να ακούσουν και να εξοικειωθούν με τα ιστορικά πειράματα και στη συνέχεια να εκφράσουν απόψεις και ιδέες, να ενεργοποιήσουν πρότερες γνώσεις, να υποθέσουν πειράματα, να προβλέψουν αποτελέσματα πειραμάτων και να αναστοχαστούν. Το σύνολο των ενεργειών μας αφορά στο 1^ο και 2^ο Νόμο του Νεύτωνα και είναι ισχυρά εστιασμένο στις 3 εναλλακτικές ιδέες που μελετάμε (E2, E3, E14).

Γ' Φάση αλλαγής ιδεών: πραγματοποιήθηκαν 2 πειράματα στα οποία μετείχαν ενεργά οι συμμετέχοντες/ουσες αλληλοεπιδρώντας με όργανα φυσικής, μέτρησης του χρόνου και του μήκους αλλά και διδακτικά μέσα και υλικά προσβάσιμα σε άτομα με ΑΟ. Πιο συγκεκριμένα:

Πείραμα 1^ο:

Όργανα:

α. Απτική μεζούρα³ ή ακουστικό μέτρο (εικ. 43-42)

β. Μπάλα ποδοσφαίρου τυφλών (εικ. 57)

γ. Σανίδα κύλισης μπάλας ποδοσφαίρου τυφλών



Εικόνα 57: Δερμάτινη μπάλα τυφλών

Δώσαμε στους συμμετέχοντες μπάλα ποδοσφαίρου τυφλών και τους ρωτάμε τι θα συμβεί αν την κλωστήσουν. Κατόπιν τους ζητήσαμε να το εκτελέσουν. Το πείραμα αυτό είχε ως στόχο να διερευνηθεί το αν οι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι απαραίτητη προϋπόθεση για να κινηθεί ένα σώμα είναι να του ασκείται δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης (E2: Η κίνηση προϋποθέτει δύναμη προς την κατεύθυνσή της) και το αν οι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι όταν βλέπουν ένα σώμα να κινείται χωρίς να του ασκείται καμία δύναμη, η δύναμη αυτή είναι αποθηκευμένη μέσα στο σώμα και για αυτό το αναγκάζει να κινηθεί (E14: Εσωτερική ώθηση-ένα σώμα μπορεί να κινείται από μια δύναμη που είναι αποθηκευμένη μέσα του (impetus) χωρίς να αλληλεπιδρά με κανένα παράγοντα (θεωρία του Buridan)).

Ζητήσαμε από τους συμμετέχοντες να σταθούν απέναντι από έναν τοίχο στα 3 μέτρα. Στη συνέχεια τους δώσαμε είτε την απτική μεζούρα είτε το ακουστικό μέτρο, ανάλογα την επιλογή τους, για να μετρήσουν την απόσταση από το σημείο που

³ Επειδή δεν υπάρχει απτική μεζούρα 3 μέτρων για το συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν δύο απτικές μεζούρες η μια σε συνέχεια της άλλης.

στέκονταν μέχρι τον τοίχο. Αφού το έκαναν αυτό και διαπίστωσαν ότι είναι σε απόσταση 3 μέτρων, επιστρέφαν στην αρχική τους θέση και τους δώσαμε την μπάλα ποδοσφαίρου τυφλών. Στη συνέχεια τους ζητήσαμε να την κλωτσήσουν βάζοντας λίγη δύναμη μέχρι να φτάσει στον τοίχο. Μέσα από το πείραμα αυτό ζητήσαμε από τους συμμετέχοντες να περιγράψουν και να ερμηνεύσουν την κίνηση της μπάλας καθώς αυτή κινείται ακόμα κι όταν έχουν σταματήσει να την κλωτσούν (γνωστική σύγκρουση). Το πείραμα αυτό επαναλήφθηκε αρκετές φορές μέχρι οι συμμετέχοντες να καταλάβουν.

Πείραμα 2

Υλικά:

- A. Αυτοκινητάκι (εικ. 58)
- B. Μια σανίδα (εικ. 58)
- Γ. Απτική μεζούρα ή ακουστικό μέτρο (εικ. 42-43)
- Δ. Μετρονόμος (μηχανικό μετρονόμο) (εικ. 48)
- Ε. Ομιλούσα αριθμομηχανή (εικ. 49)



Εικόνα 58: αυτοκινητάκι με σανίδα

Ζητήσαμε από τους συμμετέχοντες να μετρήσουν το μήκος της σανίδας η οποία βρισκόταν απέναντι από τοίχο. Η σανίδα είχε μήκος 1,2 μέτρα. Πάνω στην άκρη της σανίδας τοποθετήθηκε το αυτοκινητάκι και τους ζητήσαμε να το σπρώξουν και να μετρήσουν τον χρόνο που έκανε το αυτοκινητάκι να διανύσει τη σανίδα για να φτάσει στον τοίχο. Επανάλαβαν το ίδιο πείραμα πολλές φορές ασκώντας ολοένα και μεγαλύτερη δύναμη στο αυτοκινητάκι και κρατώντας όλες τις μετρήσεις. Τους ζητήσαμε να κάνουν διαίρεση της τιμής του μήκους με την τιμή του χρόνου κάθε φορά

και να σχολιάσουν τα αποτελέσματα, με τη βοήθεια της ομιλούσας αριθμομηχανής. Οι συμμετέχοντες/ουσες προβληματίστηκαν για τη σχέση της δύναμης με την ταχύτητα. Θεώρησαν δηλαδή ότι αν για παράδειγμα διπλασιαστεί η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα θα διπλασιαστεί και η ταχύτητά του (E3: Αναλογία δύναμης – ταχύτητας).

Αφού ολοκληρώθηκε το στάδιο αυτό με τα πειράματα τέθηκαν ερωτήσεις στους/στις συμμετέχοντες/ουσες σχετικά με το αποτέλεσμα καθενός πειράματος και κατόπιν το πραγματοποιούσαν. Με τον τρόπο αυτό επιβεβαίωναν την άποψή τους. Ο στόχος της φάσης αυτής ήταν να προκληθεί ή να αναδυθεί η γνωστική σύγκρουση. Η φάση αυτή συνδέεται άμεσα με την προηγούμενη κατά την υλοποίησή της.

Κατόπιν παρουσιάστηκε η νέα γνώση, ώστε να επιτευχθεί η εννοιολογική αλλαγή και τροποποίηση των ιδεών τους.

Δ' Φάση εφαρμογής ιδεών: οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν την εκδοχή των 2 ιστορικών πειραμάτων του Γαλιλαίου και έγινε έλεγχος για το αν και σε ποιο βαθμό έγινε κατανοητός ο 1^{ος} και 2ος νόμος του Νεύτωνα μέσω των ιστορικών πειραμάτων εστιασμένα στις τρεις εναλλακτικές.

Ε' Φάση ανασκόπησης των αλλαγών: χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις (α). υπενθύμισης των αρχικών ιδεών τους όσον αφορά τις εναλλακτικές (E14, E2 και E3), (β). ελέγχου γνωστικής σύγκρουσης των νέων διαπιστώσεων που αφορούν στις εναλλακτικές τους ιδέες (E14, E2, E3) και (γ). ελέγχου του στόχου που αφορά στην αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής στον μετασχηματισμό των εναλλακτικών ιδεών των συμμετεχόντων (E14, E2, E3) και στοχαστικός διάλογος με στόχο να ελέγξουμε αν η ιστορία της φυσικής και τα πειράματα βοήθησαν τους συμμετέχοντες να καταλάβουν και να τροποποιήσουν ή να αντικαταστήσουν τις εναλλακτικές του ιδέες (βλέπε φάση 1).

Στη δεύτερη φάση της έρευνας δράσης αξιοποιήθηκε η παρατήρηση.

Ακόμη πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση με 4 ερωτήσεις κλειστού τύπου με 5 εναλλακτικές απαντήσεις (βλ παράρτημα Β), ένα πείραμα και συζήτηση.

Στο δεύτερο μέρος της αξιολόγησης της δεύτερης παρέμβασης η ερευνήτρια (με βάση την ταξινόμηση των στόχων του Bloom) έδωσε στους συμμετέχοντες όργανα μέτρησης μήκους και χρόνου ώστε να διαλέξουν όποιο θέλουν. Στη συνέχεια ζήτησε από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες να μετρήσουν το μήκος μιας σανίδας καθώς και τον χρόνο που χρειάζεται για να κινηθεί ένα σφαιρίδιο από την μια άκρη της σανίδας στην άλλη. Το πείραμα αυτό εντάσσεται στον ψυχοκινητικό τομέα (Bloom) με στόχους οι συμμετέχοντες:

1. να χρησιμοποιήσουν τα όργανα μέτρησης
2. να μετρήσουν το μήκος και τον χρόνο
3. να ελέγξουν τις μετρήσεις τους

Στο τρίτο μέρος της αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε η ελεύθερη κουβέντα με ερωτήσεις του τύπου “Τι θα ήθελες να, τι αναρωτιέσαι, τι υποστηρίζεις, τι προτιμάς, σου άρεσε κάτι και τι, σε δυσκόλεψε κάτι και τι” οι οποίες εντάσσονται στους συναισθηματικούς στόχους (Bloom).

Στη φάση της παρατήρησης συμμετείχαν και οι κριτικοί φίλοι που είχαν επιλεγεί από την αρχή της έρευνας, οι οποίοι ήταν η Κ.Κ (φυσικός ειδικής αγωγής με εμπειρία στην εκπαίδευση μαθητών/τριών με ΑΟ) και ο Δ.Λ (φυσικός). Θα πρέπει να αναφερθεί ότι αρχικά είχε σχεδιαστεί να συμμετάσχει άλλος ένας φυσικός αλλά λόγω των έκτακτων συνθηκών που επικρατούσαν την περίοδο της πανδημίας τον Νοέμβριο του 2021 δεν μπόρεσε να πάρει μέρος.

6.5.2 Οργάνωση και Δράση

Η δεύτερη παρέμβαση, που αφορούσε τις εναλλακτικές ιδέες E3, E14 και E2, οι οποίες σχετίζονται με τον 1^ο και 2^ο Νόμο του Νεύτωνα, πραγματοποιήθηκε Οκτώβριο με Νοέμβριο του 2020 (μέσα στην περίοδο της πανδημίας), που υπήρξε μια μερική άρση των απαγορευτικών μέτρων για την εξάπλωση της πανδημίας. Οι κριτικοί φίλοι που είχαν κληθεί να παρευρεθούν για να πραγματοποιήσουν την παρατήρηση συμμετείχαν εναλλάξ, σεβόμενοι/ες τα μέτρα και τους περιορισμούς. Οι παρατηρήσεις καταγράφηκαν από τους κριτικούς φίλους και συζητήθηκαν μέσω τηλεδιάσκεψης (skype). Η παρέμβαση μας πραγματοποιήθηκε με βάση τις πέντε φάσεις του εποικοδομητικού μοντέλου διδασκαλίας των Driver και Oldham (1987) (**προσανατολισμός, ανάδειξη ιδεών, αλλαγή ιδεών, εφαρμογή των ιδεών, ανασκόπηση των αλλαγών στις ιδέες**) εμπλουτισμένη με στοιχεία από την ιστορία της φυσικής.

Στην Α' Φάση (προσανατολισμός) συμμετείχαν 2 μαθητές/τριες και 8 φοιτητές/τριες. Ο στόχος της φάσης αυτής ήταν να καταγραφεί το ενδιαφέρον τους σχετικά με την ιστορία της φυσικής και τα πειράματα. Οι μαθητές θυμόντουσαν κάποια πράγματα από την πρώτη παρέμβαση αλλά οι νέες πληροφορίες που έλαβαν του κέντρισαν περισσότερο το ενδιαφέρον. Λίγοι μαθητές/τριες γνώρισαν το απτικό ηλιακό ρολόι (3/10).

Έμαθαν για πρώτη φορά ότι ο χρόνος μπορούσε να μετρηθεί με το ρολόι νερού. Μάλιστα θεώρησαν ότι η μέτρηση με αυτό τον τρόπο μπορεί να μην ήταν ακριβής αλλά τους άρεσε πολύ η διαδικασία. Επίσης οι μαθητές/τριες αναγνώρισαν/ αγγίζαντο εποπτικό υλικό και ήρθαν σε επαφή με τα απτικά όργανα και με τις 3D προσωπογραφίες για πρώτη φορά κάτι που τους άρεσε πολύ. Όταν άρχισε να γίνεται η αναφορά στον Αριστοτέλη, τον Γαλιλαίο και τον Νεύτωνα, τη ζωή τους και στις απόψεις τους σε σχέση με τη δύναμη και την κίνηση διαπιστώθηκε ότι οι συμμετέχοντες/ουσες μπορούσαν να ανακαλέσουν κάποιες πληροφορίες όχι όμως πολύ συγκροτημένες με σαφείς αναφορές στην ιστορική περίοδο που έζησαν. Οι «γνώσεις» ήταν του τύπου ότι ο Αριστοτέλης ήταν αρχαίος φιλόσοφος και ασχολήθηκε λίγο με τη φυσική αλλά δεν ξέρανε με ποιο/α θέμα/τα. Αντίστοιχα ασαφείς και αόριστες ήταν οι γνώσεις για τον Γαλιλαίο και τον Νεύτωνα. Για παράδειγμα θυμόντουσαν τον πύργο της Πίζας αλλά δε θυμόντουσαν ποιο νόμο προσπάθησε να αποδείξει μέσω του πειράματος. Για τον Νεύτωνα προσπαθούσαν να ανακαλέσουν από τη μνήμη τους, τους τρεις νόμους του όπως τους είχαν διδαχθεί στο σχολείο «το μήλο που έπεσε στο κεφάλι του». Δε φάνηκε να έχουν κατανοήσει τους νόμους και την εφαρμογή τους στην καθημερινή ζωή, αλλά προέβησαν σε μια στείρα αναπαραγωγή πληροφοριών από το σχολείο (8/10). Ωστόσο στη φάση πραγματοποιήθηκε η σύνδεση με την προηγούμενη παρέμβαση αν και οι αναφορές εδώ αφορούσαν σε άλλους νόμους. Μέσα από τη φάση αυτή καταφέραμε να κεντρίσουμε το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων.

Στη **Β' Φάση (ανάδειξη των ιδεών)** ο στόχος ήταν να καταγραφούν οι αντιλήψεις και οι ιδέες των μαθητών/τριών και των φοιτητών με ΑΟ σχετικά με τις εναλλακτικές E2, E14 και E3. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν μερικές ερωτήσεις. Ενδεικτικά παραθέτουμε μερικές:

- ✓ *«Τι είναι ταχύτητα;»*
- ✓ *«Τι είναι επιτάχυνση;»*
- ✓ *«Ποια είναι η διαφορά ταχύτητας και επιτάχυνσης»*

Οι περισσότεροι/ες (7/10) συμμετέχοντες/ουσες δεν μπορούσαν να δώσουν ξεκάθαρες απαντήσεις. Την ταχύτητα την όρισαν ως το πόσο γρήγορα κινείται κάτι, ενώ για την επιτάχυνση δεν είχαν άποψη και την μπέρδευαν με την ταχύτητα. Ενδεικτικά παρουσιάζονται μερικές απαντήσεις:

M2 : «μμμ δε θυμάμαι, επιτάχυνση είναι ... νομίζω πόσο γρήγορα κινείται κάτι».

M5: «Αααα επιτάχυνση, είναι αυτό που αυξάνει ταχύτητα το αυτοκίνητο».

Φ2: «Επιτάχυνση.... Είναι η αύξηση της ταχύτητας· Κάτι τέτοιο»

Φ8: «Τι να σας πω, από ότι θυμάμαι νομίζω Ότι είναι πόσο αυξάνεται η ταχύτητα».

Οι συμμετέχοντες/ουσες προσπαθούσαν δηλαδή μέσα από την καθημερινότητά τους να περιγράψουν μια επιστημονική έννοια αλλά χωρίς επιτυχία. Διαπιστώνουμε ότι υπάρχει μια σύγχυση και δεν είναι ξεκάθαρη η διαφορά της ταχύτητας με την επιτάχυνση. Στην ερώτηση ποια είναι η διαφορά ταχύτητας και επιτάχυνσης δεν απάντησε κανείς. Υπήρχαν μόνο σιωπές. Προκειμένου να διευκολυνθούν οι συμμετέχοντες δόθηκε επιπλέον χρόνος για να ανταποκριθούν και να απαντήσουν κάτι όμως που δεν φάνηκε να τους βοηθά.

Από το 1^ο νοητικό πείραμα προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες/ουσες πιστεύουν η κίνηση προϋποθέτει να ασκηθεί δύναμη προς την κατεύθυνσή της, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι απαντήσεις που έδωσαν ταυτίζονται με τις εναλλακτικές ιδέες που προέκυψαν αρχικά. Θεώρησαν δηλαδή ότι για να κινηθεί ένα σώμα είναι απαραίτητο να του ασκηθεί μια δύναμη και πρέπει η δύναμη αυτή να του ασκείται συνέχεια.

Χαρακτηριστικά ανέφεραν:

M1: «... θα κινηθεί και μετά θα σταματήσει. Μμμμ τώρα το γιατί θα σταματήσει..... μήπως επειδή υπάρχει τριβή· Για να μη σταματήσει πρέπει να το σπρώχνω συνέχεια. ... Αν το σπρώξω τώρα στο πάτωμα... μμμ νομίζω θα κινηθεί πιο πολύ.. τώρα που το σκέφτομαι μπορεί να φτάσει στον τοίχο και να σταματήσει».

M2: «... εξαρτάται με πόση δύναμη θα το σπρώξουμε. Αν το σπρώξουμε με μεγάλη δύναμη θα φύγει από το τραπέζι και θα πέσει στο πάτωμα και θα σταματήσει. Τώρα ... αν το σπρώξουμε μόνο στο πάτωμα....νομίζω ότι πάλι θα σταματήσει. Υπάρχει τριβή. Αυτό δεν έχουμε μάθει· Αα το πάτωμα είναι λείο, ααα μήπως δεν έχουμε τριβή τότε δεν ξέρω. Όμως σίγουρα θα σταματήσει αν βρει εμπόδιο. Αν δεν έχει εμπόδιο δεν ξέρω τι θα γίνει. ... αλλά δεν μπορεί να κινείται και συνέχεια».

Φ4 : « ... θα κινείται για όση ώρα το σπρώχνουμε. Το σπρώχνω συνέχεια ή το αφήνω· Αν το σπρώχνω συνέχεια τότε θα κινείται αλλιώς θα σταματήσει. Τώρα να σκεφτώ τι θα γίνει με το πάτωμα. ..μάλλον θα κινείται περισσότερο. .. μμ στο πάτωμα ο χώρος είναι μεγαλύτερος και θα κινείται περισσότερο. Νομίζω όμως ότι όση ώρα το σπρώχνω τόσο θα κινείται.»

Διαπιστώσαμε και πάλι ότι οι μαθητές και οι φοιτητές με ΑΟ που πήραν μέρος στην έρευνα θεωρούσαν ότι ένα σώμα κινείται μόνο όταν κι όσο του ασκείται δύναμη, δηλαδή υπάρχει η ταύτιση με την εναλλακτική Ε2 (1^{ος} νόμος του Νεύτωνα), δηλαδή οι συμμετέχοντες/ουσες θεωρούσαν ότι για να κινηθεί ένα σώμα πρέπει απαραίτητως να του ασκείται μια δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης για ένα χρονικό διάστημα.

Μέσα από το 1^ο νοητικό πείραμα οι συμμετέχοντες/ουσες φάνηκε να πιστεύουν ότι όταν βλέπουν κάποιο σώμα να κινείται χωρίς όμως να ασκείται σε αυτό κάποια δύναμη, πιστεύουν ότι η δύναμη αυτή είναι αποθηκευμένη μέσα του. Συγκεκριμένα είπαν:

Μ1: «Το σώμα (κινητό) κινείται στο τραπέζι επειδή το έσπρωξα και του έδωσα δύναμη.. και μετά ..θα σταματήσει γιατί μάλλον του τελείωσε η δύναμη. Τώρα αν φτάσει στην άκρη θα πέσει κάτω. Τώρα αν θα είναι στο πάτωμα θα συνεχίσει να κινείται περισσότερο μάλλον γιατί είναι μεγαλύτερη η επιφάνεια και θα σταματήσει λόγω τριβής.»

Μ2: «Το σώμα κινείται με τη δύναμη που πήρε από μένα και την κράτησε μέσα του. Θα σταματήσει μόνο όταν η δύναμη αυτή μειωθεί πολύ και τελικά δεν έχει άλλη δύναμη... τώρα αν φτάσει μέχρι την άκρη και έχει ακόμα δύναμη κι έχει ακόμα δύναμη, θα πέσει κάτω. Στο πάτωμα πάλι κινείται με τη δύναμη που του έδωσα, αλλά το πάτωμα δεν έχει άκρη. Θα φτάσει μέχρι τον τοίχο και θα σταματήσει.»

Φ3: «....αναρωτιέμαι πρέπει να του ασκείται πάντα μια δύναμη. Έχω μπερδευτεί. Δε θυμάμαι τη θεωρία, πάνε πολλά χρόνια»

Φ2: «Σίγουρα θα κινηθεί στο τραπέζι, αφού το έσπρωξα. Με το σπρώξιμο αυτό κινείται. Έχει κρατήσει τη δύναμη. Τώρα.. όταν η δύναμη μειωθεί θα σταματήσει. Έτσι πιστεύω. Στο πάτωμα τώρα το σώμα κρατά περισσότερο τη δύναμη γιατί δεν υπάρχει λόγος να τη χάσει κι άρα κινείται περισσότερο».

Διαπιστώθηκε ότι οι απόψεις των συμμετεχόντων/ουσών ταυτίζονται με την εναλλακτική Ε14 δηλαδή τα σώματα κινούνται μόνο όταν έχουν αποθηκευμένη δύναμη (impetus/ θεωρία του Buridan).

Στο **2^ο νοητικό πείραμα** οι περισσότεροι συμμετέχοντες/ουσες αργούσαν πολύ να απαντήσουν. Κάποιοι συμμετέχοντες (συγκεκριμένα 2/10, φοιτητές) έδωσαν σωστή απάντηση. Ανακάλεσαν τη σχολική γνώση και συγκεκριμένα έκαναν λόγο για ελεύθερη πτώση. Συγκεκριμένα είπαν:

Φ1: «Έχουμε ελεύθερη πτώση, άρα θα πέσουν με την ίδια ταχύτητα και την ίδια επιτάχυνση, αυτό θυμάμαι από το σχολείο».

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε αυτό το πείραμα οι συμμετέχοντες φάνηκαν να προσπαθούν έντονα να ανακαλέσουν τη σωστή απάντηση και αυτή η διαδικασία τους απογοήτευσε και τους κούρασε, καθώς δεν είχαν εμπιστοσύνη στις γνώσεις τους. Οι περισσότεροι όμως (6/10) όμως είπαν ότι όσο πιο βαρύ είναι ένα σώμα με τόσο μεγαλύτερη ταχύτητα θα πέσει. Ωστόσο δεν μπορούσαν να προσδιορίσουν αν είναι ανάλογα ή όχι, λόγω ελλιπούς κατανόησης της αναλογίας. Επιπλέον σχετικά με την έννοια της επιτάχυνσης φάνηκε να έχουν τις περισσότερες δυσκολίες. Θεωρούσαν ότι ό,τι ισχύει για την ταχύτητα μάλλον θα ισχύει και για την επιτάχυνση.

Συγκεκριμένα είπαν:

M1: «Λογικά όπως το σκέφτομαι το βαρύτερο θα πέσει με μεγαλύτερη ταχύτητα. Τώρα για το ανάλογα δεν ξέρω. Τι εννοεί Μμμμ η επιτάχυνση· Δεν ξέρω».

M2: «Μμμμ μάλλον το βαρύτερο θα πέσει με μεγαλύτερη ταχύτητα. Σωστά... ε ναι .. θα είναι ανάλογα. Η επιτάχυνση· εεε... μάλλον τα ίδια με την ταχύτητα».

Φ2: «Εεε το βαρύτερο θα πέσει με μεγαλύτερη ταχύτητα. Για το ανάλογα δεν ξέρω. Δεν το καταλαβαίνω. Για την επιτάχυνση τι να πω τώρα... με μπερδεύει. Μπερδεύομαι».

Φ5: «Θα πέσει πρώτα το βαρύτερο σώμα. Μάλλον θα έχει μεγαλύτερη ταχύτητα αλλά όχι ανάλογα. Η επιτάχυνση δε θα αλλάξει. Έχουμε βαρύτητα. Έτσι δεν είναι·»

Από τις απαντήσεις τους προέκυψε ότι οι απόψεις των περισσότερων ταυτίζονται περίπου με την εναλλακτική Ε3. Ταυτίζουν τη δύναμη με τη βαρύτητα, συγχέουν την επιτάχυνση με την ταχύτητα και θεωρούν ότι όταν μεγαλώνει η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα τότε μεγαλώνει και η ταχύτητά του. Δεν αναφέρονται όμως με ακρίβεια στην αναλογία.

Όταν ολοκληρώθηκε η διαδικασία των νοητικών πειραμάτων οι συμμετέχοντες/ουσες προσπάθησαν να παρουσιάσουν με δικά τους λόγια σε μορφή νόμου – κανόνα τις ιδέες τους. Ενδεικτικά ανέφεραν ότι:

M1: «Όταν βλέπουμε ένα σώμα να κινείται, κάποιος το σπρώχνει προς τα εκεί που κινείται.....πώς θα γίνει αυτό ο νόμος· Η κίνηση ενός σώματος εξαρτάται από το αν και προς τα πού του ασκείται δύναμη» (Ε2)

Φ2: «Όταν σπρώχνω ένα σώμα αυτό παίρνει δύναμη και κινείται, μέχρι να τελειώσει η δύναμη και λόγω της τριβής θα σταματήσει» (Ε14)

Φ4: «Όταν μεγαλώνει η δύναμη, δηλαδή το βάρος, τότε μεγαλώνει και η ταχύτητα και η επιτάχυνση» (E3)

Διαπιστώνουμε τις σοβαρές ελλείψεις στην κατανόηση των δύο νόμων του Νεύτωνα αλλά και σε μαθηματικές έννοιες όπως η αναλογία. Η ερευνήτρια για να διευκολύνει την πορεία των πειραμάτων εξήγησε την έννοια της αναλογίας με πολλά παραδείγματα. Παρόλα αυτά οι συμμετέχοντες δεν φάνηκε να έχουν κατανοήσει πλήρως την έννοια της αναλογίας. Άρχισαν όμως να έχουν αμφιβολίες για την αναλογία δύναμης/ταχύτητας, δηλαδή έχουμε την αρχή της γνωστικής σύγκρουσης.

Στη Γ' Φάση αλλαγής ιδεών, πραγματοποιήθηκαν δύο πειράματα. Οι συμμετέχοντες αφού αναγνώρισαν απτικά τα στοιχεία των πειραμάτων (1ου και 2ου) και τη διάταξή τους (μπάλα τυφλών με κουδουνάκι, ξύλινο επίπεδο κύλισης μπάλας, σανίδα, αυτοκινητάκι, μετρονόμος, αριθμομηχανή) κι έκαναν τις απαραίτητες μετρήσεις, προχώρησαν με τη βοήθεια της ερευνήτριας στη διεξαγωγή των πειραμάτων.

1ο Πείραμα:

Έτσι πιο συγκεκριμένα στο πρώτο πείραμα οι συμμετέχοντες/ουσες διαπιστώσαν ότι ισχύει ότι η μπάλα μπορεί να κινείται χωρίς να της ασκείται δύναμη, ενώ πίστευαν το αντίθετο (E14 και E2).

Συγκεκριμένα είπαν:

M2: «Ααα κινείται μόνη της η μπάλα. Αλλά της έδωσα δύναμη. Έτσι δεν είναι. Μάλλον για αυτό κινείται μόνη της»

Φ3: «Κινείται χωρίς δύναμη. Γίνεται. Να το σκεφτώ...»

Φ8: «Κλωτσώ και φεύγει λοιπόν.....Αφού δεν έχω τριβή, λογικό φαίνεται να είναι»

άρα άρχισαν να έχουν αμφιβολίες για τις ιδέες τους και να πλησιάζουν λίγο περισσότερο στην επιστημονικά αποδεκτή που αφορά στην κατανόηση του 2ου Νόμου του Νεύτωνα (η γνωστική σύγκρουση συνεχίζεται).

2ο Πείραμα

Στο δεύτερο πείραμα άρχισαν να διαπιστώνουν ότι η δύναμη μπορεί και να μην είναι ανάλογη της ταχύτητας (E3). Ωστόσο δε φάνηκε να έχουν κατανοήσει ακόμα την αναλογία με την επιτάχυνση μιας και αρχικά είχαν πρόβλημα τόσο στον προσδιορισμό όσο και στην κατανόηση της έννοιας της επιτάχυνσης (2ος Νόμος του Νεύτωνα).

Συγκεκριμένα είπαν:

Μ1: «Εεε... εντάζει το σπρώχνω λίγο...ε.. κινείται λίγο. Τώρα που το έσπρωξα πιο πολύ κινήθηκε πιο πολύ... νομίζω ότι μπερδεύτηκα. Θα μου δώσετε την αριθμομηχανή για να κάνω τη διαίρεση· ... ααα δεν μπορώ να καταλάβω τη σχέση με τη δύναμη που βάζω κάθε φορά, όμως κάτι φαίνεται να αλλάζει τώρα που το σκέφτομαι. Αυτό φαίνεται από τις μετρήσεις αλλά αυτό που με μπερδεύει είναι η αναλογία.»

Φ3: «Είναι δύσκολο να συνδέσω τη δύναμη με την ταχύτητα γιατί δεν ξέρω τη δύναμη που βάζω κάθε φορά. Να τώρα βρήκα την ταχύτητα με τη διαίρεση. Δεν μπορώ να βρω όμως τη δύναμη που βάζω κάθε φορά στο αυτοκινητάκι»

Φ4: «Μμμ βρίσκω την ταχύτητα, με τη δύναμη τι γίνεται· Έχω μπερδευτεί. Στο περίπου καταλαβαίνω ότι αν του ασκήσω μεγαλύτερη δύναμή, βρίσκω με τη διαίρεση και μεγαλύτερη ταχύτητα. Όμως η δύναμη είναι αυτή που παίζει ρόλο·.... δεν ξέρω να πω για την αναλογία».

Φαίνεται ότι οι συμμετέχοντες προχώρησαν ένα βήμα πιο κοντά στην κατανόηση του 2ου Νόμου αν και είχαν αρκετά κενά και αμφιβολίες. Παρόλα αυτά εκλαμβάνεται ως θετικό για τη γνωστική σύγκρουση που φαίνεται ότι έλαβε χώρα. Σταδιακά η ερευνήτρια παρουσίασε τη νέα γνώση, αναφερόμενη στους δύο πρώτους Νόμους του Νεύτωνα. Πιο συγκεκριμένα συζητήθηκε η έννοια της αδράνειας με παραδείγματα. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε και στην επιτάχυνση ώστε οι συμμετέχοντες να κατανοήσουν τη διαφορά της από την ταχύτητα καθώς κι ότι κανέναν σώμα δεν αποθηκεύει μέσα του ταχύτητα.

Στη βάση αυτή συζητήθηκαν τα 2 πειράματα με βάση τη νέα γνώση. Ιδιαίτερα στο δεύτερο πείραμα, όταν οι συμμετέχοντες/ουσες ξαναρωτήθηκαν φάνηκε να κατανοούν την αναλογία δύναμης/επιτάχυνσης. Όταν τους ζητήθηκε να παρουσιάσουν τη νέα γνώση με τη μορφή κανόνων/ νόμων διαπίστωσαν ότι το α) το σώμα μπορεί να κινηθεί και χωρίς να του ασκείται δύναμη, β) δεν υπάρχει αναλογία ταχύτητας δύναμης και γ) ένα σώμα δεν έχει μέσα του αποθηκευμένη δύναμη που το κάνει και κινείται.

Στη συνέχεια με αυτά τα δεδομένα προχωρήσαμε στη Δ' Φάση εφαρμογής ιδεών. Οι συμμετέχοντες/ουσες πραγματοποίησαν την εκδοχή των 2 ιστορικών πειραμάτων του Γαλιλαίου (σανίδα/ κουδουνάκια (2ος νόμος: E3), διπλό κεκλιμένο (1ος νόμος: E2, E14). Από τη φάση αυτή διαπιστώθηκε ότι ο 1^{ος} και ο 2^{ος} Νόμος του Νεύτωνα είναι σχετικά κατανοητοί καθώς δυσκολεύονταν σε ό,τι έχει να κάνουν με υπολογισμούς.

Συγκεκριμένα είπαν:

M2: «Αααα το αφήνω και δε σταματάει, μμμ συνεχίζει ευθεία.... Τώρα που ανεβάζω και το άλλο κεκλιμένο ανεβαίνει και σε αυτό. μμ κάτι αλλάζει εδώ. Αλλιώς το είχα στο νου μου. Τελικά η ευθεία που κινείται δεν έχει σχέση με τη δύναμη και προς τα πού είναι η δύναμη»

Φ4: «Μα καλά πώς συνεχίζει ευθεία· Κάτι συμβαίνει με τη δύναμη. Μπορεί και κινείται ευθεία· Περίεργο δεν το είχα καταλάβει έτσι. Δηλαδή αλήθεια το προς τα πού θα πάει το σώμα, δεν έχει σχέση με τη δύναμη· Το σώμα κινείται χωρίς να έχει μέσα του δύναμη, όπως σας είχα πει στην αρχή. Σωστά»

Φ8: «Πολύ ωραίο. Μου αρέσει αυτό το ρολόι του νερού. Να το κάνω άλλη μια φορά· Για να βάλω το άλλο σφαιρίδιο· Θέλω να το κάνω πολλές φορές. Εντάξει πρέπει και να τελειώνουμε έ· Βλέπω ότι όταν διπλασιάζεται το βάρος του σφαιριδίου, δεν διπλασιάζεται η ταχύτητα. Άρα τελικά το βάρος και η ταχύτητα δεν είναι ανάλογα. Το βάρος είναι εδώ η δύναμη σωστά»

Με βάση τα παραπάνω φαίνεται ότι τα ιστορικά πειράματα συνέβαλαν κατά πολύ στην τροποποίηση των ιδεών των συμμετεχόντων για τις έννοιες της φυσικής που μελετήσαμε και στην εμπέδωση της νέας γνώσης των νόμων του Νεύτωνα.

Στην Φάση Ε' ανασκόπησης-αναστοχασμού των αλλαγών, δηλαδή στο τελευταίο στάδιο του 2^{ου} κύκλου της έρευνας δράσης, έγιναν διαπιστώσεις-ερωτήσεις α. υπενθύμισης των αρχικών ιδεών τους όσον αφορά τις εναλλακτικές (E14, E2 και E3), β. ελέγχου γνωστικής σύγκρουσης των νέων διαπιστώσεων που αφορούν στις εναλλακτικές τους ιδέες (E14, E2, E3) και γ. ελέγχου του στόχου που αφορά στην αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής στον μετασχηματισμό των εναλλακτικών ιδεών των συμμετεχόντων (E14, E2, E3).

Διαπιστώθηκε ότι ενώ θυμόντουσαν τις αρχικές τους ιδέες που ταυτίζονταν με τις εναλλακτικές ιδέες E14, E2 και E3, με την πραγματοποίηση των πειραμάτων από την ιστορία της φυσικής (α) το διπλό κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου, β) σανίδα του Γαλιλαίου) επιτεύχθηκε η γνωστική σύγκρουση και ο μετασχηματισμός των ιδεών τους. Ιδιαίτερα κατά τον έλεγχο έγιναν ερωτήσεις του τύπου «Τι σε έκανε να αλλάξεις γνώμη» οι συμμετέχοντες/ουσες είπαν:

M1: «Αυτό που με έκανε να αλλάξω γνώμη ήταν το πείραμα με το διπλό κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου. Με αυτό το πείραμα κατάλαβα ότι δεν χρειάζεται για να κινηθεί ένα σώμα να του ασκηθεί δύναμη προς την κατεύθυνση της δύναμης, όπως νόμιζα πριν κάνουμε το πείραμα». (E2)

Φ2: «Το πείραμα με το διπλό κεκλιμένο επίπεδο του Γαλιλαίου με βοήθησε να αλλάξω γνώμη από αυτό που υποστήριζα αρχικά ότι δηλαδή το σώμα κινείται επειδή έχει κρατήσει δύναμη μέσα του και κατάλαβα ότι το σώμα μπορεί να κινείται χωρίς να του ασκούνται δυνάμεις και χωρίς να έχει μέσα του δύναμη. Δεν είναι δυνατό να έχει μέσα του δύναμη. Κατάλαβα τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα δηλαδή». (E14)

Το ίδιο διαπίστωσε και ο M2 ο οποίος ανέφερε χαρακτηριστικά:

M2: «Το σώμα δεν κινείται με τη δύναμη που πήρε από μένα και δεν μπορεί κρατήσει καμία δύναμη μέσα του». (E14)

Αλλά και ο Φ5 ανέφερε:

«Πραγματικά η σανίδα του Γαλιλαίου με βοήθησε πολύ να καταλάβω ότι δεν πέφτει το βαρύτερο σώμα με τη μεγαλύτερη ταχύτητα, δεν είναι ανάλογη με την ταχύτητα. Μετά που μου είπατε τη θεωρία το θυμήθηκα και από το σχολείο και κατάλαβα ότι η επιτάχυνση είναι ανάλογη με τη δύναμη κι όχι η ταχύτητα» (E3).

Γενικότερα φάνηκε ότι τα πειράματα βοήθησαν σημαντικά στην κατανόηση εννοιών που αφορούν στον 1^ο και 2^ο Νόμο του Νεύτωνα καθώς τροποποίησαν και αντικατέστησαν τις αρχικές τους εναλλακτικές ιδέες.

6.5.3 Αναστοχασμός- αξιολογήσεις

Στη φάση αυτή αξιολογήσαμε την 2^η παρέμβαση που αφορά τις εναλλακτικές ιδέες E2, E3 και E14 που σχετίζονται με τον 1^ο και 2^ο Νόμο του Νεύτωνα, χρησιμοποιώντας α) ερωτήσεις κλειστού τύπου (γνωστικός στόχος), β) 1 πείραμα για μετρήσεις (ψυχοκινητικοί στόχοι), και γ) ελεύθερη συζήτηση (συναισθηματικός στόχος). Πιο αναλυτικά:

α) στις 4 ερωτήσεις κλειστού τύπου με τις 5 εναλλακτικές (βλ. παράρτημα Β) διαπιστώθηκαν τα εξής:

Στην πρώτη ερώτηση απάντησαν σωστά (1.γ) 9/10 (90%), στη δεύτερη ερώτηση απάντησαν σωστά (2.γ) 8/10 (80%), στην τρίτη ερώτηση απάντησαν σωστά (3.γ) 7/10 (70%) και στην τέταρτη ερώτηση απάντησαν σωστά (4.γ) 8/10 (80%).

β) κατά την πραγματοποίησή του πειράματος διαπιστώθηκε ότι οι συμμετέχοντες επέλεξαν να δοκιμάσουν διάφορα όργανα μέτρησης και διαπιστώθηκε ότι προτίμησαν την απτική μεζούρα και το ακουστικό μέτρο για τη μέτρηση του μήκους και για τη μέτρηση του χρόνου επέλεξαν τον μετρονόμο και το ρολόι νερού. Επίσης οι συμμετέχοντες έδειξαν χαρά και έντονο ενδιαφέρον για τις μετρήσεις επειδή

μπορούσαν να χρησιμοποιούν μόνοι τους τα όργανα χωρίς βοήθεια. Το γεγονός αυτό τους ανέβαζε την αυτοεκτίμηση καθώς αντιλαμβάνονται ότι κάποιες από τις έννοιες της παρέμβασης τις έχουν κατακτήσει, είναι συγκεκριμένες και όχι αόριστες.

γ) Στο τρίτο μέρος της αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε η ελεύθερη κουβέντα με ερωτήσεις του τύπου “Τι θα ήθελες να, τι αναρωτιέσαι, τι υποστηρίζεις, τι προτιμάς, σου άρεσε κάτι και τι, σε δυσκόλεψε κάτι και τι.”. Οι περισσότεροι (8/10) απάντησαν ότι οι παρέμβαση θα ήθελαν να γίνει σε δύο μέρη γιατί κουράστηκαν. Οι περισσότεροι (9/10) υποστηρίζουν ότι αν γίνονταν πειράματα προσβάσιμα στους μαθητές/τριες με ΑΟ στο σχολείο θα ήταν πιο ενδιαφέρον το μάθημα και θα μπορούσαν να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες της φυσικής. 9/10 απάντησαν ότι θα προτιμούσαν στο μάθημα στο σχολείο να γίνονται τα πειράματα γενικά αλλά και πειράματα από την ιστορία της φυσικής καθώς αυτά τους βοηθούν να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες της φυσικής. Πιο συγκεκριμένα ανέφεραν τα εξής:

Φ1: «Θα ήθελα να γίνονταν σε δύο συναντήσεις γιατί κουράστηκα».

Μ1: «Τα πειράματα είναι τέλεια. Θέλω να κάνω πολλά γιατί έτσι καταλαβαίνω τη φυσική».

Μ2: «Αναρωτιέμαι γιατί δεν γίνονται πειράματα στο σχολείο που να μπορούμε και εμείς να πάρουμε μέρος και να κατανοήσουμε τις έννοιες».

Φ2: «Υποστηρίζω ότι αν γίνονταν πειράματα στο σχολείο και για εμάς θα ήταν πιο ευχάριστο και πιο κατανοητό το μάθημα. Θα καταλαβαίναμε καλύτερα τη φυσική».

Φ5: «Προτιμώ να γίνεται έτσι το μάθημα».

Φ4: «Προτιμώ τη φυσική με αυτές τις ιστορίες της φυσικής γιατί καταλαβαίνω περισσότερο».

Στη φάση αυτοί συμμετείχαν και οι δύο κριτικοί φίλοι, οι οποίοι εστίασαν τις παρατηρήσεις τους στα εξής θέματα:

1. τις αντιδράσεις των συμμετεχόντων/ουσών κατά την υλοποίηση των πειραμάτων,
 - a. ως προς τα συναισθήματα των συμμετεχόντων (χαρά, κούραση, ενθουσιασμό, αμηχανία),
 - b. ως προς την αυτοεκτίμηση των συμμετεχόντων, την αυτονομία αλλά και τις δεξιότητες των συμμετεχόντων ως προς τις μετρήσεις και
 - c. φυσικά ως προς την επίτευξη των γνωστικών στόχων.

Πιο συγκεκριμένα οι κριτικοί φίλοι τόνισαν ότι οι πληροφορίες ήταν πολλές σε λίγο χρόνο και κούρασαν τους συμμετέχοντες. Επίσης οι κριτικοί φίλοι παρατήρησαν ότι οι συμμετέχοντες/ουσες έδειξαν έντονο ενθουσιασμό επειδή κατάφεραν να κάνουν πειράματα (κάποιοι έκαναν πείραμα και για πρώτη φορά) με επιτυχία αλλά και επειδή έβλεπαν όργανα φυσικής προσβάσιμα σε άτομα με ΑΟ για πρώτη φορά. Την ώρα της γνωστικής σύγκρουσης οι συμμετέχοντες/ουσες ήταν αμήχανοι/ες και αυτό εντοπίστηκε κι από τους κριτικούς φίλους. Τέλος οι κριτικοί φίλοι παρατήρησαν ότι συμμετέχοντες/ουσες φάνηκε να έχουν μεγαλύτερη αυτοεκτίμηση (σε αντίθεση με την αρχή της παρέμβασης που αναρωτιόντουσαν αν θα τα καταφέρουν), επειδή μπόρεσαν να ολοκληρώσουν με επιτυχία τις μετρήσεις και τα πειράματα.

6.7 Σύνοψη 2^{ου} Σταδίου Κύριας Έρευνας: ΚΕΦ-ΕΔ (Κύρια Ερευνητική Φάση- Έρευνα Δράση)

Στην πρώτη φάση- κύκλο της Έρευνας Δράσης πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός της 1^{ης} παρέμβασης. Για τον λόγο αυτό σχεδιάστηκε μια εποικοδομητικού τύπου διδασκαλία (5 φάσεων) στο πλαίσιο της έρευνας δράσης, επικεντρωμένη στον 3ο Νόμο του Νεύτωνα. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η 1^η Παρέμβαση (1^{ου} κύκλου της έρευνας δράσης). **Σκοπός** της ήταν να αποτυπωθούν, να ανιχνευθούν και να μετασχηματιστούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ σχετικά με τον 3ο Νόμο του Νεύτωνα. Κατόπιν οργανώθηκε η διδασκαλία η οποία αποτελείτο από πέντε φάσεις, σύμφωνα με το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Driver και Oldham (**προσανατολισμός, ανάδειξη ιδεών, αλλαγή ιδεών, εφαρμογή των ιδεών, ανασκόπηση των αλλαγών στις ιδέες**). **Πιο συγκεκριμένα στην Α' Φάση (προσανατολισμός) στόχος ήταν να καταγραφεί το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων/ουσών σχετικά με τις δυνάμεις που εμφανίζονται κατά την αλληλεπίδραση των σωμάτων. Η διαδικασία αυτή βασίστηκε σε στοιχεία από την ιστορία της φυσικής.**

Στη **Β' Φάση (ανάδειξη των ιδεών)** ο στόχος ήταν να καταγραφούν οι αντιλήψεις και οι ιδέες των συμμετεχόντων/ουσών στην έρευνα με ΑΟ σχετικά με την εναλλακτική E17. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν μερικές ερωτήσεις. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν 9 νοητικά πειράματα που είχαν σκοπό να διερευνήσουν τις εναλλακτικές ιδέες των συμμετεχόντων/ουσών σχετικά με τη δύναμη. Κάθε πείραμα είχε διαφορετικό στόχο σχετικά με τη δύναμη.

Στη Γ' Φάση αλλαγής ιδεών, οι συμμετέχοντες ενεπλάκησαν σε ενεργητικές, καθοδηγούμενες, ανακαλυπτικές διαδικασίες που αφορούσαν στις δυνάμεις που ασκούνται σε σώματα που αλληλεπιδρούν μέσω πειραμάτων και δραστηριοτήτων από την καθημερινή ζωή κατάλληλα διαμορφωμένα για μαθητές/τριες με Α.Ο. Δημιουργήσαμε εμπειρίες που δε συμφωνούσαν με τις αρχικές τους ιδέες και ο σκοπός ήταν να προκληθεί γνωστική σύγκρουση.

Στη συνέχεια με αυτά τα δεδομένα προχωρήσαμε στη **Δ' Φάση εφαρμογής ιδεών**. Στη φάση αυτή οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν την εκδοχή **του ιστορικού πειράματος του Νεύτωνα** με ραβδόμορφους μαγνήτες, λεκάνη με νερό και «σκαφάκια» (φελιζόλ). Στη **Φάση Ε' ανασκόπησης-αναστοχασμού των αλλαγών** με χρήση ερωτήσεων και στοχαστικού διαλόγου η ερευνήτρια συνέκρινε τις αρχικές ιδέες των συμμετεχόντων με τη νέα γνώση.

Σε συνέχεια του σχεδιασμού της 1^{ης} παρέμβασης που αφορούσε τις εναλλακτικές ιδέες των συμμετεχόντων/ουσες στην έρευνα για τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα, σχεδιάστηκε μια εποικοδομητικού τύπου διδασκαλία (5 φάσεων) στο πλαίσιο της Έρευνας Δράσης, επικεντρωμένη στον 1^ο και στον 2^ο Νόμο του Νεύτωνα.

3^ο ΣΤΑΔΙΟ ΚΥΡΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: ΑΕΠ (Αξιολόγηση Εκπαιδευτικών Παρεμβάσεων)

Το τρίτο και τελευταίο στάδιο της Κύριας Έρευνας αφορούσε στην αξιολόγηση των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων με βάση τα εργαλεία IBCM και PATEM IV και για το λόγο αυτό φάση μοιράστηκαν εκ νέου.

6.8 Ερωτηματολόγιο PATEM

Στη φάση αυτή πήραν μέρος 10 συμμετέχοντες. Δεν μπορέσαμε να κάνουμε σε όλους όσοι πήραν μέρος στην έρευνα, καθώς η πανδημία δυσκόλεψε τις μετακινήσεις και κατ' επέκταση το έργο μας. Ωστόσο καταφέραμε να μοιράσουμε το ψυχομετρικό εργαλείο PATEM IV και συγκεκριμένα την κλίμακα αυτοεκτίμησης σε 10 άτομα με ολική αναπηρία όρασης (ΑΟ) και χωρίς συνοδά νοσήματα, που συμμετείχαν στις προηγούμενες φάσεις της έρευνας. Εξ αυτών οι 2 ήταν μαθητές/τριες και οι 8 φοιτητές/τριες.

Στον πίνακα 17 παρουσιάζονται ο βαθμός που παίρνει η κάθε απάντηση στο διαφοροποιημένο για άτομα με αναπηρία όρασης, PATEM IV σε συμφωνία και με την κανονική έκδοσή του (Harter, 2002). Ο μέσος όρων των τιμών των απαντήσεων του κάθε συμμετέχοντα αντιστοιχεί στον βαθμό αυτοεκτίμησης του.

Ο βαθμός εγκυρότητας του των απαντήσεων ελέγχθηκε με το συντελεστή alpha του Cronbach.

Ο βαθμός αυτοεκτίμησης παρουσιάζεται με κατάλληλα μέτρα θέσης και διασποράς και συγκεκριμένα με μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις στην περίπτωση που οι παρατηρήσεις ακολουθούν την κανονική κατανομή ή με διαμέσους και το 1^ο και 3^ο τεταρτημόριο.

Για τον έλεγχο του αν διαφοροποιείται ο συνολικός βαθμός αυτοεκτίμησης ανάμεσα σε μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες ανάμεσα στην πρώτη και τη δεύτερη παρέμβαση, χρησιμοποιήθηκε το t-test, αφού πρώτα ελέγχθηκαν οι προϋποθέσεις του ελέγχου (κανονικότητα και ομοσκεδαστικότητα). Ο έλεγχος κανονικότητας έγινε με το Shapiro-Wilk test και της ομοσκεδαστικότητας με το Levene's Test (πίνακας 16). Στην περίπτωση που οι προϋποθέσεις του ttest δεν ικανοποιούνται ο έλεγχος γίνεται με το Mann – Whitney test. Για τον έλεγχο του αν διαφοροποιούνται οι απαντήσεις ανάμεσα στους υπο-πληθυσμούς ενδιαφέροντος σε κάθε ερώτηση ξεχωριστά πραγματοποιήθηκε το Fisher's Exact test.

Οι αναλύσεις έγιναν με το στατιστικό πρόγραμμα STATA 13.

Πίνακας 15: Βαθμολόγηση του διαφοροποιημένου PATEM IV (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2021)

ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Βαθμός
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
		Απόλυτα μου ταιριάζει.	1

ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Βαθμός
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Μάλλον μου ταιριάζει.	2
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νοιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3

Πίνακας 16: Έλεγχος κανονικότητας και ομοσκεδαστικότητας του βαθμού αυτοεκτίμησης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2021)

ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης	Shapiro Wilk Test's P-value	Levene's test's p-value
Συνολικός πληθυσμός	0,091	
Βάσει φύλου		
Αγόρια	0,624	0,924
Κορίτσια	0,440	
Βάσει εκπαίδευσης		
Μαθητές/τριες	0,374	0,61
Φοιτητές/τριες	0,298	
Βάσει παρέμβασης		
Πρώτη	0,194	
Δεύτερη	0,022	

Ο συντελεστής αξιοπιστίας alpha του Cronbach για το σύνολο του πληθυσμού υπολογίστηκε ίσος με 0,62.

Στον πίνακα 17 παρουσιάζεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση του βαθμού αυτοεκτίμησης των συμμετεχόντων.

Η μέση τιμή των βαθμών αυτοεκτίμησης του συνόλου των συμμετεχόντων είναι μεγαλύτερη από 2,5 που είναι το μέσον της τετραβάθμιας κλίμακας βαθμολόγησης (1,

2, 3, 4). Ταυτόχρονα, η τυπική απόκλιση είναι μικρή υποδεικνύοντας χαμηλή μεταβλητότητα των παρατηρήσεων.

Στον πίνακα 17 παρουσιάζεται επίσης ο βαθμός αυτοεκτίμησης ανά φύλο και ανά εκπαιδευτική βαθμίδα των συμμετεχόντων. Φαίνεται ότι ούτε το φύλο ($p=0.945$) ούτε η εκπαιδευτική βαθμίδα ($p=0.998$) διαφοροποιούν τους βαθμούς αυτοεκτίμησης.

Οι έλεγχοι έγιναν με το t-test.

Πίνακας 17: Βαθμός αυτοεκτίμησης του συνολικού πληθυσμού δείγματος, ανά φύλο και ανά εκπαιδευτική βαθμίδα του συμμετέχοντα (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

	N	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
Συνολικός πληθυσμός	35	3,3	0,4
Βάσει φύλου			
Αγόρια	18	3,4	0,4
Κορίτσια	17	3,3	0,4
Βάσει βαθμίδας εκπαίδευσης			
Μαθητές/τριες	11	3,3	0,4
Φοιτητές/τριες	24	3,3	0,4

Στον πίνακα 18 παρουσιάζεται ο βαθμός αυτοεκτίμησης ανά ηλικία απώλειας της όρασης των συμμετεχόντων. Προκύπτει ότι ο βαθμός δεν διαφοροποιείται ανάμεσα σε όσους/ες έχασαν την όρασή τους εκ γενετής και όσους είχαν επίκτητη απώλεια όρασης ($p=0.41$).

Πίνακας 18: Βαθμός αυτοεκτίμησης του συνολικού πληθυσμού, ανά χρονολογικής απώλειας όρασης του συμμετέχοντα (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

	Εκ γενετής	Επίκτητη
	N=19	N=17
Μέση τιμή	3,3	3,4
Τυπική απόκλιση	0,4	0,4
Διάμεσος	3,3	3,5
Q1 – Q3	3,1 – 3,6	3,05 – 3,7
p-value	0,41	

Οι έλεγχοι έγιναν με το Mann-Whitney test.

Στον πίνακα 19 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των μαθητών σε κάθε ερώτηση ξεχωριστά.

Πίνακας 19: Απαντήσεις συμμετεχόντων/ουσών στο ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2021)

ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	N	%
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	13	37.1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	18	51.4
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	11.4
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	2	5.7
		Μάλλον μου ταιριάζει.	5	14.3
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	16	45.7
		Μάλλον μου ταιριάζει.	12	34.3
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλουν για το αν αξίζουν ως άτομα	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.9
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	20.0
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	20	57.1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	20.0
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	21	60.0
		Μάλλον μου ταιριάζει.	11	31.4
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.6
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	5.7
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	25	71.4
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	20.0
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	8.6
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	6	17.1
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	22.9
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	15	42.9
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	17.1
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	24	68.6
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	22.9
		Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.9

	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Μάλλον μου ταιριάζει.	2	5.7
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	16	45.7
		Μάλλον μου ταιριάζει.	15	42.9
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.9
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	8.6
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.6
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	8.6
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νοιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	19	54.3
		Μάλλον μου ταιριάζει.	12	34.3
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.9
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	5.7
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	19	54.3
		Μάλλον μου ταιριάζει.	13	37.1

6.9 Ερωτηματολόγιο IBCM

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται συνοπτικά οι απαντήσεις που έδωσαν οι συμμετέχοντες/ουσες (μαθητές/τριες Λυκείου και φοιτητές/τριες) στο ερωτηματολόγιο IBCM κατά το στάδιο της κύριας έρευνας, αξιολόγησης της εκπαιδευτικής παρέμβασης της παρούσας μελέτης. Το δείγμα μας ήταν 10 άτομα με ολική ΑΟ και χωρίς συνοδά νοσήματα. Εξ αυτών οι 2 ήταν μαθητές λυκείου, ενώ οι υπόλοιποι ήταν φοιτητές. Όσον αφορά το φύλο, το 51,4% ήταν αγόρια. Το 54,3% από τους μαθητές είχαν εκ γενετής απώλεια όρασης, ενώ οι υπόλοιποι είχαν επίκτητη απώλεια όρασης.

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις των αγοριών και των κοριτσιών ($p\text{-value}=0,028$). Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ($p\text{-value}=0,388$) ή ανά χρονολογική απώλεια όρασης ($p\text{-value}=0,872$).

Θα πρέπει να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι το 55,6% των αγοριών έναντι του 29,4% των κοριτσιών απάντησε σωστά στις ερωτήσεις σε σχέση με την προηγούμενη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε η συχνότητα των απαντήσεων σε κάθε ερώτηση (απόλυτα νούμερα, όχι ποσοστά) (πίνακας 20). Με έντονη γραφή σε κίτρινο φόντο δίνεται η σωστή απάντηση

Πίνακας 20: Η συχνότητα των απαντήσεων των μαθητών/τριών και φοιτητών με Α.Ο. μέσα από το IBCM (έτος χορήγησης 2021)

	A	B	C	D	E	
IBCM_1	2	6	1	1	0	
IBCM_2	5	2	1	1	1	
IBCM_3	4	3	1	2	0	
IBCM_4	2	4	2	1	1	
IBCM_5	6	2	1	1	0	
IBCM_6	2	1	1	5	1	
IBCM_7	1	1	1	2	5	
IBCM_8	6	2	1	0	1	
IBCM_9	1	2	5	1	1	
IBCM_10	6	1	1	1	1	
IBCM_11	2	2	1	4	1	
IBCM_12	5	2	3	1	0	
IBCM_13	1	1	2	5	1	
IBCM_14	7	1	1	1	0	
IBCM_15	2	1	1	1	5	
IBCM_16	6	1	1	1	1	
IBCM_17	1	3	0	0	6	
IBCM_18	0	2	7	1	0	
IBCM_19	1	1	7	1	0	
IBCM_20	0	0	1	1	8	
IBCM_21	0	1	1	7	1	
IBCM_22	0	1	0	8	1	
IBCM_23	2	6	1	1	0	
IBCM_24	0	2	1	2	5	
IBCM_25	2	2	0	6	0	
IBCM_26	0	0	7	1	2	
IBCM_27	3	1	0	5	1	
IBCM_28	0	5	0	4	1	

Στη συνέχεια έγινε η αντιστοίχιση των απαντήσεων με τις εναλλακτικές ιδέες των συμμετεχόντων (με Σ τη σωστή απάντηση) (πίνακας 21):

Πίνακας 21 : Αντιστοίχιση εναλλακτικών ιδεών του IBCM με απαντήσεις συμμετεχόντων και φοιτητών με Α.Ο. (έτος χορήγησης 2018)

	A	B	C	D	E
IBCM_1	E1	Σ	E0	E0	E0
IBCM_2	Σ	E2	E2+E3	E2	E2+E3
IBCM_3	E4	Σ	E4	E4	E0
IBCM_4	E0	Σ	E3	E3	E0

IBCM_5	Σ	E5	E5	E0	E0
IBCM_6	E6	E0	E6	Σ	E0
IBCM_7	E0	E0	E0	E7	Σ
IBCM_8	Σ	E0	E8	E8	E0
IBCM_9	E9	E9	Σ	E0	E0
IBCM_10	Σ	E10	E9+E10	E9+E10	E9+E10
IBCM_11	E2+E12	E12	E2+E12	Σ	E2
IBCM_12	Σ	E13	E0	E0	E0
IBCM_13	E0	E3	E0	Σ	E3
IBCM_14	Σ	E14	E0	E0	E14
IBCM_15	E0	E3	E0	E0	Σ
IBCM_16	Σ	E0	E0	E2	E0
IBCM_17	E0	E15	E16	E0	Σ
IBCM_18	E0	E15	Σ	E17	E0
IBCM_19	E0	E15	Σ	E17	E0
IBCM_20	E1	E2+E14	E14	E2+E14	Σ
IBCM_21	E0	E0	E0	Σ	E0
IBCM_22	E0	E0	E0	Σ	E3
IBCM_23	E19	Σ	E3	E0	E0
IBCM_24	E0	E0	E3	E19	Σ
IBCM_25	E0	E0	E0	Σ	E0
IBCM_26	E0	E2	Σ	E21	E20+E21
IBCM_27	E3	E0	E0	Σ	E0
IBCM_28	E11	Σ	E0	E14	E14

Το 14,3 % των αγοριών (από 16,7% αρχικά) επέλεξε με τις απαντήσεις του την εναλλακτική ιδέα της εσωτερικής ώθησης (E14) έναντι του 38,9% των κοριτσιών από 52,9% αρχικά. Η ίδια μείωση παρατηρήθηκε και στις άλλες εναλλακτικές που εξετάσαμε την E17, την E14, την E2 και την E3.

Επομένως οι παρεμβάσεις συνέβαλλαν θετικά στην κατανόηση των εννοιών της δυναμικής και της κινηματικής και να υπάρξει μεταστοιχείωση των εναλλακτικών ιδεών των συμμετεχόντων.

6.10 Αναστοχασμός

Με βάση τις παρατηρήσεις, τα σχόλια των κριτικών φίλων και τις προσωπικές σημειώσεις από το εκπαιδευτικό ημερολόγιο, διαπιστώθηκε ότι η χρονική απόσταση από τη μια παρέμβαση στην άλλη ήταν μεγάλη λόγω πανδημίας κι αυτό δε συνέβαλε στην πραγματοποίηση της έρευνας σύμφωνα με τον προγραμματισμό. Στην πρώτη παρέμβαση υπήρξε θετική ανταπόκριση των μαθητών/τριών και θετικά αποτελέσματα

στην κατανόηση και την αυτοεκτίμηση ωστόσο διαπιστώθηκε μεγάλη κούραση και σταδιακή μείωση του ενδιαφέροντος (λόγω κούρασης) από τη μεγάλη αφήγηση, τις πολλές πληροφορίες αλλά και τον μεγάλο αριθμό πειραμάτων (9 νοητικά και 5 συμβατικά εκ των οποίων τα δύο (2) ήταν από την ιστορία της φυσικής). Στη δεύτερη παρέμβαση τα πειράματα ήταν κατά πολύ λιγότερα αλλά και πάλι οι συμμετέχοντες κουράστηκαν από τα πολλά πειράματα και τις αρκετές επαναλήψεις αυτών.

Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά τις ιδέες και τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών και των φοιτητών με ΑΟ διαπιστώθηκε ότι αρχικά ταυτίζονται με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και φοιτητών τυπικής ανάπτυξης σχετικά με τις έννοιες που αφορούν στη δυναμική - κινηματική. Οι ιδέες αυτές δε διαφοροποιούνται με βάση το φύλο (όπως φαίνεται και από τους στατικούς συσχετισμούς) και τη χρονολογική απώλεια όρασης. Οι ιδέες όμως διαφοροποιούνται με βάση τη βαθμίδα εκπαίδευσης και την ηλικία των συμμετεχόντων καθώς φάνηκε ότι οι φοιτητές/τριες έδιναν πιο σωστές απαντήσεις (στατιστικά).

Διαπιστώθηκε επίσης ότι η ιστορία της φυσικής μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ για έννοιες που εμπίπτουν στο πεδίο της φυσικής που αφορά στη δυναμική – κινηματική. Περισσότερο τους βοηθούν τα ιστορικά πειράματα και λιγότερο οι αφηγήσεις από την ιστορία της φυσικής. Μέσα από τα ιστορικά πειράματα κατάφεραν να μετασχηματίσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες. Δυστυχώς υπάρχει περιορισμένος αριθμός ιστορικών πειραμάτων που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε συνθήκες τάξης γι' αυτό τον λόγο προστέθηκαν και συμβατικά.

Οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ που συμμετείχαν στην έρευνα ενώ στην αρχή της πρώτης παρέμβασης ήταν περισσότερο συγκρατημένοι και με λιγότερη αυτοεκτίμηση όσον αφορά σε έννοιες όπως η δύναμη και η κίνηση, μόλις ολοκληρώθηκε η παρέμβαση οι συμμετέχοντες όλοι αναθάρρησαν. Η αυτοεκτίμηση τους ανέβηκε και αυτό φάνηκε μέσα τη σιγουριά με την οποία απαντούσαν στις ερωτήσεις που τους γίνονταν. Όπως φαίνεται κι από τον στατιστικό συσχετισμό ο βαθμός αυτοεκτίμησης δεν επηρεάζεται από τις μεταβλητές του φύλου, της χρονολογικής απώλειας όρασης και της βαθμίδας εκπαίδευσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^Ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνα. Στη συνέχεια ακολουθεί η συζήτηση των αποτελεσμάτων με την βιβλιογραφία. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τις προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

7.1 Συμπεράσματα

Η διδασκαλία της φυσικής είναι μια ιδιαίτερη πρόκληση για όλους/ες τους/τις μαθητές/τριες των μαθητών/τριών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Έχει φανεί ότι υπάρχουν πολλές εναλλακτικές ιδέες στους μαθητές/τριες που σχετίζονται με βασικές έννοιες της φυσικής που τους ακολουθούν και αφού τελειώσουν το σχολείο. Οι εναλλακτικές ιδέες αυτές παρατηρούνται και στους μαθητές/τριες με ΑΟ και στους φοιτητές/τριες καθώς οι μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ παρατηρούν πρώτα τα μέρη ενός φαινομένου ή ενός πειράματος και στη συνέχεια καλούνται να κατασκευάσουν νοερά το σύνολο, κάτι το οποίο το καθιστά αρκετά δύσκολο τρόπο μάθησης και επεξεργασίας.

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί η κατανόηση των *εννοιών της κινηματικής και δυναμικής από μαθητές/τριες Λυκείου και Φοιτητές/τριες με ολική αναπηρία όρασης (ΑΟ) και να μελετηθεί η διαδικασία της κατανόησης των εννοιών αυτών μέσα από την αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής*. Οι επιμέρους στόχοι της εργασίας ήταν:

- να αποτυπωθούν οι ιδέες και οι αντιλήψεις των μαθητών Λυκείου και των Φοιτητών με ΑΟ σχετικά με έννοιες που αφορούν δυναμική – κινηματική,
- να διερευνηθεί αν υπάρχουν διαφοροποιήσεις στις αντιλήψεις των μαθητών ανάλογα με το φύλο, τη βαθμίδα εκπαίδευσης και τη χρονολογική απώλεια όρασης,
- να καταγραφεί αν και με ποιον τρόπο η ιστορία της φυσικής μπορεί να συμβάλει στην ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών Λυκείου και των Φοιτητών με ΑΟ για έννοιες της δυναμικής – κινηματικής,
- να μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζεται η αυτοεκτίμηση των μαθητών Λυκείου και των Φοιτητών με ΑΟ, όταν διδάσκονται μέσω της ιστορίας της φυσικής και των πειραμάτων,

- ο να διερευνηθεί αν η αυτοεκτίμηση των μαθητών Λυκείου και των φοιτητών με ΑΟ επηρεάζεται από το φύλο, τη βαθμίδα εκπαίδευσης και τη χρονολογική απώλεια όρασης.

Από τον σκοπό και τους στόχους της παρούσας έρευνας προέκυψαν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- ο Πώς αποτυπώνονται οι ιδέες και οι αντιλήψεις των μαθητών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών με ΑΟ για το πεδίο της φυσικής που αφορά στη δυναμική – κινηματική· Διαφοροποιούνται αυτές οι αντιλήψεις ανάλογα με το φύλο, τη βαθμίδα εκπαίδευσης και τη χρονολογική απώλεια όρασης·
- ο Με ποιον τρόπο μπορεί να συμβάλλει η ιστορία της φυσικής στην ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών με ΑΟ για έννοιες που εμπίπτουν στο πεδίο της φυσικής που αφορά στη δυναμική – κινηματική·
- ο Πώς επηρεάζεται η αυτοεκτίμηση των μαθητών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών με ΑΟ, όταν διδάσκονται μέσω της ιστορίας της φυσικής· Ο βαθμός αυτοεκτίμησης επηρεάζεται από τις μεταβλητές του φύλου, της χρονολογικής απώλειας όρασης και της βαθμίδας εκπαίδευσης.

Προκειμένου να διερευνηθούν τα παραπάνω ερωτήματα και να επιτευχθούν ο σκοπός και οι στόχοι της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκε ποιοτική και ποσοτική έρευνα. Πιο συγκεκριμένα επιλέχθηκε η Έρευνα Δράσης καθώς συνδυάζει τη διάγνωση με το στοχασμό, επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον του ερευνητή στα ερευνητικά ερωτήματα που τον απασχολούν. Παράλληλα χορηγήθηκαν δυο ερωτηματολόγια προκειμένου να διερευνηθούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών με ΑΟ και για να μετρηθεί ο βαθμός αυτοεκτίμησης των συμμετεχόντων, οι συνεντεύξεις προκειμένου να συγκεντρωθούν πληροφορίες για το μαθησιακό επίπεδο των μαθητών/τριών, στην απόδοσή τους στο μάθημα της φυσικής, στην σχέση και την τυχόν επαφή τους με πειράματα καθώς και με την ιστορία της φυσικής καθώς και στην στάση τους απέναντι στο μάθημα της φυσικής.

Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν είναι δύο. Το ένα είναι ψυχομετρικό (ΠΑΤΕΜ IV) και αφορά στον έλεγχο της αυτοεκτίμησης των μαθητών/τριών Λυκείου και το άλλο είναι γνωστικό (Ερωτηματολόγιο Inventor of Basic Conceptions in Mechanics (IBCM)) και αφορά στην ανίχνευση των ιδεών των συμμετεχόντων σε θέματα εννοιών φυσικής και συγκεκριμένα μηχανικής. Τα ερωτηματολόγια αυτά

χορηγήθηκαν αφού πρώτα διαφοροποιήθηκαν για να προσαρμοστούν στις ανάγκες του δείγματος της παρούσας εργασίας.

Έχοντας ολοκληρώσει την παρούσα εργασία έγινε φανερό ότι οι περισσότεροι μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ ποτέ δεν είχαν συμμετάσχει σε πειράματα κατά τη σχολική τους ζωή είτε γιατί δεν γίνονταν στην τάξη ή και όταν γίνονταν δεν μπορούσαν να παρακολουθήσουν. Επίσης δεν είχαν έρθει ποτέ σε επαφή με τα όργανα φυσικής ειδικά για άτομα με ΑΟ και δεν ήξεραν πώς μπορούσαν να μετρήσουν το μήκος ή το βάρος. Εντύπωση προκάλεσε και το γεγονός ότι σε όλα τα σχολικά τους χρόνια δεν είχαν ακούσει ποτέ για τα ΝΠ από την ιστορία της φυσικής και φυσικά δεν είχαν χρησιμοποιήσει ποτέ ΝΠ στη διδασκαλία της φυσικής, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το πρόγραμμα σπουδών της φυσικής είναι συνήθως απρόσιτο σε μαθητές με ΑΟ και οι εκπαιδευτικοί δεν μπορούν να διδάξουν σε μαθητές με ΑΟ καθώς η μεγάλη πλειοψηφία των εκπαιδευτικών δεν έχουν λάβει την κατάλληλη επιμόρφωση.

Ως εκ τούτου οι επιδόσεις των μαθητών/τριων και των φοιτητών/τριων με ΑΟ στη φυσική είναι συνήθως μέτριες και δυσκολεύονται αρκετά στο να κατανοήσουν τις διάφορες έννοιες στη φυσική. Στην παρούσα έρευνα διαπιστώσαμε ότι δεν έχουν κατανοήσει τους Νόμους του Νεύτωνα και την εφαρμογή τους στην καθημερινή ζωή, αλλά προβαίνουν σε μια στείρα αναπαραγωγή πληροφοριών που απλώς έχουν ακούσει στο σχολείο. Οι μαθητές/τριες με ΑΟ αντιμετωπίζουν αρκετές δυσκολίες με τη φυσική και ειδικά για τη δύναμη και την κίνηση., οι οποίες τους ακολουθούν και όταν γίνονται φοιτητές/τριες.

Οι σημαντικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν και αφορούν την έλλειψη εξειδικευμένων εκπαιδευτικών αφενός και αφετέρου ειδικών εργαστηρίων και ειδικών προγραμμάτων σπουδών είναι καθοριστικές. Η απουσία ενός ειδικά σχεδιασμένου προγράμματος σπουδών και η έλλειψη σχεδιασμού διαφοροποιημένης διδασκαλίας που θα στηρίζεται και θα αξιοποιεί κατάλληλα τα ΝΠ και Πραγματικά Πειράματα (ΠΠ) με τα κατάλληλα απτικά και ηχητικά μέσα είναι μια από τις βασικές αιτίες για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και των φοιτητών με ΑΟ σε έννοιες της φυσικής όπως είναι η δύναμη και η κίνηση.

Η έλλειψη της βιωματικής συμμετοχής μέσα από τα πειράματα τους εμποδίζει να μετασχηματίσουν τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν για έννοιες της φυσικής και κυρίως για έννοιες στη δυναμική /κινηματική προς τις επιστημονικά αποδεκτές, επιτυγχάνοντας την εννοιολογική αλλαγή. Η εμπλοκή μαθητών/τριών και φοιτητών/τριων σε βιωματικές μεθόδους διδασκαλίας στην εκπαιδευτική πράξη, τους

δίνει τη δυνατότητα να συζητήσουν, να ανταλλάξουν επιχειρήματα και να εμβαθύνουν περισσότερο στις έννοιες της φυσικής. Ως βιωματικές μέθοδοι νοούνται οι μέθοδοι εκείνες που έχουν σχεδιαστεί, τουλάχιστον εν μέρει, ώστε να προάγουν την εννοιολογική κατανόηση μέσω της ενεργούς εμπλοκής των εκπαιδευομένων σε νοητικές (πάντα) και πειραματικές (συνήθως) δραστηριότητες οι οποίες παρέχουν άμεση ανάδραση μέσω της συζήτησης με τους συμμαθητές/συμφοιτητές και το διδάσκοντα. Μάλιστα διαπιστώθηκε στην παρούσα εργασία ότι οι επιδόσεις μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών που ενεπλάκησαν σε ενεργές μορφές διδασκαλίας (πειράματα) ήταν αρκετά καλές καθώς φαίνεται να κατανόησαν βασικές αρχές της κινηματικής – δυναμικής.

Επιπλέον θα πρέπει να τονιστεί ότι η ενεργητική συμμετοχή μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών στη διδασκαλία της φυσικής, προσφέρει συγκεκριμένες εμπειρίες μέσα από το χειρισμό δειγμάτων και υποδειγμάτων, την ώθηση και την έλξη, το ζύγισμα και τη μετάγγιση όγκων, την κίνηση και την καταμέτρηση κ.α.. Μέσα από την παρούσα εργασία προέκυψε ότι συνέβαλε σημαντικά σε αυτό καθώς όλοι οι συμμετέχοντες είχαν περιορισμένη εμπειρία από το περιβάλλον τους. Γίνεται επομένως κατανοητό ότι αυτή ενεργητική συμμετοχή των μαθητών/τριών και των φοιτητών/τριών με ΑΟ, όταν συνοδεύονται από συζήτηση και επεξήγηση, μπορούν να αποσαφηνίσουν και να ενισχύσουν τις εμπειρίες τους για την πραγματικότητα που τα περιβάλλει και να τη μετασχηματίσει σε γνώση, με τρόπο που δεν μπορούν να κάνουν άλλα μαθήματα.

Τα πειράματα στη διδασκαλία της φυσικής προσφέρουν στους/στις μαθητές/τριες και στους/στις φοιτητές/τριες με ΑΟ την πολύτιμη ευκαιρία να εξερευνήσουν το περιβάλλον τους και να αλληλοεπιδράσουν μαζί του. Ο ρόλος του πειράματος είναι πολύ σημαντικός στους μαθητές/τριες αλλά και στους φοιτητές/τριες με ΑΟ, καθώς ο σκοπός του δεν είναι μόνο η αναπαραστατική εικόνα της πραγματικότητας, αλλά η οικοδόμηση της γνώσης, η οποία προκύπτει από τον μετασχηματισμό. Για να επιτευχθεί αυτό στους/στις μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ χρειάζεται η διαφοροποίηση της εκπαιδευτικής πράξης, η οποία μπορεί να επιτευχθεί και με την αρωγή της τεχνολογίας, καθώς αυτή στοχεύει στην καθολική πρόσβαση στις πληροφορίες.

Πολλές φορές όμως οι μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ καλούνται να συμμετέχουν σε ένα πείραμα νοητικό ή πραγματικό κι ενώ επεξεργάζονται νοητικά πληροφορίες για να υποθέσουν, να περιγράψουν πειράματα και να εξάγουν

συμπεράσματα, δεν μπορούν να δώσουν τις σωστές απαντήσεις. Οι μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ δεν μπορούν να δικαιολογήσουν το πώς σκέφτηκαν και γιατί απαντούν με έναν συγκεκριμένο τον τρόπο, η διαδικασία αφορά επιχειρηματολογία με τη βοήθεια συλλογισμού. Επικαλούνται συνεχώς το σχολείο και τις συγκεχυμένες γνώσεις που έχουν. Η δυσκολία αυτή εκτιμάται ότι συνδέεται με την έλλειψη κεκτημένης γνώσης και την κατοχή εναλλακτικών κυρίως ιδεών γύρω από τις έννοιες της φυσικής που εξετάζουμε και τους Νόμους του Νεύτωνα και την έλλειψη βιωματικής και ενεργητικής μάθησης μέσα από πειράματα.

Το γεγονός αυτό πιθανότατά να σχετίζεται με τον τρόπο που τα άτομα με ΑΟ ως μαθητές/τριες διδάχθηκαν τη φυσική στο σχολείο, να είναι δηλαδή αποτέλεσμα όχι στείρας απομνημόνευσης αλλά ούτε και ουσιαστικής εμβάθυνσης. Η ερμηνεία αυτή προκύπτει από την αβεβαιότητα με την οποία οι μαθητές και οι φοιτητές με ΑΟ διαχειρίζονται ερωτήματα που αφορούν έννοιες της φυσικής και συγκεκριμένα της κινηματικής/ δυναμικής και για αυτό χρειάζονται συνεχώς επιβεβαίωση από τον εκπαιδευτικό. Η γνώση, επομένως, πρέπει να στηρίζεται είτε σε εμπλοκή των μαθητών και φοιτητών με ΑΟ σε ενεργητικές διαδικασίες είτε από τον εκπαιδευτικό και γενικά τον διδάσκοντα. Η δράση δηλαδή πάνω στα αντικείμενα παίζει σημαντικό ρόλο στη γνώση, για αυτό και το πείραμα κατέχει ξεχωριστή θέση στη διδακτική πράξη. Γίνεται επομένως κατανοητό ότι ο ρόλος του πειράματος έγκειται στο να βοηθήσει τους μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ να συλλάβουν το αφηρημένο, χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο όπως αυτό προσομοιώνεται από την πειραματική διάταξη, ενώ ταυτόχρονα δίνει την ευκαιρία στον καθηγητή να κάνει παραγωγικές ερωτήσεις, που υποτίθεται ότι οδηγούν σε ερμηνευτικές δραστηριότητες, οι οποίες όμως για να έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα χρειάζεται η όλη διαδικασία να γίνεται από τις πρώτες σχολικές τάξεις του δημοτικού, στις οποίες διδάσκεται η φυσική.

Για παράδειγμα, μπορούν να αξιοποιηθούν οι τριδιάστατοι εκτυπωτές (εκτυπωτές που παράγουν απτικά γραφήματα και διαγράμματα), ταινία ή ψηφιακές συσκευές εγγραφής, αριθμομηχανές ομιλίας, σαρωτές, υπολογιστές με εξειδικευμένο λογισμικό όπως Jaws ή Supernova, άλλο λογισμικό braille, φορητοί μεγεθυντικοί φακοί, οθόνες braille, οπτικά συστήματα αναγνώρισης χαρακτήρων, λογισμικό συνθετικής ομιλίας, μηχανή ανάγνωσης Kurzweil, braille και άλλα βοηθήματα χαμηλής όρασης, όπως κλειστό κύκλωμα τηλεόραση. Ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι ενώ τα εργαλεία αυτά μπορούν να βοηθήσουν στην άρση του αποκλεισμού και του περιορισμού των

μαθητών/τριών με ΑΟ στη διδασκαλία της φυσικής, οι εκπαιδευτικοί των φυσικών επιστημών δεν έχουν πάντα την πρόσβαση σε αυτά τα εργαλεία.

Η διαφοροποιημένη διδασκαλία της φυσικής όμως μέσα από τα πειράματα απαιτεί τη γνώση των μαθησιακών αναγκών και ικανοτήτων των μαθητών/τριών με ΑΟ προκειμένου να επιλεγθούν τα κατάλληλα διδακτικά μέσα και βοηθήματα για τη διδασκαλία της φυσικής τροποποιημένα ή προσαρμοσμένα στις ανάγκες των μαθητών/τριών με ΑΟ. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ εστιάζουν την προσοχή τους πρώτα στα μέρη ενός φαινομένου ή ενός πειράματος και έπειτα σχηματίζουν στο μυαλό τους το σύνολο, γεγονός που τους δυσκολεύει αρκετά στο να επεξεργαστούν τη νέα γνώση και να την κατακτήσουν.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι παρόλο που τα πειράματα αρέσουν στους μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ, όταν συμμετέχουν σε πολλά πειράματα κουράζονται. Οπότε είναι απαραίτητες συχνές διακοπές και όχι συνεχόμενο μάθημα και πειράματα.

Επιπλέον, οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ είναι αναγκασμένοι, να κάνουν καλύτερη χρήση των δυνατοτήτων των υπόλοιπων αισθήσεων, απ' ότι οι βλέποντες, λόγω της ανάγκης να μην παραβλέπουν ακόμη και οι λεπτομέρειες του περιβάλλοντος, κάτι που δεν συμβαίνει με τους βλέποντες, αλλά και λόγω της συστηματικής αγωγής των υπόλοιπων αισθήσεων που δέχονται. Οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ χρειάζεται να εξοικειωθούν με τις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου περισσότερο από κάθε άλλο βλέποντα. Μία διαδικασία της επιστημονικής μεθόδου που θεωρείται απαραίτητη είναι η παρατήρηση (Kingsley, 1997). Μια ευρέως διαδεδομένη άποψη είναι ότι οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ έχουν εκ γενετής καλύτερα ανεπτυγμένες τις υπόλοιπες τέσσερις αισθήσεις τους απ' ότι οι βλέποντες. Κάτι το οποίο, δεν ευσταθεί, αφού οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ μαθαίνουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους να τις χρησιμοποιούν περισσότερο κι επομένως να αναπτύσσουν καλύτερα τις αισθήσεις τους.

Χρειάζονται όμως αρκετές επαναλήψεις των πειραμάτων και συζήτηση προκειμένου να επεξεργαστούν τις έννοιες και να κατανοήσουν τα φαινόμενα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον τους προκαλούν τα εποπτικά μέσα. Επομένως τα πειράματα θα πρέπει να υπάρχουν αλλά είναι λίγα για να μπορούν να τα επαναλαμβάνουν για να καταφέρνουν να φτάσουν στη γνωστική σύγκρουση και στο μετασχηματισμό των εναλλακτικών τους ιδεών. Αξίζει να αναφερθεί επίσης ότι οι μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ συμμετέχοντας βιωματικά μέσα από την ιστορία της φυσικής σε

ΝΠ και ΠΠ στο μάθημα της φυσικής βελτίωσαν τόσο την επίδοσή τους στη φυσική όσο να αυξήσουν την αυτοπεποίθησή τους.

Γίνεται επομένως κατανοητό ότι η αδυναμία των μαθητών και φοιτητών με ΑΟ να κατανοούν έννοιες της φυσικής, έρχεται να καλυφθεί από τη διδασκαλία της φυσικής μέσα από την ιστορία της φυσικής και τα κατάλληλα σχεδιασμένα πειράματα. Κάτι τέτοιο μπορεί να βοηθήσει τους/τριες μαθητές/τριες και τους/τις φοιτητές/τριες με ΑΟ και στο μαθησιακό κομμάτι, με την καλύτερη κατανόηση των εννοιών της φυσικής αλλά και στο κομμάτι της αύξησης της αυτοεκτίμησής τους. Η ιστορία της φυσικής βοηθά τους/τριες μαθητές/τριες και τους/τις φοιτητές/τριες να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν φυσικά φαινόμενα που σχετίζονται με τη δυναμική/κινηματική αλλά και να τροποποιήσουν και να αντικαταστήσουν τις αρχικές εναλλακτικές ιδέες που έχουν σχετικά με τις έννοιες της δύναμη και της κίνηση. Για να υπάρξει όμως ο μετασχηματισμός αυτός χρειάζονται αρκετές επαναλήψεις των πειραμάτων και η βιωματική εμπλοκή των μαθητών και φοιτητών με ΑΟ.

7.2 Συζήτηση με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα

Το μάθημα της φυσικής παρόλο που παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές/τριες να αποκτήσουν νέα γνώση για τη φύση και τον κόσμο, τους δυσκολεύει ιδιαίτερα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πολύ συχνά παρερμηνείες και παρανοήσεις σε βασικές έννοιες. Στην περίπτωση των μαθητών/τριών με ειδικές ανάγκες και ειδικότερα μαθητών/τριών με ΑΟ μέσα από μια πληθώρα ερευνών (Bishop, 2000 · Hofstein & Lunetta, 2004·Καράογλου και συν., 2010· Κώτσης, 2005 · Ναούμ, Σταυρίδου, 2010· Πανταζή, Τσαπαρλής, 2011· Παπαλεξόπουλος και συν., 2011· Papadopoulos, 2004· Σέρογλου, Κουμαράς, 2001· Τζιμογιάννη & Μικρόπουλος, 1999· Τσιναρέλης, 2005 κ.α), έχει φανεί ότι υπάρχουν πολλές εννοιολογικές παρανοήσεις στις έννοιες της φυσικής και συγκεκριμένα στην κινηματική -δυναμική.

Η φυσική διδασκόταν μέχρι και σήμερα με τρόπο θεωρητικό (Bishop, 2004·Harrison & Crow, 1993) και με ακατάλληλες τεχνικές και διδακτικές μεθόδους, που ήταν συνήθως οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας (δασκαλοκεντρικές) (Σταυρίδου, 2011, σ.1). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι μαθητές/τριες γενικής και ειδικής αγωγής να στηρίζονται στην «παπαγαλία» και να τους δημιουργείται η εντύπωση ότι πρόκειται για μάθημα δύσκολο και χωρίς ενδιαφέρον, στο οποίο η πλειοψηφία τους είχε χαμηλές επιδόσεις (Σταυρίδου, 2011, σ.1).

Από την παρούσα εμπειρική έρευνα σχετικά με το **πρώτο ερευνητικό ερώτημα**, πώς δηλαδή αποτυπώνονται οι ιδέες και οι αντιλήψεις των μαθητών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών με ΑΟ για το πεδίο της φυσικής που αφορά στη δυναμική – κινηματική και αν διαφοροποιούνται αυτές οι αντιλήψεις ανάλογα με το φύλο, τη βαθμίδα εκπαίδευσης και τη χρονολογική απώλεια όρασης, προέκυψε ότι οι μαθητές και φοιτητές με ΑΟ προσπαθούσαν μέσα από την καθημερινότητά τους αλλά και ανακαλώντας από τη μνήμη τους, ό,τι είχαν μάθει από το σχολείο, να περιγράψουν μια επιστημονική έννοια αλλά χωρίς επιτυχία.

Το εύρημα μας αυτό συμφωνεί με τους Mastropieri et al., (1996) και Τσελφές και συν., (2006), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι οι μαθητές με ΑΟ δυσκολεύονται να χειριστούν πληροφορίες από την προϋπάρχουσα σχολική τους γνώση η οποία δείχνει περιορισμένη και έχουν την τάση να εστιάζουν σε λίγες μόνο διαστάσεις ενός φαινομένου και να εξάγουν συμπεράσματα βασισμένοι σχεδόν αποκλειστικά στην αισθητηριακή αντίληψη. Αυτό συμβαίνει γιατί διαθέτουν ένα σύστημα εναλλακτικών αναπαραστάσεων για τον εμπειρικό τους κόσμο, ανάλογο με αυτό που συναντάται και στους υπόλοιπους μαθητές (Τσελφές και συν., 2006). Μάλιστα θα πρέπει να σημειωθεί ότι πλέον έχει γίνει ευρύτερα αποδεκτό ότι η προϋπάρχουσα γνώση μπορεί είτε να εμποδίσει είτε να διευκολύνει τη μαθησιακή διαδικασία και ότι η γνώση που διδάσκεται δύσκολα αντικαθιστά την προϋπάρχουσα (Driver και συν., 2000).

Οι αντιλήψεις αυτές όμως φαίνεται να διαφοροποιούνται ανάλογα με το φύλο αλλά όχι ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης και τη χρονολογική απώλεια όρασης. Από την έρευνα προέκυψε δηλαδή ότι τα αγόρια φαίνεται να κατανοούν καλύτερα τις έννοιες της φυσικής έναντι των κοριτσιών, (αν και αυτό δεν μπορεί να γενικευτεί λόγω του περιορισμένου αριθμού συμμετεχόντων), παρόλο που οι καθηγητές των μαθητών με ΑΟ πίστευαν ότι το φύλο δεν παίζει ρόλο.

Διαπιστώσαμε ακόμα ότι υπάρχει μια σύγχυση και δεν είναι ξεκάθαρες οι έννοιες της φυσικής που σχετίζονται με την κινηματική και τη δυναμική στους/στις μαθητές/τριες με ΑΟ. Το εύρημα μας αυτό συμφωνεί με τον Αργυρόπουλο (2011) ο οποίος αναφέρει ότι οι μαθητές/τριες με ΑΟ δεν μπορούν να συνδέσουν τις έννοιες που διδάσκονται με την πρότερη γνώση. Επίσης σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες τους που σχετίζονται με τη δυναμική και την κινηματική φαίνεται να υπάρχει συμφωνία με την Driver και συν., (2000) οι οποίοι αναφέρουν ότι οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών γενικής αγωγής στη φυσική αφορούν ένα μεγάλο

φάσμα εννοιών όπως για το φως, τη δύναμη, την κίνηση, την ενέργεια, τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, τον ηλεκτρισμό, τη σωματιδιακή δομή της ύλης.

Σχετικά με το **δεύτερο ερευνητικό ερώτημα**, με ποιον τρόπο δηλαδή μπορεί να συμβάλλει η ιστορία της φυσικής στην ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών/τριών Λυκείου με ΑΟ και των φοιτητών/τριών με ΑΟ για έννοιες που εμπίπτουν στο πεδίο της φυσικής που αφορούν στη δυναμική – κινηματική, προέκυψε ότι η διδασκαλία της φυσικής μέσα από την ιστορία της φυσικής και τα πειράματα (νοητικά και πραγματικά) που προέρχονται από την ιστορία της φυσικής, μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές με ΑΟ και στο μαθησιακό κομμάτι, καθώς επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση των εννοιών της φυσικής. Πιο συγκεκριμένα προέκυψε ότι τα πειράματα (νοητικά και πραγματικά) αυτά που προέρχονται από την ιστορία της φυσικής τους βοήθησαν να κατανοήσουν τους Νόμους του Νεύτωνα αλλά και να αιτιολογήσουν τα αντίστοιχα φαινόμενα. Αξιοποιώντας τα πειράματα που προέρχονται από την ιστορία της φυσικής δηλαδή προέκυψε ότι οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ ενώ επέμειναν στις αρχικές τους ιδέες που ταυτίζονταν με τις εναλλακτικές ιδέες (Driver και συν., 2000), μετά την πραγματοποίησή τους η των πειραμάτων από την ιστορία της φυσικής επιτεύχθηκε η γνωστική σύγκρουση και ο μετασχηματισμός των ιδεών τους.

Το εύρημά μας αυτό τεκμηριώνεται και μέσα από τη βιβλιογραφία (Αναγνωστόπουλος και Κώτσης, 2009· Βελέντζα και συν., 2009· Driver, 1989· Κουκοπούλου - Αρνέλου και Παλαιοπούλου – Σταθοπούλου, 1999), όπου αναφέρεται ότι η ιστορία της φυσικής είναι μια διδακτική προσέγγιση η οποία φαίνεται ότι μπορεί να συμβάλλει στην καλλιέργεια της επαγωγικής σκέψης και να βοηθήσει τους μαθητές/τριες με ΑΟ να δομήσουν νοητικά τις επιστημονικές έννοιες της φυσικής (κίνηση- δύναμη). Η ένταξη της ιστορίας της φυσικής μπορεί να γίνει από τους εκπαιδευτικούς με την ένταξη ΠΠ και ΝΠ. Μάλιστα οι Driver και Oldham (1986), όπ. αναφ. στον Κόκκοτα, 1998) προτείνουν την εισαγωγή και χρήση τους στο μοντέλο της εποικοδομητικής διδασκαλίας των πέντε φάσεων. Επίσης ο White (2001 όπ. αναφ. ο Βλάχος 2004) αναφέρει ότι θα πρέπει μέσα από τη διδασκαλία στην οποία έχουν ενσωματωθεί τα κατάλληλα πειράματα να επιτευχθεί η μεγιστοποίηση της δυνατότητας όλων των μαθητών/τριών και των φοιτητών/τριών με ΑΟ να επεξεργαστούν τα θέματα που μελετούν, να εμπλακούν σε μαθησιακές δραστηριότητες που να είναι σύμφωνες με τους διδακτικούς στόχους, τις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού και με το υπό συζήτηση θέμα και να μεταβούν από τη φάση του προσανατολισμού και στη φάση της ανάδειξης των ιδεών.

Στην εποικοδομητική διδασκαλία είναι απαραίτητο να αξιοποιηθούν αυτά που ενεργοποιούν τις αρχικές ιδέες των μαθητών/τριών και των φοιτητών/τριών και σκοπεύουν στην αλλαγή τους. Στην εποικοδομητική διδασκαλία ο σκοπός είναι η οικοδόμηση της γνώσης από τον/την μαθητή/τρια αλλά και τον/την φοιτητή/τρια (Βλάχος, 2004), όπως ακριβώς έγινε και στην παρούσα έρευνα με τους μαθητές και φοιτητές με ΑΟ.

Στην παρούσα έρευνα προκειμένου να επιτευχθεί η γνωστική αυτή σύγκρουση και ο μετασχηματισμός των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών και φοιτητών με ΑΟ τα πειράματα επαναλήφθηκαν πολλές φορές. Με τη διαδικασία αυτή συμφωνούν και οι Αναγνωστόπουλος και Κώτσης (2009) οι οποίοι ανέδειξαν ότι η επανάληψη των ιστορικών πειραμάτων βοηθάει τους μαθητές/τριες με ΑΟ να κατανοήσουν έννοιες που αφορούν τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα αλλά και τη φύση της επιστήμης γενικότερα. Επίσης σύμφωνα με τον Hake (1998), οι επιδόσεις μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών που ενεπλάκησαν σε ενεργές μορφές διδασκαλίας ήταν σημαντικά καλύτερες από τις επιδόσεις όσων παρακολούθησαν παραδοσιακές διδασκαλίες. Γίνεται επομένως κατανοητό ότι αυτή ενεργητική συμμετοχή των μαθητών και των φοιτητών με ΑΟ, όταν συνοδεύονται από συζήτηση και επεξήγηση, μπορούν να αποσαφηνίσουν και να ενισχύσουν τη γνώση τους για την πραγματικότητα που τα περιβάλλει, με τρόπο που δεν μπορούν να κάνουν άλλα μαθήματα. Οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ αποκομίζουν ιδιαίτερο όφελος από τη πρακτική που υποστηρίζει τη θεωρία, από την αυτοπεποίθηση που αποκτούν με την πρόσληψη ενός συνόλου από πρακτικές δεξιότητες και από την αυτονομία που προέρχεται από την κυριαρχία και το αίσθημα ελέγχου (Mason & Mccall, 2004).

Σχετικά με το **τρίτο ερευνητικό ερώτημα**, πώς δηλαδή επηρεάζεται η αυτοεκτίμηση των μαθητών Λυκείου και των φοιτητών/τριών με ΑΟ, όταν διδάσκονται μέσω της ιστορίας της φυσικής κι αν ο βαθμός αυτοεκτίμησης επηρεάζεται από τις μεταβλητές του φύλου, της χρονολογικής απώλειας όρασης και της βαθμίδας εκπαίδευσης, προέκυψε ότι η διδασκαλία της φυσικής με την αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής και τα πειράματα μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες με ΑΟ στην ενίσχυση της αυτοεκτίμησής τους καθώς μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες της φυσικής. Πιο συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ που συμμετείχαν στην έρευνα ενώ στην αρχή των παρεμβάσεων ήταν περισσότερο συγκρατημένοι και με λιγότερη αυτοεκτίμηση όσον αφορά σε έννοιες όπως η δύναμη και η κίνηση μετά τη διδασκαλία

με την αξιοποίηση των πειραμάτων από την ιστορία της φυσικής αύξησαν την αυτοεκτίμησή τους. Αυτό συνάδει και με την έρευνα των Mason & McCall (2004) που διαπιστώνουν ότι οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ συνήθως έχουν πολύ φτωχές προκαταρκτικές γνώσεις, αλλά και προβληματισμούς, αναφορικά με τα φυσικά φαινόμενα. Έχουν περιορισμένες δυνατότητες και αντιμετωπίζουν μεγάλες δυσκολίες στο να παρατηρήσουν τη διαδικασία διεξαγωγής ενός πειράματος, να αντιληφθούν τις γρήγορες κινήσεις, να διαβάσουν οπτικά ή απτικά τις ενδείξεις των διάφορων οργάνων, να αντιληφθούν τις ενδείξεις του φωτός, των χρωμάτων, των συντελούμενων μικρών μεταβολών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνει την αυτοεκτίμησή τους. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και οι Βλάχου (2005), Griffin-Shirley & Ness, (2005), Ophir-Cohen et al., (2005) και Tuttle & Tuttle, (2004), που αναφέρουν ότι η ΑΟ περιορίζει τις ευκαιρίες των ατόμων για γρήγορη και αυθόρμητη μάθηση. Μόλις όμως ολοκληρώθηκαν οι παρεμβάσεις οι συμμετέχοντες όλοι αναθάρρησαν. Η αυτοεκτίμησή τους ανέβηκε και αυτό φάνηκε μέσα τη σιγουριά με την οποία απαντούσαν στις ερωτήσεις που τους γίνονταν.

Οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ χρειάζεται να εξοικειωθούν με τις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου περισσότερο από κάθε άλλο βλέποντα. Μία διαδικασία της επιστημονικής μεθόδου που θεωρείται απαραίτητη είναι η παρατήρηση (Kingsley, 1997). Μια ευρέως διαδεδομένη άποψη είναι ότι οι μαθητές και οι φοιτητές με ΑΟ έχουν εκ γενετής καλύτερα ανεπτυγμένες τις υπόλοιπες τέσσερις αισθήσεις τους απ' ότι οι βλέποντες. Κάτι το οποίο, δεν ευσταθεί, αφού οι μαθητές/τριες και οι φοιτητές/τριες με ΑΟ μαθαίνουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους να τις χρησιμοποιούν περισσότερο κι επομένως να αναπτύσσουν καλύτερα τις αισθήσεις τους.

Αν οι εκπαιδευτικοί και οι διδάσκοντες γενικότερα, δεν γνωρίζουν σημαντικές πτυχές των μαθησιακών τους αναγκών και ικανοτήτων, τότε ο προσδιορισμός των αποτελεσματικών διδακτικών στρατηγικών είναι σχεδόν αδύνατος. Οι εκπαιδευτικοί και οι διδάσκοντες θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά των μαθητών/τριών και των φοιτητών τους όταν πρόκειται να εφαρμόσουν διδακτικές στρατηγικές, όπως τα διαφορετικά μαθησιακά στυλ, τρόπους με τους οποίους οι μαθητές/τριες επεξεργάζονται τις πληροφορίες και τη χρήση της θεωρίας της πολλαπλής νοημοσύνης (Gardner, 1983, οπ. αναφ. οι Γεωργούλα και συν., 2015).

7.3 Περιορισμοί και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η έρευνα διεξήχθη σε περιορισμένο πλήθος μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών, εξαιτίας του περιορισμού των χαρακτηριστικών (τύφλωση χωρίς συνοδά προβλήματα), αλλά όπως εξηγήθηκε και στην παράγραφο 4.3, έγινε προσπάθεια να αναζητηθούν συμμετέχοντες σε όλη τη χώρα και σε ένα μεγάλο βαθμό αυτό επιτεύχθηκε. Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι η κύρια φάση της έρευνας συνέπεσε με την πανδημία εξαιτίας του covid-19, γεγονός που δυσχέραινε κατά πολύ την υλοποίηση της κυρίως έρευνας (όπως σημαντικές καθυστερήσεις, περιορισμοί στη μετακίνηση, κλπ) . Γι' αυτό το λόγο τα συμπεράσματα δεν μπορούν να γενικευτούν σε όλο τον πληθυσμό των μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών. Ωστόσο, το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε, σε σχέση με το πλήθος των μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών μαθητών που υπάρχουν στη χώρα μας κρίνεται ικανοποιητικό και οι τεχνικές που εφαρμόστηκαν ενέχουν στοιχεία αξιοπιστίας και εγκυρότητας.

Με αφορμή την παρούσα έρευνα, ξεκινά ένας διάλογος σχετικά με τον ρόλο της ιστορίας της φυσικής και των ΝΠ και ΠΠ στην κατανόηση διαφόρων εννοιών της φυσικής για τα άτομα με ΑΟ. Επομένως ανοίγει ο δρόμος για περαιτέρω έρευνα πάνω και σε άλλες έννοιες, προκειμένου να διαπιστωθεί αν η αξιοποίηση της ιστορίας της φυσικής και των ΝΠ και ΠΠ μπορούν να συμβάλλουν στον μετασχηματισμό των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών και φοιτητών/τριών με ΑΟ.

Επίσης είναι πιθανό να γίνουν περισσότερες μελέτες στο πεδίο διερευνώντας το αν οι καθηγητές της φυσικής μπορούν να διδάξουν αξιοποιώντας τον εποικοδομητικό τρόπο διδασκαλίας, εμπλέκοντας βιωματικά τους μαθητές με ΑΟ ώστε να τους βοηθήσουν να ενισχύσουν τις σωστές ιδέες τους σχετικά με έννοιες της φυσικής ή να διορθώσουν τις λαθεμένες, αξιοποιώντας την ιστορία της φυσικής και συγκεκριμένα ΝΠ αλλά και ΠΠ. Κατ' επέκταση ίσως μπορέσει να προσαρμοστεί το νέο αναλυτικό πρόγραμμα και ο τρόπος που διδάσκεται η φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για τα άτομα με ΑΟ.

Ενδιαφέρον θα είχε και η διερεύνηση του ρόλου της βιωματικής προσέγγισης μέσα από την ιστορία της φυσικής και της αξιοποίησης των ΝΠ και ΠΠ και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση σε μαθητές/τριες με ΑΟ, όταν αυτοί έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με έννοιες της φυσικής. Μέσα από αυτή τη διαδικασία θα δοθεί η ευκαιρία στους μαθητές με ΑΟ να συγκρίνουν τις ιδέες τους με αυτές των πρώτων

επιστημόνων, να βρουν τα λάθη τους και να κατανοήσουν τις διάφορες έννοιες σε συνδυασμό με την αυτοπεποίθηση των μαθητών με ΑΟ.

Πολύτιμη μελέτη θα μπορούσε να είναι και η διερεύνηση των προβλημάτων που προκύπτουν από τη συνεργασία ή όχι του εκπαιδευτικού της τάξης και του/της καθηγητή/τριας της παραλληλης στήριξης στο πλαίσιο της εποικοδομητικής διδασκαλίας της φυσικής με ΝΠ και ΠΠ, αλλά και το θέμα της κατάρτισης των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης τόσο σε θέματα ΑΟ όσο και σε θέματα διδακτικής της φυσικής, να μελετηθούν διεξοδικά τα μέσα για τη διδασκαλία της φυσικής αφού οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα όταν συμμετέχουν σε δραστηριότητες που θεωρούν χρήσιμες για την πραγματική ζωή και έχουν σχέση με την κουλτούρα τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Adelson, E., & Fraiberg, S. (1974). Gross motor development in infants blind from birth. *Child development*, 114-126.
- Αλιμήσης, Δ. (1993). *Η Σύγχρονη έρευνα για τις δυσκολίες των μαθητών/τριών στη Φυσική*. Πρακτικά Επιμορφωτικού Σεμιναρίου Καθηγητών Φυσικών, Καλαμάτα – Σπάρτη, Μάιος 1993. Αθήνα: Μεταίχμιο
- Altrichter, H., Somekh, B. & Posch, P. (2001). *Οι εκπαιδευτικοί ερευνούν το έργο τους. Μια εισαγωγή στις μεθόδους της έρευνας δράσης*. Μετάφραση: Δεληγιάννη, Μ. Ambrose – Zaken, G., & Bozeman, L. (2010). Profile of personal preparation programs in visual impairment and their faculty. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 104, 148-169.
- Ambrose-Zaken, G., & Bozeman, L. (2010). Profile of personnel preparation programs in visual impairment and their faculty. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 104(3), 148-169.
- Anderson, C. W. (2007). Perspectives on science learning. In S.K. Abell & N.G.Lederman (eds), *Handbook of Research on Science Education* (3-30). Mahwah: Lawrence Erlbaum Ass., Inc.
- Andreou, Y., & Kotsis, K. (2006). The Perception of Basic Science Concepts by Blind and Sighted Children. Διαθέσιμο στο <http://olympias.lib.uoi.gr/jspui/handle/123456789/14961> (11/09/2018).
- Αναγνωστόπουλος, Α. & Κώτσης, Κ. (2009). Διδασκαλία του τρίτου νόμου του Νέφτωνα με επανάληψη του ιστορικού του πειράματος σε μαθητές/τριες Γυμνασίου στο «Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών», Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α και Ζουπιδής, Α. (επιμ). *Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση*, Φλώρινα, 173-179.
- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ. & Παπασιμπα, Λ., (2007). *Φυσική. Εργαστηριακός Οδηγός*. Β' Γυμνασίου. Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ».
- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ. & Παπασιμπα, Λ., (2015). *Φυσική*. Γ' Γυμνασίου. Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και

- Θρησκευμάτων. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ».
- Argyropoulos, V. & Ranenscroft, J. (2019). Assisting People with Vision Impairments through Tecnology. In: A. Tatnall (Ed.), *Encyclopedia of Education and Information Technologies* (p.p. 1-10). Cham: Springer Nature.
- Argyropoulos, V., & Yfantis, C. (2021). Tracing conceptual understandings and misunderstandings of science by students with and without vision impairment through a pilot study: the case of density and heat. *International Journal of Special Education*, 36(1), 77-88.
- Argyropoulos, V., & Stamouli, M. (2006). A collaborative action research project in an inclusive setting: Assisting a blind student. *British Journal of Visual Impairment*, 24(3), 128-134.
- Argyropoulos, V. S., & Nikolarazi, M. A. (2009). Developing inclusive practices through collaborative action research. *European Journal of Special Needs Education*, 24(2), 139-153.
- Αργυρόπουλος, Β., (2006). Η Αξιολόγηση της Λειτουργικής Όρασης των Παιδιών με Σοβαρά Προβλήματα Όρασης: Μια Πολυδιάστατη και Σύνθετη Διαδικασία, Στο Κακανά, Δ., Μ. & Μπότσογλου, Κ. & Χανιωτάκης, Ν. & Καβαλάρη, Ε., (επιμ.), *Η Αξιολόγηση στην Εκπαίδευση: Παιδαγωγική και Διδακτική Διάσταση, 71 Κείμενα για την Αξιολόγηση*, Θεσσαλονίκη: Κυριακίδη, σσ. 311 - 319.
- Αργυρόπουλος, Β. (2011). Η εκπαίδευση παιδιών με προβλήματα όρασης: ερευνητική και πρακτική προσέγγιση στο χώρο της διδασκαλίας. Στο Σ. Παντελιάδου, & Β. Αργυρόπουλος, *Ειδική αγωγή: από την έρευνα στη διδακτική πράξη*. Αθήνα: Πεδίο.
- Augstad, L. B. (2017). Self-concept and self-esteem among children and young adults with visual impairment: A systematic review. *Cogent Psychology*, 4(1), 1319652.
- Azeta, A. A., & DARAMOLA, O. (2018). A voice-based e-examination framework for visually impaired students in open and distance learning. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 19(2), 34-46.
- Βαβουγιός, Δ. (2006). Εστίες Γνώσης και Επιστημών. Ένας ζωντανός και πολυδύναμος χώρος ανάπτυξης διαθεματικών επιστημονικών και εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Στα *πρακτικά του 3^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου της Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (Ε.ΔΙ.ΦΕ.), σ.σ. 594-601.

- Beatty, I. D. (2004). *Transforming student learning with classroom communication systems*. <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERB0403.pdf> (27/5/2018)
- Beatty, L. A. (1992). Adolescent self-perception as a function of vision loss. *Adolescence*, 27(107), 707.
- Beal, C. R., & Rosenblum, L. P. (2015). Use of an accessible iPad app and supplemental graphics to build mathematics skills: feasibility study results. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 109(5), 383-394.
- Beichner, R., Hake, R., McDermott, L., Mestre, J., Redish, E., Reif, F. & Risley, J. (1995). *Support of Physics-Education Research as a Subfield of Physics: Proposal to the NSF Physics Division*. <http://www.ncsu.edu/per/Articles/NSFWhitePaper.pdf>. (27/5/2018).
- Βελέντζας, Α., Χαλκιά, Κ. & Σκορδούλης, Κ. (2009). Η Αξιοποίηση των νοητικών πειραμάτων στη διδασκαλία των θεωριών της Φυσικής του 20ου αιώνα σε μαθητές/τριες του Λυκείου. Η περίπτωση του «ανελκυστήρα του Αϊνστάιν». 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτής ΦΕ και ΝΤ στην Εκπαίδευση στο users.sch.gr/ioarvanit/Praktika.pdf (27/5/2017).
- Bell, J. (1997). *Μεθοδολογικός Σχεδιασμός Παιδαγωγικής και Κοινωνικής Έρευνας. Οδηγός για Φοιτητές/τριες και Υποψήφιους Διδάκτορες* (μετ. Α.Β. Ρήγα). Αθήνα: Gutenberg.
- Βλάχος, Ι. (2004). *Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της Εποικοδόμησης*, Αθήνα: Γρηγόρης.
- Βλάχος, Ι. (2007). *Πείραμα επίδειξης: Προτάσεις για την βελτίωση του μαθησιακού αποτελέσματος*, Αθήνα: Εκδ. Γρηγόρης.
- Βλάχος, Ι., Γραμματικάκης, Ι., Καραπαναγιώτης, Β., Περιστερόπουλος, Π., Τιμοθέου, Γ., (2015). *Φυσική Γενικής Παιδείας, Α' Τάξη* Ενιαίου Λυκείου. Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ».
- Bodzin, A. M., & Beerer, K. M. (2003). Promoting inquiry-based science instruction: The validation of the Science Teacher Inquiry Rubric (STIR). *Journal of Elementary Science Education*, 15(2), 39.
- Bowen, J. (2010). Visual impairment and its impact on self-esteem. *British Journal of visual impairment*, 28(1), 47-56.
- Βοσνιάδου, Σ., Βαμβακούση, Ξ., & Σκοπελίτη, Ε. (2008). Το πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής στην ψυχολογία. *Νόησις*, 3, 137-180.

- Βοσνιάδου, Σ. & Ιωαννίδης, Χ. (1994). Νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών για την έννοια της δύναμης. *άρθρο στο "Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου: Γνωστική, Επιστημολογική, και Διδακτική Προσέγγιση*, 263-310.
- Βοσνιάδου, Σ. (2002). Η Εννοιολογική Αλλαγή στην Παιδική Ηλικία. Παραδείγματα από το χώρο της Αστρονομίας. Στο Β. Κουλαϊδής (Επ.), *Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου: Γνωστική, Επιστημολογική και Διδακτική Προσέγγιση* (σελ.233 – 261) (3η έκδ.). Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.
- Bransford, J., Brown A., & Cocking, R. (Eds.) (1999). *How people Learn: Brain, Mind, Experience and School* . Washington DC: National Academy Press.
- Brown, J. (2006). The Promise and Perils of Thought Experiments. *Interchange*, Vol. 37/1-2, 63-75.
- Brown, C.M. & Packer, Ta. L. (2012). Adequacy of the regular early education classroom environment for students with visual impairment. *The journal of special education*, 46(4): 223-232.
- Burbules, N.(2000). Constructivism: Moving beyond the impasse. In D. C. Phillips (Ed.), *Constructivism in education: National society for the study of education (NSSE) yearbook* (pp. 308-330). Chicago: University of Chicago Press.
- Bigge, M. (1990). *Θεωρίες μάθησης*, Αθήνα: Εκδ. Πατάκης.
- Bigelow, A. E. (2003). The development of joint attention in blind infants. *Development and Psychopathology*, 15(2), 259-275
- Bloom, B.S. & Krathwohl. D.R (2000). *Ταξινομία διδαχτικών στόχων*. Τόμος Α΄. Γνωστικός Τομέας. Μετφ: Αλεξάνδρα Λαμπράκη-Παγανού. Θεσσαλονίκη: Εκδ. Κώδικας.
- Griffin-Shirley, N., & Ness, S.L. (2005). Self-esteem and empathy in sighted and visually Impaired Preadolescents. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 9 (5): 276-85.
- Γεωργούλα, Α., Ζέζα Μ. & Κατσούλης, Φ. (2015). *Η Διαφοροποίηση της διδασκαλίας για μαθητές/τριες με πολλαπλές αναπηρίες στο* ed.prosvasimo.gr/docs/odigos.../Ενοπ_οδηγ_Διαφοροπ_πολλαπλές_αναπ.pdf Διαθέσιμο στο (27/5/2017).
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: Current research and bestpractice tips. *CBE Life Sciences Education*, 6, 9-20.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA:MIT Press.

- Carey, S. & Spelke, E. (1996). Science and core knowledge. *Philosophy of Science*, 63, 515-533.
- Carini, R. M., Kuh, G. D., & Klein, S. P. (2006). Student engagement and student learning: Testing the linkages. *Research in Higher Education*, 47(1), 1-32.
- Carlson, B. (2009). School self evaluation and the critical friend perspective. *Educational Research and Reviews*, 4/3: 078-085.
- Chinn, C. A. & Brewer, W.F. (2003). Theories of knowledge Acquisition. In Fraser, B. J. & Tobin, K.G. (eds). *International Handbook of Science Education* (97-113). Kluwer Academic Publishers.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*, (Μετάφραση: Σ. Κυριανάκης, Μ. Μαυράκη, Χ. Μητσοπούλου, Π. Μπιθαρά & Μ. Φιλοπούλου). Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Creswell, J. (2008). *Η έρευνα στην εκπαίδευση*. Χ. Τζουρμπατζούδης (επιμ.). Ν. Κουβαράκος (μτφ.). Αθήνα: Εκδόσεις Έλλην.
- Creswell, J. W. (2016). *Η έρευνα στην εκπαίδευση. Σχεδιασμός, διεξαγωγή και αξιολόγηση ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας*. Χ. Τσορμπατζούδης (Επιμ.). Αθήνα: Ίων.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.
- Cohen, L., & Manion, L. (1997). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Collins, A. (1996). Design issues for learning environments. In: Vosniadou, S., De Corte, E., Glaser, R. & Mandl, H. (Eds.), *International perspectives on the design of technology supported learning environments*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *Am. J. Phys.*, 69, 970-977.
- D'Allura, T. (2002). Enhancing the social interaction skills of preschoolers with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 96(8), 576-584.
- Diakidoy, I. N., Kendeou, P., & Ioannides, C. (2003). Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 335-356.

- Dillnbourg, P., & Self, J. A. (1995). Designing human-computer collaborative learning. In C. E. O'Malley (Ed.), *Computer Supported Collaborative Learning*. Hamburg: Springer-Verlag.
- diSessa, A. (1988, 1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10, 105-225.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*, Αθήνα: Εκδ. ΕΕΦ- Τροχαλία.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson V. (1999). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών- Μια Παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών/τριών*. Π. Κόκκοτας (επιμ.), Μ. Χατζή μετφ. Αθήνα: Εκδ. Τυπωθήτω.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science education*, 11, Special Issue, 481-490.
- Driver, R. and Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories in action: Some Theoretical and Empirical Issues in the Study of Students' Conceptual Frameworks in Science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Eds.) (1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V.(2000). *Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών, Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*, Αθήνα: Τυποθύτω/Δαρδάνος.
- Duit, R.(2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671-688.
- Eligi, I., & Mwantimwa, K. (2017). ICT accessibility and usability to support learning of visually-impaired students in Tanzania. *International Journal of Education and Development using ICT*, 13(2).
- Elliot, J. (1991). *Action research for educational change*. McGraw-Hill Education (UK).
- Fassoulopoulos, G., Kariotoglou, P. and Koumaras, P., (2003). Consistent and Inconsistent Pupil's reasoning about Intensive Quantities: The Case of Density and Pressure, *Research in Science Education*, 33, 71-87.

- Faulkner, D., Swann, J., Baker, S., Bird, M. & Carty, J. (1999). *Εξέλιξη του παιδιού στο κοινωνικό περιβάλλον, Εγχειρίδιο μεθοδολογίας*. Πάτρα: ΕΑΠ.
- Fensham, P. (1980). 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.
- Fraiberg, S. (1977). *Insights from the blind: Comparative studies of blind and sighted infants*. New York: Meridian.
- Galileo, G. (translated by Crew H., Salvio A) (1638/1914) *Dialogue Concerning Two New Sciences*, Dover, New York
- Gelman, R. (2002). The epigenesis of mathematical thinking. *Journal of applied developmental psychology*, 21(1), 27-37.
- Gelman, R. & Gallistel, C.R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gilbert, J.K. & Watt, D.M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education, *Studies in Science Education*, 10 (1), 61-98.
- Gilbert, J.K & Reiner, M. (2000). Thought experiments in science education: potential and current realization, *International Journal of Science Education*, 22(3), 265-283
- Giordan, A. & De Vecchi, (1990). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Griffin-Shirley, N., & Ness, S.L. (2005). Self-esteem and empathy in sighted and visually Impaired Preadolescents. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 9 (5): 276-85.
- Hammersley, M., & Atkinson, P. (1983). *Ethnography: Principles in practice* (2nd ed.). New York: Routledge.
- Halloun, I. (2006). *Ερωτηματολόγιο Inventory of Basic Conceptions in Mechanics (IBCM)*. Μετάφραση και στάθμιση των Ρίζου & Καραόγλου (2007). Διαθέσιμο στον ιστότοπο https://www.researchgate.net/publication/281458843_Inventories_of_Basic_Conceptions (20/4/2021).
- Hammer, D. (1996). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for education research. *American Journal of Physics*, 64 (10), 1316-1325.

- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A sixthousand-student survey of mechanics text data for introductory physics courses. *Am. J. Phys.*, 66(1), 64–74.
- Hakkarainen K., Sintonen, M., (2002), The Interrogative Model of Inquiry and Computer-Supported Collaborative Learning, *Science & Education* 11: 25-43.
- Harlen, W., Elstgeest, J., & Κόκκοτας, Π. Β. (2005). *Unesco διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση: μια συνεργατικήβιωματική προσέγγιση στην εκπαίδευση των δασκάλων* (1η εκδ.). Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Harter, S. (2002). Authenticity. In C. R. Snyder & S. J. Lopez (Eds.), *Handbook of positive psychology* (pp. 382–394). Oxford University Press.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30 (3), 141-151.
- Hestenes, D., & Wells, M. (1992). A mechanics baseline test. *The Physics Teacher*, 30(March), 159-166.
- Hewitt, G. F., Delhay, J. M., & Zuber, N. (Eds.). (2013). *Multiphase Science and Technology: Volume 2* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Henwood, K. & Pidgeon, N. (1994). Beyond the qualitative paradigm: A framework for introducing diversity within qualitative psychology. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 4, 225-238.
- Hewitt, G. F., Delhay, J. M., & Zuber, N. (Eds.). (2013). *Multiphase Science and Technology: Volume 2* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Hofer, B.K. (2004). Epistemological understanding as a metacognitive process: Thinking aloud during online searching. *Educational Psychologist*, 39 (1), 43-55.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54.
- Hodapp, M. R. (2003). *Αναπτυξιακές Θεωρίες και Αναπηρία, Νοητική Καθυστέρηση, Αισθητηριακές Διαταραχές και Κινητική Αναπηρία* (επιμ. Ζώνιου- Σιδέρη, Α. & Σπαγδάνου, Η.), Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Hynd, S. (1998). Conceptual change in a high school physics class. In B. Guzzetti & S. Hynd (Eds.) *Perspectives on conceptual change*, pp. 27-36. Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Hynd, C. (2003). Conceptual change in response to persuasive messages. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 291-315). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jones, R. (2013). What and how does this child see? *British journal of visual impairment*, 31(1): 68-70.
- Jones, M. G., Minogue, J., Oppewal, T., Cook, M. P. & Broadwell, B. (2006). Visualizing without vision at the microscale: students with visual impairments explore cells with touch. *Journal of Science Education and Tecnology*, 15, 345-351.
- Kalantzis, M. & Cope, B. (2008). *New Learning: Elements of a Science of Education*. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Καλιαμπός, Γ. Ν. (2018). *Διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών για έννοιες της μηχανικής σε εφήβους που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού υψηλής λειτουργικότητας*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών. Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής. Διαθέσιμο στον ιστότοπο <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/52690/20706.pdf?sequence=1> (23/12/2023).
- Καλκάνης, Γ., Γρατσία, Ε., Δακτυλίδης, Σ., Ιμβριώτη, Δ., Καρασσαβίδης, Η., Παπαγιάννη, Κ., Παπασαλούρος, Α., Παρασκευά, Φ., Πολίτης, Π., Ρετάλης, Σ., & Στράγκα, Σ. (2008). *Επιμορφωτικό υλικό για το Ειδικό μέρος του Προγράμματος Σπουδών ΠΕ 60-70*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Καρανίκα, Ι. Θ. (1996). Μελέτη των προβλημάτων της διδασκαλίας των θερμικών φαινομένων. Πρόταση για εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και στη μάθηση των θερμικών φαινομένων στους 4ετείς φοιτητές του ΠΤΔΕ. Διδακτορική Διατριβή. ΕΚΠΑ: Αθήνα. Διαθέσιμο στον ιστότοπο <https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/10864#page/1/mode/2up> (17/6/2021).
- Καράογλου, Γ. & Κώτσης, Κ. (2013). Διερεύνηση της συνέπειας εφαρμογής των αντιλήψεων των μαθητών/τριών Λυκείου σε έννοιες της μηχανικής. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 6(1-2), 37-48.
- Καράογλου, Γ., Κώτσης, Κ., & Ρίζος, Ι. (2010). Η χρήση του I.B.C.M για την ανάδειξη του τρόπου εφαρμογής των νόμων του Newton στις συλλογιστικές δομές των μαθητών/τριών της Α΄ Λυκείου. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στη Εκπαίδευση*, 3(1), 17-30.

- Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου φυσικών επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Εκδ. Γράφημα.
- Κασσέτας, Α. Ι. (2005). Το μήλο και το κουάρκ, Εκδόσεις Σαββάλα, Αθήνα.
- Κατσαρού, Ε. & Τσάφος, Β. (2003). Από την Έρευνα στη Διδασκαλία. Η εκπαιδευτική έρευνα δράσης. Αθήνα: Σαββάλας.
- Καψάλης, Α. (2008). *Σύγχρονη Διδακτική*, Αθήνα: Εκδ. Αφοί Κυριακίδη.
- Keller, E. (2002). *Tips for Science Teachers Having Students with Disabilities*. West Virginia University.
- Kekelis, L. S. (1992). A field study of a blind preschooler. In S. Z. Sacks, R. J. Gaylord-Ross, & L. S. Kekelis (Eds.), *The development of social skills by blind and visually impaired students: Exploratory studies and strategies* (pp. 39-58). New York: American Foundation for the blind.
- Κόκκος, Α. (2011). Μετασχηματίζουσα μάθηση μέσα από την αισθητική εμπειρία: Η διαμόρφωση μιας μεθόδου στο Κόκκος, Α. (2011). *Εκπαίδευση μέσα από τις τέχνες*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Κόκκοτας, Π. (1998). *Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. Αθήνα: Ιδίου.
- Κόκκοτας, Π., Μαυρογιαννάκης, Μ. & Σταμούλης, Ε. (2003). Η συμβολή της ιστορίας και φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: παρουσίαση του Αρχιμήδη και του έργου του με τη βοήθεια λογισμικού. 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο: "*Η συμβολή της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στη Διδασκαλία των Φ.Ε.*", Πρακτικά σελ.:468-473 στο <http://old.primeedu.uoa.gr/sciedu/old/resoursches/archim.htm> (13/7/2015).
- Κόκκοτας, Π., (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών II. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. 3η έκδοση βελτιωμένη. Αθήνα: Εκδ. Γρηγόρης.
- Κόκκοτας, Π. (2006). Η ανάδυση των κοινωνικοπολιτισμικών προσεγγίσεων, οι βασικές παραδοχές τους και η σημασία τους για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Στο Ελ. Σταυρίδου (Επ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ένωσης για τη διδακτική των φυσικών επιστημών «Διδακτική των ΦΕ: Μέθοδοι και Τεχνολογίες Μάθηση»* (σελ. 24 -29). Βόλος: Εκδ. Νέων Τεχνολογιών.
- Κολιόπουλος, Δ.(2006). *Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Εκδ. Μεταίχμιο.

- Κολιόπουλος, Δ. (2004). *Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών: η συγκρότηση της σχολικής γνώσης*, Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Κουλαϊδής, Β. (2001). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: αντικείμενο και αναγκαιότητα*. Στο Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, τόμος Α, Επιμ. Δημόπουλος, Κ. και Χατζηνικήτα Β., Πάτρα: ΕΑΠ.
- Κουκοπούλου – Αρνέλλου, Γ. & Παλαιοπούλου – Σταθοπούλου. Ρ. (1999). *Τα Κοσμολογικά. Γνωριμία με την κοσμολογική σκέψη δύομισι χιλιάδων χρόνων*. Αθήνα:Τυπωθήτω.
- Κουλαϊδής, Β. & Χατζηνικήτα, Β. (2001). Στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών/τριών. Στο Β. Κουλαϊδής (επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, τόμος Α*. Πάτρα: ΕΑΠ.
- Κουμαράς, Π. (2003). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της φυσικής*, Θεσσαλονίκη: Εκδ. Χριστοδουλίδη.
- Κουρουπέτρογλου, Γ. Θ. & Φλωριάς, Ε. Ι. (2003). *Επιστημονικά σύμβολα κατά BRAILLE στον Ελληνικό χώρο. Εφαρμογή σε Συστήματα Πληροφορικής για Τυφλούς*. Αθήνα: ΚΕΑΤ.
- Κουρουπέτρογλου, Γ. Θ. (2003). Οι Τεχνολογίες Πληροφορικής στην ενταξιακή εκπαίδευση των τυφλών μαθητών/τριών, σ.σ 218-228. Στο *Η Εκπαίδευση και Τύφλωση. Σύγχρονες τάσεις και προοπτικές* (συλλογικό). Επιμ. Ζώνιου-Σιδέρη, Α. & Σπανδάγου, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Κουτάντος, Δ. (2005). *Η Εκπαίδευση Παιδιών και Νέων με Μειωμένη Όραση*, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Kucera, T. (1993). Teaching Chemistry to Students with Disabilities. Third Edition. Education Resou.33rces Information Center (ED 383131).
- Kuhn, T. (1970). *The Structure of scientific revolutions*. (Second edition, enlarged). Chicago: The University of Chicago Press.
- Kyriacou, M., Pronay, B., & Hathazi, A. (2015). Report of the mapping exercise carried out by the commission of persons with visual impairment and additional disabilities. Working period 2011 – 2015. European Blind Union Internal document. Ανακτήθηκε από <https://zapdoc.tips/authors-maria-kyriacou-coordinator-beata-pronay-andrea-hatha.htm> (15/12/2022).
- Κώδικας “ Nemeth Code for Mathematics and Sience Notation, 1972 Revision” που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα διαθέσιμος στο

- Κώτσης, Κ. (2005). Η επίδραση της έλλειψης όρασης στις αντιλήψεις των μαθητών σε απλές έννοιες της φυσικής. *Θέματα στην εκπαίδευση*, Τεύχος 6/2-3, Αθήνα: Πολιτεία
- Κώτσης Κ.Θ. & Κολοβός Χ. (2002). Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό στην έννοια της δύναμης, σελ. 250-256, στο Μαργετουσάκη Αθ. & Μιχαηλίδης Π.Γ (επ.) *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»*, Ρέθυμνο.
- Κώτσης, Κ. (2002). Κοινά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. για τις δυνάμεις του βάρους, της τριβής, της άνωσης των υγρών και της αντίστασης του αέρα, *Θέματα στην Εκπαίδευση* 3:2-3, 201-211.
- Κώτσης, Κ.Θ. & Βέμης, Κ. (2002). Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό για φαινόμενα που στηρίζονται στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, σελ.257-262, στο Μαργετουσάκη Αθ. & Μιχαηλίδης Π.Γ (επ.) *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»*, Ρέθυμνο.
- Κώτσης, κ. & Στύλος, Γ. (2009). Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων 1ετών και 2ετών φοιτητών του τμήματος φυσικής σχετικά με έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής, *6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των ΔΕ και ΝΤ στην Εκπαίδευση*. Διαθέσιμο στο users.sch.gr/ioarvanit/Praktika.pdf (11/09/2018).
- Κώτσης, Κ. & Ευαγγέλου, Φ. (2010). Μαθησιακά αποτελέσματα μετά από την εκτέλεση πραγματικών πειραμάτων Φυσικής σε μαθητές Πέμπτης και Έκτης Δημοτικού σχετικά με την έννοια του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 3(3), 141-158.
- Κωστάρα, Χ. & Κώτσης, Κ. (2015). Διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των πρωτοετών φοιτητών της Ιατρικής Σχολής για την έννοια της δύναμης. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση* 8(3), 185-200.
- Λαμπροπούλου, Β., Παντελιάδου, Σ., & Μαρκάκης, Ε. (2005). Χαρτογράφηση-αναλυτικά προγράμματα Ειδικής Αγωγής: Άργησαν μια μέρα. *Επιστημονική Επετηρίδα ΑΡΕΘΑΣ*, Τόμος ΙΙΙ (σσ. 243-262). Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών

- Lakatos, I. (1970). Falsification and the methodology of scientific research programmes. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the growth of knowledge* (pp. 91-195). Cambridge: Cambridge University Press.
- Levy, P. & Lameris, P. (2011). *Essential Features of Inquiry Learning*, Preliminary Report.
- Limon, M. (2002). Conceptual change in History. In Limon, M. & Mason, L. (Eds.) *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*, (pp.259-289). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Λιοδάκης, Δ. (2000). *Εκπαιδευτικά προγράμματα για τυφλούς*, Αθήνα: Ατραπός.
- Λιοναράκης, Α. (2001). Ποιοτικές προσεγγίσεις στο σχεδιασμό και στην παραγωγή εξ αποστάσεως πολυμορφικού εκπαιδευτικού υλικού, στο Β. Μακράκης (επιμ). *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή για τις Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση και στην Εκπαίδευση από Απόσταση*, Αθήνα: Εκδ. Ατραπός.
- López-Justicia, D., & del Carmen Pichardo, M. (2001). Self-concept and gender in Spanish low-vision adolescents. *Visual Impairment Research*, 3(1), 7-16.
- Lifshitz, H., Hen, I., & Weisse, I. (2007). Self-concept, adjustment to blindness, and quality of friendship among adolescents with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 101(2), 96-107.
- Madill, A., Jordan, A. & Shirley, C. (2000). Objectivity and reliability in qualitative analysis: realist, contextualist and radical constructionist epistemologies. *British Journal of Psychology*, 91, 1-20.
- Maguvhe, M. (2015). Teaching science and mathematics to students with visual impairments: Reflections of visually impaired technician. *African journal of disability*, 4(1)194-6.
- Μαλεζά, Ο. (2015). Η εφαρμογή του εποικοδομητικού τρόπου διδασκαλίας των Φ.Ε με τη χρήση ΤΠΕ στο πλαίσιο της παράλληλης στήριξης. 8th *International Conference in Open & Distance Learning -November 2015*, Athens, Greece – PROCEEDINGS
- Μαλεζά, Ο. & Καλογιαννάκης, Μ. (2016). Εποικοδομητισμός και ΤΠΕ στις Φυσικές Επιστήμες στο πλαίσιο της Παράλληλης Στήριξης, 8^ο *Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*.
- Μακρή- Μπότσαρη, Ε. (2013). *Πώς αντιλαμβάνομαι τον εαυτό μου*. Αθήνα: Παπαζήσης.

- Μανούσου, Ε. (2008). *Προδιαγραφές Παιδαγωγικού Πλαισίου για την εφαρμογή της πολυμορφικής συμπληρωματικής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε μαθητές/τριες πρωτοβάθμιας, ολιγοθέσιων σχολείων της Ελλάδας*, (Διδακτορική Διατριβή). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Mason, L. (2001). Responses to anomalous data on controversial topics and theory change. *Learning and Instruction*, 11, 453-483.
- Mastropieri, M. A., Scruggs, T. E., Hamilton, S. L., Wolfe, S., Whedon, C., & Canevaro, A. (1996). Promoting thinking skills of students with learning disabilities: Effects on recall and comprehension of expository prose. *Exceptionality*, 6(1), 1-11.
- Matthews, M. (1994). *Thought Experiments*. In Matthews, M. (ed). *Science Teaching: The role of history and philosophy of science*. New York- London: Routledge.
- Ματσαγγούρας, Η. (2009). *Εισαγωγή στις Επιστήμες της Παιδαγωγικής. Εναλλακτικές Προσεγγίσεις, Διδακτικές Προεκτάσεις*. Αθήνα: GUTENBERG
- Mason, H. & McCall, St. (2004). *Παιδιά και νέοι με προβλήματα όρασης: η πρόσβαση στην εκπαίδευση*, Αθήνα: Ελληνικά γράμματα.
- Mason, H., (2005). Αξιολόγηση της Όρασης, Στο Mason, H. & McCall, (επιμ. Ζώνιου-Σιδέρη, Α. & Ντεροπούλου-Ντέρου, Ε.), *Παιδιά και Νέοι με Προβλήματα Όρασης, Η Πρόσβαση στην Εκπαίδευση*, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα, σσ. 108-125
- Mason, H. (2005). Ανατομία και Φυσιολογία του Ματιού. Στο Mason, H. & McCall, (επιμ. Ζώνιου-Σιδέρη, Α. & Ντεροπούλου-Ντέρου, Ε.), *Παιδιά και Νέοι με Προβλήματα Όρασης, Η Πρόσβαση στην Εκπαίδευση*, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα, σσ. 77 - 87.
- Ματσαγγούρας, Η. (1997). *Στρατηγικές διδασκαλίας*, Αθήνα: Εκδ. Gutenberg.
- McGuire, E.J. (2001). Επιστημονική αλλαγή: Προοπτικές και Προτάσεις, στο Salmon, E., Glymour, L., MacHammer, McGuire· Norton Salmon - Schaffn. (2001). *Εισαγωγή στην Φιλοσοφία της Επιστήμης*, Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- McCloskey, D. N. (1983). The rhetoric of economics. *Journal of economic literature*, 21(2), 481-517.
- McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds.), *Mental models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- McDermott, L. C. (1998). Students' conceptions and problem solving in mechanics. In A., Tiberghien, E. L., Jossem & J., Barojas (Eds.) *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education* (I.C.P.E).
- McDermott, L.C. (1984). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37, 24-32.
- McDermott, L. & Redish, E. (1999). Resource Letter PER-1: Physics Education Research. *Am. J. Phys.*, 67, 755-767.
- Mezirow, J. (1998). On critical reflection. *Adult education quarterly*, 48(3), 185-198.
- Mezirow, J. (2007). Μαθαίνοντας να σκεφτόμαστε όπως ένας ενήλικος. Κεντρικές έννοιες της θεωρίας του Μετασχηματισμού. Στο Mezirow, J. (2007). *Η Μετασχηματίζουσα μάθηση*. Αθήνα: Εκδ. Μεταίχμιο.
- Miner, D.L., Nieman, R., Swanson, A.B. & Woods, M. (eds) (2001). Teaching chemistry to Students with Disabilities: A Manual for High schools, Colleges and Graduate Programs. 4th Edition, American Chemical Society Committee on Chemists with Disabilities, The American Chemical Society.
- Minstrel, J. (1982). Explaining the “at rest” condition of an object. *The Physics Teacher*, January, 10-14.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International journal of science education*, 28(13), 1499-1521.
- Morrison, D. (2003). Using activity theory to design constructivist online learning environments for higher order thinking: a retrospective analysis. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 29(3).
- Ναούμ, Κ., & Σταυρίδου, Ε. (2011). Μελέτη της κατανόησης εννοιών της Μηχανικής από μαθητές/ριες Γυμνασίου και Λυκείου με τη συμβολή του FCI. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 3(1), 1-16.
- Newton, I. (translated by Motte A. 1729/ 1962b) *Mathematical principles of natural philosophy and his system of the world*, Volume two: *the system of the world*, University of California press.
- Nkiko, C., Atinmo, M.I., Michael – Onuoha, H.C., Ilogho, J. E., Fagbohun, M. O., Ifeakachuku, O., Adetomiwa, B., Usman, K.O. (2018). Information Technology and Transcription of Reading Materials for the Visually Impaired Persons in Nigeria. *Journal of Education and Learning*, 7, 42-52.

- Ξηρουχάκη, Φ. (2010). Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών στη φυσική. Διαθέσιμο στον ιστότοπο <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/pdfs/209-2.pdf> (6/5/2021).
- Ophir-Cohen, M., Ashkenazy, E., Cohen, A., & Tirosh, E. (2005). Emotional status and development in children who are visually impaired. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 99(8), 478-485.
- Osborne, R. & Freyberg, P. (1985). *Learning in science: The implications of children's science*. London: Heineman.
- Πανταζή, Γ. & Τσαπαρλής, Γ. (2011) Χημικές εξισώσεις στο γυμνάσιο με σύμβολα και με προσομοιώματα. *Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες*. 2016. (επιμ. Μ. Σκουμιός & Χ. Σκουμπουρδή). Ρόδος. Διαθέσιμο στον ιστότοπο <http://ltee.aegean.gr/sekpy/2016/files/proceedings2016.pdf> (2/6/2023).
- Παντάζου, Δ., & Καλογιαννάκης, Μ. (2017). Πραγματικό, εικονικό πείραμα ή συνδυασμός τους; Μια μελέτη περίπτωσης στη διδασκαλία του ηλεκτρικού κυκλώματος στην Ε' Δημοτικού. In *10ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ*.
- Πάντου, Δ. (2017). *Εναλλακτικές Ιδέες μαθητών/τριών Γυμνασίου και Λυκείου για τον 3ο Νόμο του Νεύτωνα*. Διπλωματική Εργασία. Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Papadopoulos, K., Montgomery, A. J., & Chronopoulou, E. (2013). The impact of visual impairments in self-esteem and locus of control. *Research in developmental disabilities*, 34(12), 4565-4570.
- Ponchillia, P. E., & Ponchillia, S. K. V. (1996). *Foundations of rehabilitation teaching with persons who are blind or visually impaired*. American Foundation for the Blind.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception. Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Poole, B.J. (1982). *Education for an information age. Teaching in the computerized classroom*. Boston: WCB McGraw-Hill.
- Πολυχρονοπούλου, Σ. (2003). Από τη ζωή του σχολείου στην ενηλικίωση και στην παραγωγική διαδικασία. Κριτήρια ομαλής μετάβασης για ΑμεΑ. *Επιστήμη και Παιδαγωγικά*, 4, 9-26.

- Περδικάρης, Α. (2008). *Σχετικά με τη διδακτική των φυσικών επιστημών*, στο <http://www.slideshare.net/aperdikar/ss-360331> 21/12/2011) (27/5/2017).
- Πιερράτος, Θ., Τσακμάκη Π & Πολάτογλου Χ. (2014). *Αξιοποίηση και αποτίμηση διαδραστικής εκπαιδευτικής τεχνολογίας κατά τη διδασκαλία του μοντέλου του ηλεκτρικού ρεύματος στη Φυσική της Γ' Γυμνασίου* στο Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας http://hmathia14.ekped.gr/?page_id=491 (27/5/2017).
- Πλακίτση, Κ. (2008). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία - Σύγχρονες τάσεις και προοπτικές*. Αθήνα: Πατάκη
- Ραβάνης, Κ. (2003). *Εισαγωγή στη διδακτική των φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (2001). *Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορίας*, Τόμος Α και Τόμος Β, Αθήνα: Εκδ. Α. Ράπτη.
- Rochat, P. (1995). Perceived reachability for self and for others by 3-to 5-year-old children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 59(2), 317-333.
- Qian, G., & Alvermann, D. (1995). Role of epistemological beliefs and learned helplessness in secondary school students' learning science concepts from text. *Journal of Educational Psychology*, 87 (2) 282-292.
- Reay, N. W., Li, P., & Bao, L. (2008). Testing a new voting machine question methodology. *Am. J. Phys.*, 76(2), 171-178.
- Reiner, M. & Burko, L. (2003). On the Limitations of Thought Experiments in Physics and the consequences for Physics Education. *Science & Education*, (12), 385-58.
- Rogers, A. (1999). *Η εκπαίδευση ενηλίκων*, μτφ Παπαδοπούλου, Μ. & Τόμπρου, Μ. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Rumelhart, D.E., & Norman D.A. (1978). Accretion, Tuning and Restructuring: The three modes of Learning. In A. J. Cotton, & R. Klatzky (Eds.), *Semantics sactors is cognition*. Hilldale N.J.
- Salt, A., & Sargent, J. (2014). Common visual problems in children with disability. *Archives of disease in childhood*, 99(12), 1163-1168.
- Σγουροπούλου, Κ. & Κουτουμάνος, Α. (2001). *Η Επικοινωνία μέσω υπολογιστή για την υποστήριξη των Κοινοτήτων Μάθησης*. Εισήγηση στο 1ο συνέδριο για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση στο [http://www.eap.gr/news/EXAGGELIA SYNEDRIOU/synedrio/html/sect6/6.htm](http://www.eap.gr/news/EXAGGELIA_SYNEDRIOU/synedrio/html/sect6/6.htm) (20/6/2015).

- Scott, P. Asoko, A. & Leach, J.(2007). Student Conceptions and conceptual learning in science. In Abell, S.K. & Lederman, N.G.(eds). *Handbook of Research On Science Education* (31-56). Lawrence Erlbaum, Ass., Inc.
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (1994). The construction of scientific knowledge by students with mild disabilities. *The journal of special education*, 28(3), 307-321.
- Σέρογλου, Φ. & Κουμαράς Π. (2001). Η συμβολή της ιστορίας της φυσικής στο σχεδιασμό διδακτικού υλικού: Η περίπτωση της μηχανικής, στο Κόκκοτας Π., - Βλάχος, Ι., *Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, Προβλήματα και Προοπτικές*, Αθήνα: Εκδ. Γρηγόρης.
- Songer, N.B., & Linn, M.C. (1991). How do students' views of science influence knowledgeintegration? *Journal of Research in science Teaching*, 28 (9), 761-784.
- Σοφός, Α. (2010). Παιδαγωγικό ημερολόγιο. *Σημειώσεις για τους φοιτητές. Ρόδος*.
- Skoumios, M. & Hatzinikita, V. (2005). The role of cognitive conflict in science concept learning, *International Journal of Learning*, 12 (7), p. 185-194.
- Stern, E. (2003). Knowledge restructuring as a powerful mechanism of cognitive development: How to lay an early foundation for conceptual understanding in science and mathematics. Keynote address in EARLI 10th Biennial Conference, Padova, Italy, August 26-30.
- Stinner, A., & Williams, H., (1998), History and Philosophy of Science in the Science Curriculum, Fraser., B., Tobin, K., *International Handbook of Science Education*, Part two, Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic Publishers.
- Smith, J.P., diSessa, A.A., & Rochelle, J. (1993). Misconceptions Reconceived: A Constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of Learning Sciences*, 3(2),115-183.
- Sorensen, R.(1992) *.Thought Experiments*, Oxford University Press, New York and London.
- Supalo, C.A, Isaacson,M.D. & Lombardi, M.V (2014). Making hands -on science learning accessible for students who are blind or have low vision, *Journal of Chemical Education*, 91, 25-41.
- Sutton, C. (2002). *Οι λέξεις, οι Φυσικές Επιστήμες και η Μάθηση*, μτφ., Κασούτας, Μ., - Λαθούρης, Δ., επμ., Κόκκοτας, Π., Αθήνα: Εκδ. Τυπωθήτω.

- Σκουμιός, Μ. & Χατζηνικήτα, Β. (2000). Μοντέλα μαθητών/τριών για θερμότητα, θερμοκρασία και θερμικά φαινόμενα, *Επιθεώρηση Φυσικής*, 31, σελ. 58-71.
- Σκουμιός, Μ. & Χατζηνικήτα, Β. (2003). Μοντέλα μαθητών/τριών για θερμότητα και θερμοκρασία. Στο Α. Μαργετουσάκη & Π. Μιχαηλίδης (επιμ.), *Πρακτικά του 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου: «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»*. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Ρέθυμνο: Ίων, σελ. 316-324.
- Σπυρόπουλου-Κατσάνη, Δ. (2000). *Διδακτικές και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Εκδ. Τυποθήτω.
- Σταλίκας, Α., Τριλίβα, Σ. & Ρούσση, Π. (2012). Τα ψυχομετρικά εργαλεία στην Ελλάδα. *Μια συλλογή και παρουσίαση των ερωτηματολογίων, δοκιμασιών και καταλόγων καταγραφής χαρακτηριστικών στον ελληνικό χώρο*. Αθήνα: Πεδίο.
- Σταθοπούλου, Χ. & Βοσνιάδου, Σ. (2006). *Η εννοιολογική αλλαγή στη μάθηση της φυσικής και ο ρόλος της σχετικής με τη φυσική προσωπικής επιστημολογίας*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/PHS122/%CE%91%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/Stathopoulou_Vosniadou.pdf (5/4/2020).
- Σταυρίδου, Ε. (2011). *Βασικό Επιμορφωτικό Υλικό Τόμος Β: Ειδικό Μέρος ΠΕ04 φυσικών Επιστημών στο πλαίσιο «Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών»*, ΕΣΠΑ και Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθησης, Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, σ. 1.
- Stavroussi, P., Papalexopoulos, P. F., & Vavougiος, D. (2011). Science education and students with intellectual disability: Teaching approaches and implications. *Problems of Education in the 21st Century*, 19, 103-112.
- Στύλος, Γ., Ευαγγελάκης, Γ & Κώτσης, Κ. (2007). Αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών επτά τμημάτων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σχετικά με έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής. Στο *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου, Διδακτική φυσικών επιστημών και νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση*, τεύχος β. Διαθέσιμο στο http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth_conf/fifth_praktika.php (11/09/2018).
- Verma G. K. & Mallick, K. (2004). *Εκπαιδευτική έρευνα. Θεωρητικές προσεγγίσεις και τεχνικές*. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Vosniadou, S., & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(1), 1213-1230.

- Vosniadou, S. (2002). On the nature of naive physics. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 61-76). Dordrecht: Kluwer.
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual Change Research: State of the art and future directions. In Schnotz, W., Vosniadou, S. & Carretero, M. (Eds.) *New Perspectives on Conceptual Change*, (pp. -13). Elsevier Sciences Ltd.
- Vosniadou, S. (2001). On the Nature of Naïve Physics. In M. Limon and L. Mason (Eds.). *Reframing the Processes of Conceptual Change*. Kluwer Academic Publishers.
- Vosniadou, S., & Skopeliti, E. (2018). Evaluating the effects of analogy enriched text on the learning of science: The importance of learning indexes. *Journal of Research in Science Teaching*, 56, 732-764.
- Young, D. Hugh. (1994). *Πανεπιστημιακή φυσική με σύγχρονη φυσική*. Αθήνα: εκδόσεις Παπαζήση.
- Τσιακάλη, Θ. Κ. (2016). Η κατανόηση των παιδιών με αναπηρία όρασης μέσω διαφορετικών τρόπων πρόσβασης στην πληροφορία. Διδακτορική διατριβή. Διαθέσιμο στο <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/52949/20997.pdf?sequence=1> (2/6/2023).
- Τριλιανός, Θ. (2003). *Μεθοδολογία της Σύγχρονης Διδασκαλίας*. Αθήνα: Εκδ. Τολίδη.
- Τζιμογιάννης, Ε. & Μικρόπουλος, Α. (1999). Διδασκαλία Φυσικής και Υπολογιστές. Μελέτη της συμβολής των προσομοιώσεων στη διδασκαλία της κινηματικής. 1η Πανεπειρωτική ημερίδα Πληροφορική στην Εκπαίδευση. 64-78, Ιωάννινα, Μάιος (1998)
- Τσιναρέλης, Γ. (2005). *Εκπαίδευση και άτομα με προβλήματα όρασης*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο <http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/3679/1084.pdf> (2/6/2023)
- Τσιώλης, Γ. (2017). Θεματική Ανάλυση Ποιοτικών Δεδομένων. *Συμπληρωματικό εκπαιδευτικό υλικό στη ΘΕ ΕΚΠ51-ΠΜΣ: Επιστήμες της Αγωγής*. Πάτρα:
- Tsonos, D., Ikospentaki, K., & Kouroupetrolgou, G. (2008, June). Towards modeling of Readers' Emotional State response for the automated annotation of documents. In *2008 IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IEEE World Congress on Computational Intelligence)* (pp. 3253-3260). IEEE. *Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο*.

- Τσελφές, Β., Έψιμος, Γ. & Φασουλόπουλος, Γ. (2006). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο*. Αθήνα: ΕΚΠΑ, Πρόγραμμα Εκπαίδευσης Μουσουλμανοπαίδων 2005-2007.
- Tuttle, D. W., & Tuttle, N. R. (2004). *Self-esteem and adjusting with blindness: The process of responding to life's demands*. Charles C Thomas Publisher.
- Zacharia, Z. & Michael, M. (2016). Using Physical and Virtual Manipulatives to Improve Primary School Students' Understanding of Concepts of Electric Circuits. In M. Riopel & Z. Smyrniou (Eds.), *New Developments in Science and Technology Education* (pp. 125-140). Switzerland-New York: Springer
- Φλουρής, Γ. (2003). *Μάθηση και Διδασκαλία*. Αθήνα: Εκδ. Gutenberg
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*, Αθήνα: Εκδ. Πατάκης.
- Χατζηνικήτα, Β. & Χρηστίδου, Β. (2001). Πρακτικο-βιωματική γνώση μαθητών/τριών: γενικά χαρακτηριστικά, Στο Β. Κουλαϊδής (επιστ. ευθ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, (τόμος Α, σελ. 153-188), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- Warren, C., & Hasenstab, S. (1986). *Self-concept of severely to profoundly hearingimpaired children*. The Volta Review.
- Webster, A., & Roe, J. (1998). *Children with visual impairments: Social interaction, language and learning*. Psychology Press.
- Weiner, B. (2006). *Social motivation, justice, and the moral emotions. An attributional approach*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wild, T., & Allen, A. (2009). Policy analysis of science-based best practices for students with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 103(2), 113-11
- World Health Organization. (2018). Disability and health. Media Center. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/en/> (19/01/2020)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο Βασικών Εννοιών της Μηχανικής Inventory of Basic Conceptions in Mechanics (IBCM) (Halloun)

Μετάφραση: Καράογλου, Ρίζος

Επιμέλεια διαφοροποίησης: Όλγα Μαλεζιά

Το ερωτηματολόγιο που σας δίνεται δεν είναι διαγώνισμα αλλά ένα κριτήριο διαγνωστικής αξιολόγησης στη φυσική και συγκεκριμένα σε έννοιες που αφορούν στους νόμους του Νεύτωνα και στην κίνηση. Πρόκειται δηλαδή για ερωτήσεις σε έννοιες που έχετε ήδη διδαχθεί. Έχει διαγνωστικό χαρακτήρα και ανιχνεύει, διερευνά και διαπιστώνει: γνώσεις, δεξιότητες, ικανότητες, στάσεις και ιδέες των μαθητών/τριών, ώστε να διαμορφωθεί κατάλληλα από τον εκπαιδευτικό η διδακτική διαδικασία και να οικοδομηθεί αποτελεσματικότερα η γνώση. Με το ερωτηματολόγιο αυτό θέλουμε να προσδιορίσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν τους μαθητές/τριες να κατανοήσουν συγκεκριμένες έννοιες της κίνησης και της δύναμης με σκοπό οι παράγοντες αυτοί να ληφθούν υπ' όψιν για τον σχεδιασμό μιας κατάλληλης διδασκαλίας..

Όλα τα δεδομένα είναι εμπιστευτικά. Η ταυτότητά σας δε θα αποκαλυφθεί σε κανένα.

- ☐ Θα σας δοθούν 28 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.
- ☐ Κάθε ερώτηση έχει 5 εναλλακτικές απαντήσεις από τις οποίες πρέπει να επιλέξετε μόνο μία.
- ☐ Απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις όσο καλύτερα μπορείτε.
- ☐ Μην παραλείψετε καμιά ερώτηση.
- ☐ Αποφύγετε τις υποθέσεις. Οι απαντήσεις σας πρέπει να αποδίδουν αυτό που πραγματικά πιστεύετε.
- ☐ Υπάρχουν ερωτήσεις με σχήματα και ερωτήσεις χωρίς σχήματα.
- ☐ Τα σχήματα θα σας δοθούν σε απτική μορφή και θα σας δοθούν οι απαραίτητες διευκρινήσεις.
- ☐ Για να μπορέσετε να απαντήσετε πιο αποτελεσματικά, θα σας δοθεί αρχικά το σχήμα με τις κατάλληλες διευκρινήσεις και μετά θα σας διαβαστεί το θέμα κάθε ερώτησης. Στη συνέχεια θα σας διαβαστούν οι 5 εναλλακτικές απαντήσεις.

- ☐ Εσείς πρέπει να διαλέξετε μία μόνο απάντηση και να την πείτε προφορικά.
- ☐ Ο χρόνος που έχετε στη διάθεσή σας είναι 65-75 λεπτά.
- ☐ Η όλη διαδικασία θα ηχογραφηθεί.

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1

Στην εικόνα μια μικρή πέτρα εκτοξεύεται από το σημείο P κατακόρυφα προς τα πάνω. Η πέτρα περνάει από τα σημεία Q και R πριν φτάσει στο σημείο T που είναι το υψηλότερο σημείο της τροχιάς της.

Το σημείο Q βρίσκεται στο μέσο της απόστασης PR ($PQ=QR$). Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

1. Κατά την άνοδο της πέτρας ποια είναι η σχέση του μέτρου της ταχύτητάς στο σημείο R, σε σύγκριση με το μέτρο που είχε η ταχύτητά της στο σημείο Q·

- A) Η μισή από την ταχύτητα που είχε στο Q
- B) Μικρότερη από την ταχύτητα που είχε στο Q αλλά όχι η μισή
- Γ) Ίση με την ταχύτητά που είχε στο Q
- Δ) Διπλάσια από την ταχύτητα που είχε στο Q
- E) Μεγαλύτερη από την ταχύτητα που είχε στο Q αλλά όχι διπλάσια

2. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις επιδρούν στην πέτρα κατά την άνοδό της·

F1: μια δύναμη με διεύθυνση κατακόρυφη και φορά προς τα πάνω

F2: μια κατακόρυφη δύναμη και με φορά προς τα κάτω που ασκείται από τη Γη.

- A) Η σχεδόν σταθερή δύναμη **F2**
- B) Η **F1** και η **F2** με σχεδόν σταθερό μέτρο
- Γ) Η **F1** και η **F2** με μέτρο που συνεχώς ελαττώνεται
- Δ) Η σχεδόν σταθερή **F1** και η **F2** που ελαττώνεται κατά την άνοδο
- E) Η **F1** το μέτρο της οποίας ελαττώνεται και η σχεδόν σταθερή **F2**

3. Τι συμβαίνει στην ταχύτητα και την επιτάχυνση της πέτρας τη στιγμή που αυτή φτάσει στο σημείο T·

- A) Η ταχύτητα και η επιτάχυνσή της μηδενίζονται στιγμιαία
- B) Η ταχύτητά της μηδενίζεται στιγμιαία ενώ η επιτάχυνσή της παραμένει σταθερή
- Γ) Η ταχύτητα και η επιτάχυνση παραμένουν μηδέν για λίγο χρόνο
- Δ) Η ταχύτητα παραμένει μηδέν για λίγο χρόνο ενώ η επιτάχυνση γίνεται μηδέν για μια στιγμή
- E) Η ταχύτητα παραμένει μηδέν για λίγο χρόνο ενώ η επιτάχυνση παραμένει σταθερή

4. Το μέτρο της ταχύτητας που είχε η πέτρα στο σημείο Q ανεβαίνοντας, σε σύγκριση με το μέτρο της ταχύτητάς της όταν περνά από το ίδιο σημείο κατεβαίνοντας είναι:

- A) Μικρότερο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο
- B) Ίσο με την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο
- Γ) Διπλάσιο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο
- Δ) Μεγαλύτερο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο, αλλά όχι διπλάσιο
- E) Εξαρτάται από το πόσο ψηλότερα βρίσκεται το σημείο T από το σημείο R

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2

Δυο μεταλλικές σφαίρες έχουν το ίδιο μέγεθος αλλά η μια έχει διπλάσιο βάρος από την άλλη. Οι σφαίρες αφήνονται την ίδια χρονική στιγμή χωρίς αρχική ταχύτητα από την ταράτσα ενός ψηλού κτιρίου. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

5. Ο χρόνος που χρειάζεται η ελαφρύτερη σφαίρα για να φθάσει στο έδαφος θα είναι:

- A) Ίσος με το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα
- B) Διπλάσιος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα
- Γ) Μεγαλύτερος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα αλλά όχι διπλάσιος
- Δ) Μεγαλύτερος ή ίσος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα, ανάλογα με το ύψος του κτιρίου
- E) Μικρότερος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα

6. Πώς μεταβάλλονται οι ταχύτητες των δύο σφαιρών κατά τη διάρκεια της πτώσης τους:

- A) Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αρχικά αυξάνεται και μετά παραμένει σταθερή, και η πιο βαριά σφαίρα φτάνει στο έδαφος με μεγαλύτερη ταχύτητα
- B) Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αρχικά αυξάνεται και μετά παραμένει σταθερή, και οι δυο σφαίρες φτάνουν στο έδαφος με την ίδια ταχύτητα
- Γ) Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αυξάνεται συνεχώς και η πιο βαριά σφαίρα φτάνει στο έδαφος με μεγαλύτερη ταχύτητα
- Δ) Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αυξάνεται συνεχώς και οι δυο σφαίρες φτάνουν στο έδαφος με την ίδια ταχύτητα
- E) Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αυξάνεται για λίγο και μετά μπορεί να παραμένει σταθερή ή να μειώνεται συνεχώς ανάλογα με το πόσο ψηλό είναι το κτίριο

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 3

Τα αριθμημένα τετράγωνα του σχήματος δείχνουν τις διαδοχικές θέσεις δύο σωμάτων τα οποία κινούνται προς τα δεξιά. Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών θέσεων είναι 0,2 δευτερόλεπτα.

7. Πότε θα έχουν τα δύο σώματα την ίδια ταχύτητα·

- A) Ποτέ
- B) Όταν βρίσκονται στη θέση 2
- Γ) Όταν βρίσκονται στη θέση 5
- Δ) Όταν βρίσκονται στις θέσεις 2 και 5
- E) Όταν κινούνται μεταξύ των θέσεων 3 και 4

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 4

Οι θέσεις δύο σωμάτων P και Q αντιπροσωπεύονται από τα αριθμημένα τετράγωνα στο σχήμα. Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών θέσεων είναι 0,2 δευτερόλεπτα. Τα δύο σώματα μετακινούνται προς τα δεξιά.

8. Οι επιταχύνσεις των δύο σωμάτων σχετίζονται όπως παρακάτω:

- A) Η επιτάχυνση του P είναι ίση με την επιτάχυνση του Q, και το μέτρο τους ισούται με μηδέν
- B) Η επιτάχυνση του P είναι ίση με την επιτάχυνση του Q, και το μέτρο τους είναι μεγαλύτερο από το μηδέν
- Γ) Η επιτάχυνση του P είναι μικρότερη από την επιτάχυνση του Q
- Δ) Η επιτάχυνση του P είναι μεγαλύτερη από την επιτάχυνση του Q
- E) Υπάρχουν στιγμές κατά τις οποίες οι δύο επιταχύνσεις είναι ίσες και στιγμές κατά τις οποίες δεν είναι

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 5

Στην εικόνα φαίνεται ένα κυκλικό ανοιχτό κανάλι στερεωμένο στην οριζόντια επιφάνεια ενός τραπεζιού χωρίς τριβές. Εσείς κοιτάτε την επιφάνεια του τραπεζιού από πάνω. Μια μπίλια βάλλεται με μεγάλη ταχύτητα μέσα στο κανάλι από το σημείο P και εξέρχεται από το R χωρίς να κυλάει στο τραπέζι (η μπίλια ολισθαίνει πάνω στο τραπέζι). Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

9. Ποια από τις τροχιές του σχήματος μοιάζει με αυτή που ακολουθεί η μπίλια στο λείο τραπέζι μετά την έξοδό της από το κανάλι στο R·

10. Το μέτρο της ταχύτητας της μπίλιας κατά μήκος της τροχιάς που επιλέξατε έξω από το κανάλι

A) Παραμένει σταθερό σε όλο το μήκος της τροχιάς

B) Συνεχώς αυξάνεται

Γ) Αυξάνεται για λίγο και μετά παραμένει σταθερό

Δ) Παραμένει σταθερό για λίγο και μετά ελαττώνεται

E) Συνεχώς ελαττώνεται

11. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις ενεργούν στη μπίλια όταν κινείται κατά μήκος της τροχιάς της έξω από το κανάλι·

F1 : μια οριζόντια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης

F2 : μια κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα κάτω ασκούμενη από τη Γη

F3 : μια κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα πάνω ασκούμενη από το τραπέζι

A) Η **F1**

B) Η **F2**

Γ) Οι **F1** και **F2**

Δ) Οι **F2** και **F3**

E) Οι **F1**, **F2** και **F3**

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 6

Στο σχήμα φαίνεται ένας λείος μικρός δίσκος του χόκεϊ πάνω σε οριζόντιο επίπεδο πάτωμα χωρίς τριβές. Εσείς κοιτάτε το δίσκο από πάνω. Ο δίσκος γλιστρά κατά μήκος της ευθείας στην κατεύθυνση του διακεκομμένου βέλους. Δυο σταθερές δυνάμεις, διαφορετικών μέτρων, **F1** και **F2** επιδρούν στο δίσκο.

Η δύναμη **F1** ασκείται στην διεύθυνση που παριστάνεται με το παχύ βέλος με φορά προς τα δεξιά

12. Σε ποιο από τα σχήματα παριστάνεται σωστά η κατεύθυνση της δύναμης **F2** ·

(η κλίμακα σχεδίασης είναι ίδια για τις **F1** και **F2**)

13. Όταν οι δυο σταθερές δυνάμεις **F1** και **F2** ασκούνται ταυτόχρονα στο δίσκο σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του, η ταχύτητα του δίσκου:

A) Ελαττώνεται συνεχώς

B) Παραμένει σταθερή

Γ) Παραμένει σταθερή για λίγο και αυξάνεται μετά

Δ) Αυξάνεται συνεχώς

E) Αυξάνεται για λίγο και παραμένει σταθερή μετά

14. Έστω οι δυνάμεις **F1** και **F2** που ασκούνται στο δίσκο

1. Οι δυνάμεις **F1** και **F2** ασκούνται μαζί συνεχώς πάνω στο δίσκο

2. Οι δυνάμεις **F1** και **F2** ασκούνται μαζί πάνω στο δίσκο μέχρι ένα ορισμένο σημείο και μετά ο δίσκος κινείται χωρίς την επίδραση δυνάμεων
3. Εναλλάσσονται μεταξύ τους οι δυνάμεις **F1** και **F2** . Αρχικά ασκείται μόνο η **F1** στο δίσκο για ένα χρονικό διάστημα, μετά η **F2** αντικαθιστά την **F1** και ασκείται για ίσο χρονικό διάστημα με την εναλλαγή να διατηρείται σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του δίσκου.

Ποια από τις παραπάνω επιλογές θα μπορούσε να διατηρήσει την ευθύγραμμη κίνηση του δίσκου κατά μήκος της τροχιάς που φαίνεται παραπάνω και με την ίδια ταχύτητα που επιλέξατε στην ερώτηση 13 .

- A) 1
- B) 2
- Γ) 3
- Δ) 1 και 3
- E) 2 και 3

15. Αν μόνο μια δύναμη μπορεί να ασκηθεί στο δίσκο σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του, τι θα μπορούσε να γίνει ώστε να διατηρηθεί η κίνηση του δίσκου πάνω στην ίδια ευθεία και με την ίδια μορφή ταχύτητας που περιγράψατε στην απάντησή σου στην ερώτηση 13 .

- A) Να κλωτσήσουμε το δίσκο προς την κατεύθυνση των κουκίδων με το βέλος και να τον αφήσουμε να γλιστρά ελεύθερα χωρίς την επίδραση δύναμης επάνω του
- B) Ασκείται μόνο μια δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης με τιμή ανάλογη με την ταχύτητα του δίσκου σε κάθε χρονική στιγμή
- Γ) Ασκείται συνεχώς μια μόνο σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης, με τιμή ίση με τη διαφορά των τιμών των **F1** και **F2**
- Δ) Ασκείται συνεχώς μια μόνο σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης, με τιμή ίση με το άθροισμα των τιμών των **F1** και **F2**
- E) Ασκείται συνεχώς μια μόνο σταθερή δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης με τιμή μικρότερη από το άθροισμα των τιμών των **F1** και **F2**

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 7

Τέσσερις δυνάμεις **F1**, **F2**, **F3**, και **F4** ασκούνται μαζί σε ένα μικρό και λεπτό δίσκο του

χόκεϋ. Ο δίσκος κινείται με σταθερή ταχύτητα κατά μήκος μιας ευθείας στην ίδια κατεύθυνση με τη δύναμη **F4** . Τα διανύσματα στο σχήμα αντιπροσωπεύουν τις

κατευθύνσεις των τεσσάρων δυνάμεων, αλλά όχι το μέγεθος τους.

16. Ποια από τις παρακάτω απαντήσεις αντιπροσωπεύει καλύτερα τη σχέση που έχουν μεταξύ τους τα μέτρα των δυνάμεων·

A) $F_4 = F_2$ και $F_3 = F_1$

B) $F_4 = F_2$ και $F_3 > F_1$

Γ) $F_4 > F_2$ και $F_3 > F_1$

Δ) $F_4 > F_2$ και $F_3 = F_1$

E) $F_4 > F_2$ και $F_3 < F_1$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 8

Ένα επιβατικό αυτοκίνητο χάλασε σε ένα οριζόντιο δρόμο. Ένα μεγάλο φορτηγό σπρώχνει το αυτοκίνητο πίσω στην πόλη, όπως φαίνεται στο σχήμα

17. Όταν το φορτηγό ακουμπάει το αυτοκίνητο και αρχίζει να το σπρώχνει:

A) Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο

B) Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό

Γ) Το φορτηγό αρχικά ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο και μετά από λίγη ώρα το αυτοκίνητο αρχίζει να ασκεί δύναμη στο φορτηγό

Δ) Το αυτοκίνητο αρχικά ασκεί δύναμη στο φορτηγό και μετά από λίγη ώρα το φορτηγό αρχίζει να ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο

E) Τα δύο οχήματα ασκούν δυνάμεις το ένα στο άλλο ταυτόχρονα

18. Όταν το φορτηγό αρχίζει να μετακινεί το αυτοκίνητο στον οριζόντιο δρόμο

A) Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο

B) Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό

Γ) Τα δύο οχήματα ασκούν, το ένα στο άλλο, δυνάμεις με ίσα μέτρα

Δ) Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη δύναμη

E) Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το αυτοκίνητο ασκεί μεγαλύτερη δύναμη

19. Μετά από λίγο το φορτηγό αποκτά μια ταχύτητα την οποία κατόπιν διατηρεί σταθερή. Καθώς το φορτηγό σπρώχνει το αυτοκίνητο με αυτή τη σταθερή ταχύτητα:

A) Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο

- Β)** Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο, αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό
- Γ)** Τα δύο οχήματα ασκούν, το ένα στο άλλο, δυνάμεις με ίσα μέτρα
- Δ)** Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη δύναμη
- Ε)** Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το αυτοκίνητο ασκεί μεγαλύτερη Δύναμη

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 9

Με τις μηχανές του σβηστές ένα διαστημόπλοιο κινείται με σταθερή ταχύτητα σε ευθεία γραμμή ξεκινώντας από το σημείο P

20. Ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις είναι υπεύθυνες για την κίνηση του διαστημοπλοίου όπως περιγράφεται παραπάνω πέρα από το σημείο P όπου:

F1 : Μια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης ασκούμενη από μερικούς πλανήτες ή άλλα ουράνια αντικείμενα

F2 : Μια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης που οφείλεται στην αρχική ώθηση του διαστημοπλοίου πριν φτάσει στο P

F3 : Μια εσωτερική ώθηση η οποία αναπτύσσεται σταδιακά από το διαστημόπλοιο καθώς αυτό κινείται πέρα από το P

A) F1

B) F2

Γ) F3

Δ) Ένας συνδυασμός από τις παραπάνω δυνάμεις.

Ε) Καμία. Το διαστημόπλοιο μπορεί να κινείται με σταθερή ταχύτητα σε ευθεία γραμμή χωρίς να οδηγείται από κάποιες εσωτερικές ή εξωτερικές δυνάμεις

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 10

Όταν το διαστημόπλοιο φτάσει στο σημείο Q οι μηχανές του μπαίνουν σε λειτουργία και του ασκούν σταθερή δύναμη κάθετη στην ευθεία PQ

21. Ποια από τις τροχιές του σχήματος αντιπροσωπεύει καλύτερα την τροχιά κίνησης του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q·

22. Η ταχύτητα του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q και κατά μήκος της τροχιάς που επιλέξατε παραπάνω

A) Μειώνεται συνεχώς

B) Παραμένει σταθερή

Γ) Παραμένει σταθερή για λίγο και μειώνεται μετά

Δ) Αυξάνεται συνεχώς

Ε) Αυξάνεται για λίγο και μετά παραμένει σταθερή

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 11

Στο σχήμα φαίνονται δύο μικροί και λεπτοί δίσκοι του χόκεϊ P και Q πάνω σε οριζόντιο τραπέζι χωρίς τριβές. Εσείς κοιτάζετε από πάνω. Οι δίσκοι έχουν ίδιες διαστάσεις αλλά ο P έχει διπλάσιο βάρος από τον Q. Στους δύο δίσκους εφαρμόζουμε ίσες δυνάμεις **F** μέχρι να φτάσουν στη γραμμή τερματισμού. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

23. Ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει στη γραμμή τερματισμού ο βαρύτερος δίσκος P είναι:

A) Διπλάσιος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα

B) Μεγαλύτερος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα αλλά όχι διπλάσιος

Γ) Ίσος με το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα

Δ) Ο μισός από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα

Ε) Μικρότερος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα, αλλά όχι ο μισός

24. Στη γραμμή τερματισμού το μέτρο της ταχύτητας του βαρύτερου δίσκου P, είναι:

A) Διπλάσιο από αυτό του ελαφρύτερου δίσκου Q

B) Μεγαλύτερο από το μέτρο της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q αλλά όχι διπλάσιο

Γ) Ίσο με αυτό του ελαφρύτερου δίσκου Q

Δ) Το μισό από αυτό της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q

Ε) Μικρότερο από το μέτρο της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι το μισό

25. Κατά τη διάρκεια της κίνησης η επιτάχυνση του βαρύτερου δίσκου είναι:

A) Διπλάσια από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q

B) Μεγαλύτερη από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι απαραίτητα διπλάσια

Γ) Ίση με την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q

- Δ) Μισή από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q
Ε) Μικρότερη από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι απαραίτητα η μισή

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 12

26. Σπρώχνετε ένα κιβώτιο με σταθερή οριζόντια δύναμη F , με αποτέλεσμα το κιβώτιο να μετακινείται με σταθερή ταχύτητα v_0 πάνω σε οριζόντιο δάπεδο.

Έστω ότι στο κιβώτιο ασκούνται και οι δύο ακόλουθες δυνάμεις:

F1 : Το βάρος του κιβωτίου

F2 : Η οριζόντια δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση του κιβωτίου

Το μέτρο της δύναμης F που ασκείται στο κιβώτιο είναι:

A) Ίσο με το μέτρο της **F1**

B) Μεγαλύτερο από το μέτρο της **F1**

Γ) Ίσο με το μέτρο της **F2**

Δ) Μεγαλύτερό από το μέτρο της **F2**

Ε) Μεγαλύτερό από το μέτρο της καθεμιάς από τις **F1** ή **F2**

27. Σπρώχνετε το ίδιο κιβώτιο στο ίδιο πάτωμα με σταθερή οριζόντια δύναμη η οποία έχει διπλάσιο μέτρο από τη δύναμη F που ασκήσατε στο κιβώτιο στην προηγούμενη ερώτηση. Το κιβώτιο κινείται:

A) Με σταθερή ταχύτητα η οποία έχει διπλάσιο μέτρο από την ταχύτητα του κιβωτίου v_0 της προηγούμενης ερώτησης

B) Με σταθερή ταχύτητα η οποία είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του κιβωτίου v_0 της προηγούμενης ερώτησης, αλλά όχι διπλάσια

Γ) Για λίγο σταθερή ταχύτητα η οποία είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του κιβωτίου v_0 της προηγούμενης ερώτησης, και μετά με συνεχώς αυξανόμενη ταχύτητα

Δ) Με συνεχώς αυξανόμενη ταχύτητα

Ε) Για λίγο με ταχύτητα που αυξάνεται, και στη συνέχεια με ταχύτητα σταθερού μέτρου

28. Αφού σπρώξετε το κιβώτιο για λίγο, χάνετε την επαφή με αυτό και σταματάτε να ασκείτε κάθε δύναμη επάνω του. Το κιβώτιο κατόπιν :

A) θα σταματήσει αμέσως

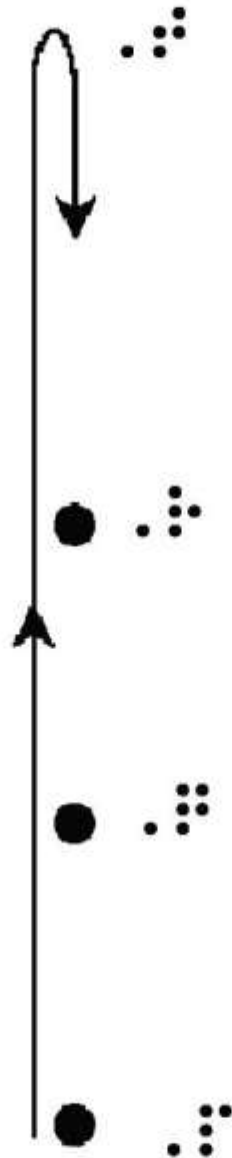
B) αρχίζει αμέσως να επιβραδύνεται μέχρι που σταματά

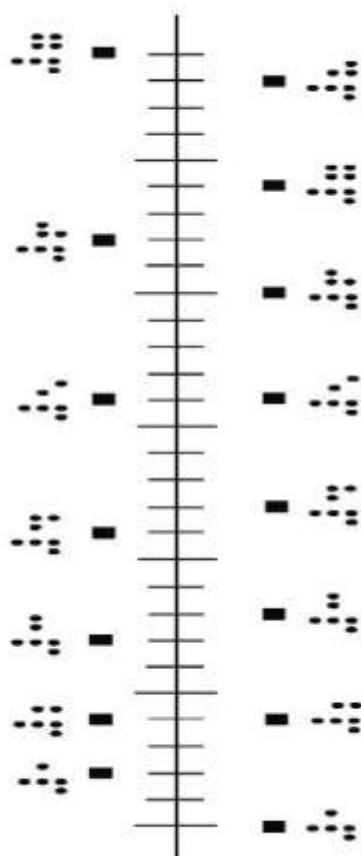
Γ) θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα

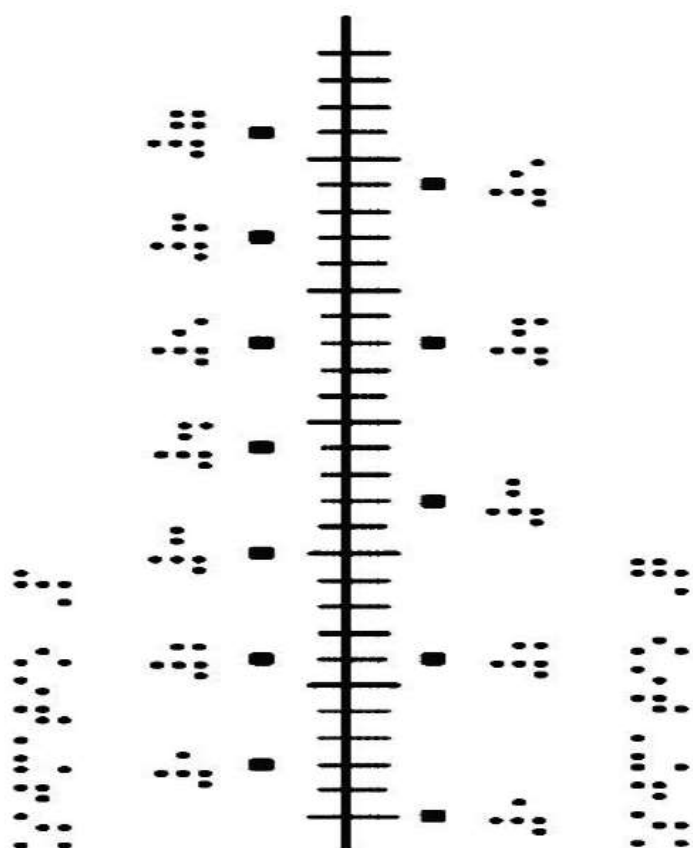
Δ) θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα για λίγο, και στη συνέχεια

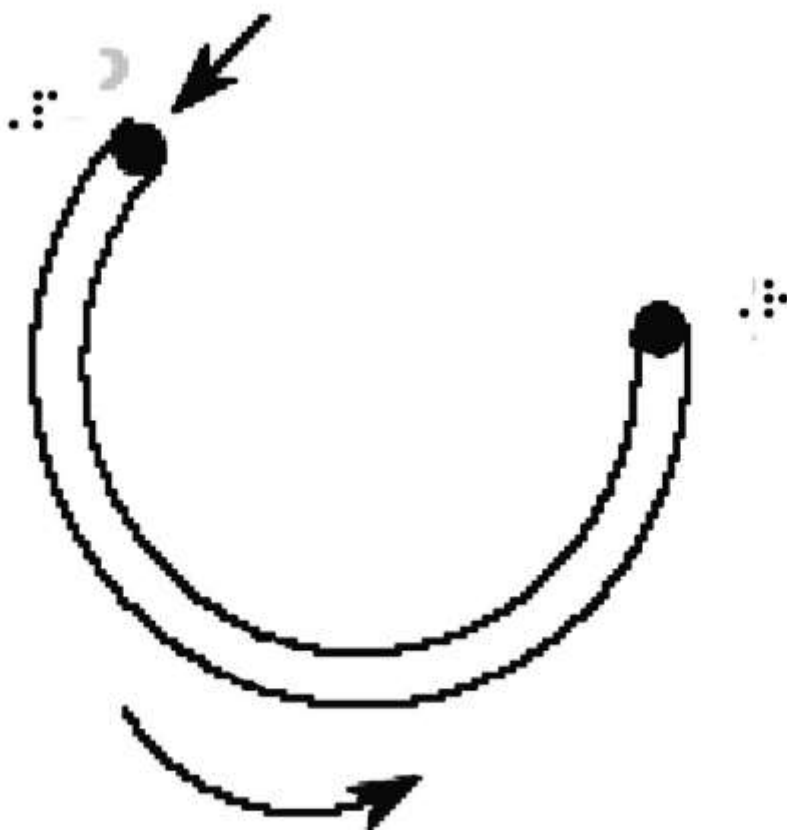
επιβραδύνεται μέχρι που σταματά

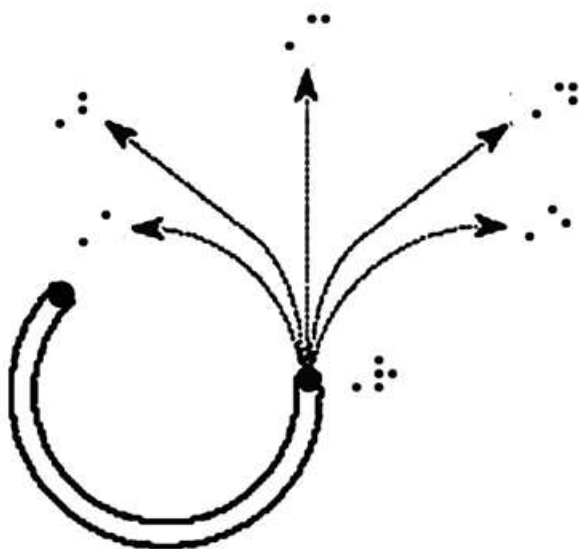
E) συνεχίζει να κινείται με αυξανόμενη ταχύτητα για λίγο και μετά επιβραδύνεται μέχρι που σταματά.

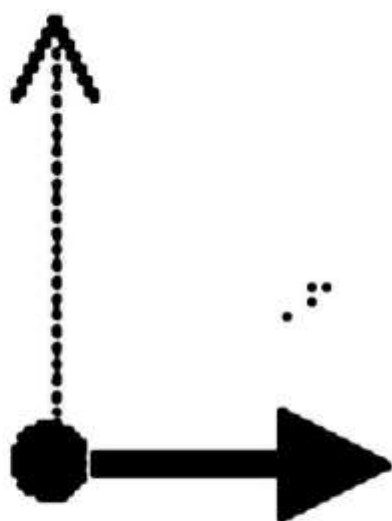


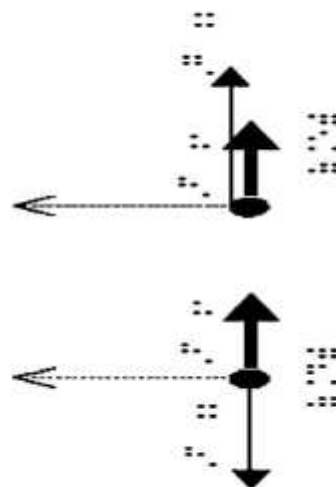
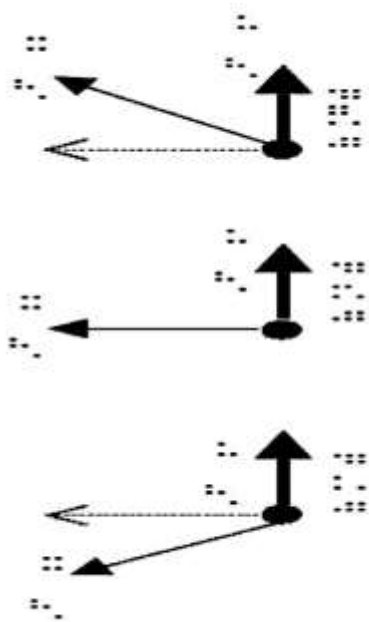


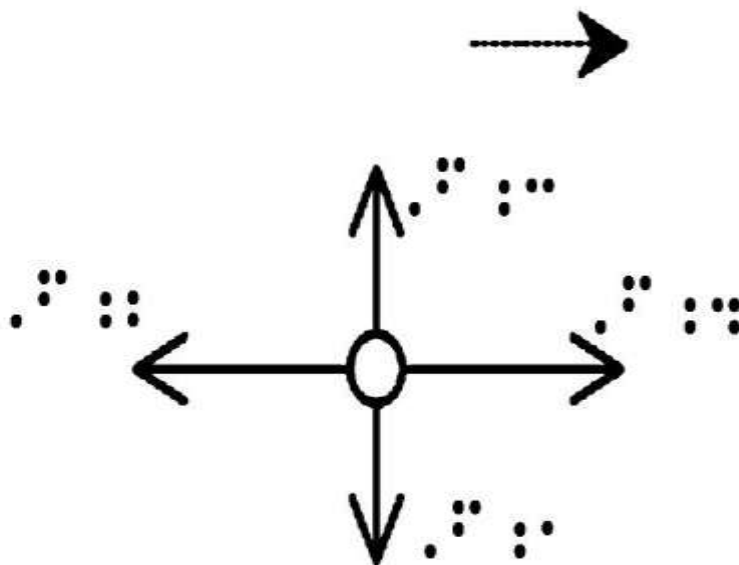








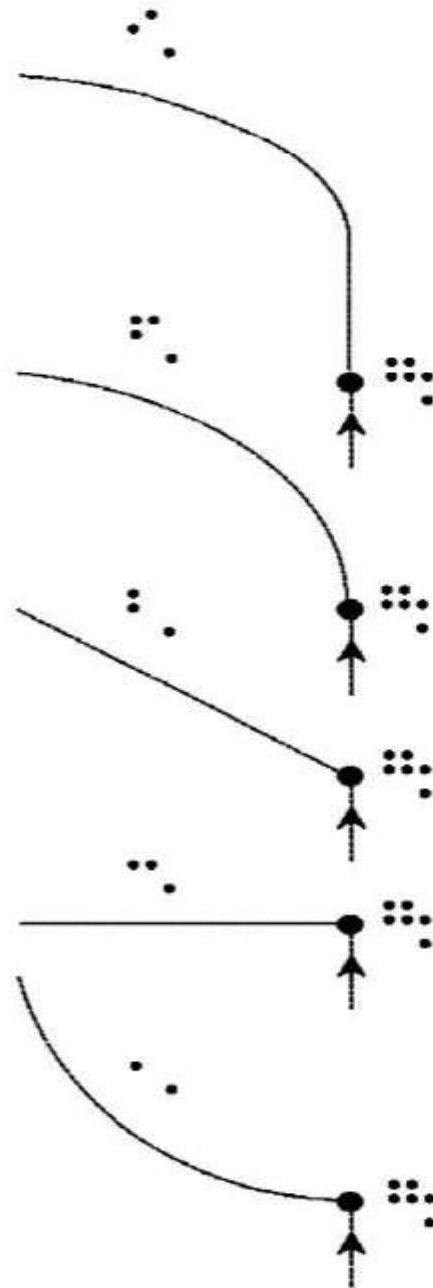


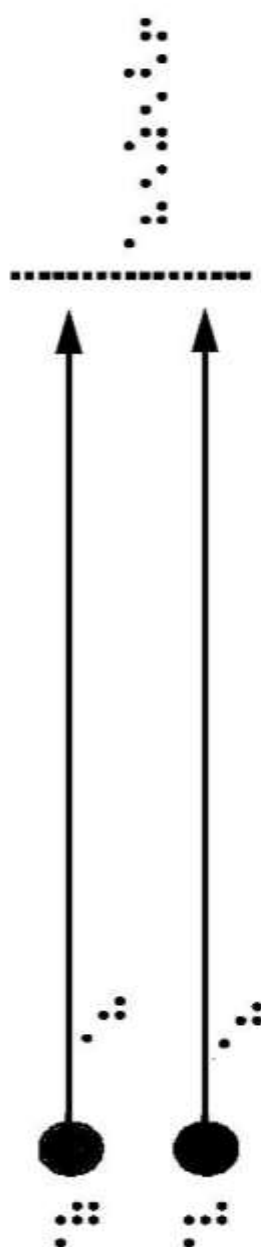












Παράρτημα 2

Πίνακας 22: Απαντήσεις συμμετεχόντων στο IBCM ανά φύλο

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
IBCM_1. Κατά την άνοδο της πέτρας ποια είναι η σχέση του μέτρου της ταχύτητάς στο σημείο R, σε σύγκριση με το μέτρο που είχε η ταχύτητά της στο σημείο Q.	A. Η μισή από την ταχύτητα που είχε στο Q.	2	11,1%	4	23,5%	0,470
	B. Μικρότερη από την ταχύτητα που είχε στο Q αλλά όχι η μισή.	6	33,3%	4	23,5%	
	C. Ίση με την ταχύτητά που είχε στο Q.	4	22,2%	7	41,2%	
	D. Διπλάσια από την ταχύτητα που είχε στο Q.	3	16,7%	1	5,9%	
	E. Μεγαλύτερη από την ταχύτητα που είχε στο Q αλλά όχι διπλάσια Q.	3	16,7%	1	5,9%	
IBCM_2. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω	A. Η σχεδόν σταθερή δύναμη F2.	1	5,6%	2	11,8%	0,481

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
δυνάμεις επιδρούν στην πέτρα κατά την άνοδό της· F1: μια δύναμη με διεύθυνση κατακόρυφη και φορά προς τα πάνω F2: μια κατακόρυφη δύναμη και με φορά προς τα κάτω που ασκείται από τη Γη.	B. Η F1 και η F2 με σχεδόν σταθερό μέτρο.	1	5,6%	3	17,6%	
	C. Η F1 και η F2 με μέτρο που συνεχώς ελαττώνεται.	3	16,7%	0	0,0%	
	D. Η σχεδόν σταθερή F1 και η F2 που ελαττώνεται κατά την άνοδο.	5	27,8%	4	23,5%	
	E. F1 το μέτρο της οποίας ελαττώνεται και η σχεδόν σταθερή F2.	8	44,4%	8	47,1%	
IBCM_3. Τι συμβαίνει στην ταχύτητα και την επιτάχυνση της πέτρας τη στιγμή που αυτή φτάσει στο σημείο T·	A. Η ταχύτητα και η επιτάχυνσή της μηδενίζονται στιγμιαία.	8	44,4%	8	47,1%	>0,999
	B. Η ταχύτητά της μηδενίζεται στιγμιαία ενώ η επιτάχυνσή της παραμένει σταθερή.	6	33,3%	6	35,3%	
	C. Η ταχύτητα και η επιτάχυνση παραμένουν μηδέν για λίγο χρόνο.	1	5,6%	1	5,9%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	D. Η ταχύτητα παραμένει μηδέν για λίγο χρόνο ενώ η επιτάχυνση γίνεται μηδέν για μια στιγμή.	2	11,1%	1	5,9%	
	E. Η ταχύτητα παραμένει μηδέν για λίγο χρόνο ενώ η επιτάχυνση παραμένει σταθερή.	1	5,6%	1	5,9%	
IBCM_4. Το μέτρο της ταχύτητας που είχε η πέτρα στο σημείο Q ανεβαίνοντας, σε σύγκριση με το μέτρο της ταχύτητάς της όταν περνά από το ίδιο σημείο κατεβαίνοντας είναι:	A. Μικρότερο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο.	2	11,1%	0	0,0%	0,190
	B. Ίσο με την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο.	5	27,8%	4	23,5%	
	C. Διπλάσιο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο.	0	0,0%	4	23,5%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	D. Μεγαλύτερο από την ταχύτητα που είχε στο σημείο αυτό κατά την άνοδο, αλλά όχι διπλάσιο.	5	27,8%	5	29,4%	
	E. Εξαρτάται από το πόσο ψηλότερα βρίσκεται το σημείο T από το σημείο R.	6	33,3%	4	23,5%	
IBCM_5. Ο χρόνος που χρειάζεται η ελαφρύτερη σφαίρα για να φθάσει στο έδαφος θα είναι:	A. Ίσος με το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα.	3	16,7%	1	5,9%	0,581
	B. Διπλάσιος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα.	6	33,3%	7	41,2%	
	C. Μεγαλύτερος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα αλλά όχι διπλάσιος.	2	11,1%	5	29,4%	
	D. Μεγαλύτερος ή ίσος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά	3	16,7%	2	11,8%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	σφαίρα, ανάλογα με το ύψος του κτιρίου.					
	Ε. Μικρότερος από το χρόνο που χρειάζεται η πιο βαριά σφαίρα.	4	22,2%	2	11,8%	
IBCM_6. Πώς μεταβάλλονται οι ταχύτητες των δύο σφαιρών κατά τη διάρκεια της πτώσης τους:	Α.Η ταχ/τα κάθε σφαίρας αρχικά αυξ/ται, μετά παραμένει σταθερή. Η βαρύτερη σφαίρα φτάνει στο έδαφος με μεγ/ρη ταχ/τα.	4	22,2%	3	17,6%	>0,999
	Β.Η ταχ/τα κάθε σφαίρας αρχικά αυξ/ται,μετά παραμένει σταθερή. Και οι δυο σφαίρες φτάνουν στο έδαφος με την ίδια ταχ/τα.	2	11,1%	3	17,6%	
	C. Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αυξάνεται συνεχώς και η πιο βαριά σφαίρα φτάνει στο	9	50,0%	8	47,1%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	έδαφος με μεγαλύτερη ταχύτητα.					
	D. Η ταχύτητα κάθε σφαίρας αυξάνεται συνεχώς και οι δυο σφαίρες φτάνουν στο έδαφος με την ίδια ταχύτητα.	1	5,6%	1	5,9%	
	E. Η ταχ/τα κάθε σφαίρας αυξ/ται λίγο,μετά παραμένει σταθερή ή μειώνεται συνεχώς ανάλογα το ύψος του κτιρίου	2	11,1%	2	11,8%	
IBCM_7.Πότε θα έχουν τα δύο σώματα την ίδια ταχύτητα:	A. Ποτέ.	5	27,8%	2	11,8%	0,577
	B. Όταν βρίσκονται στη θέση 2	3	16,7%	2	11,8%	
	C. Όταν βρίσκονται στη θέση 5	1	5,6%	0	0,0%	
	D. Όταν βρίσκονται στις θέσεις 2 και 5.	5	27,8%	6	35,3%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	Ε. Όταν κινούνται μεταξύ των θέσεων 3 και 4.	4	22,2%	7	41,2%	
IBCM_8. Οι επιταχύνσεις των δύο σωμάτων σχετίζονται όπως παρακάτω:	A. Η επιτάχυνση του P είναι ίση με την επιτάχυνση του Q, και το μέτρο τους ισούται με μηδέν.	6	33,3%	5	29,4%	>0,999
	B. Η επιτάχυνση του P είναι ίση με την επιτάχυνση του Q, και το μέτρο τους είναι μεγαλύτερο από το μηδέν.	5	27,8%	4	23,5%	
	C. Η επιτάχυνση του P είναι μικρότερη από την επιτάχυνση του Q.	2	11,1%	3	17,6%	
	D. Η επιτάχυνση του P είναι μεγαλύτερη από την επιτάχυνση του Q.	1	5,6%	2	11,8%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	Ε. Υπάρχουν στιγμές κατά τις οποίες οι δύο επιταχύνσεις είναι ίσες και στιγμές κατά τις οποίες δεν είναι.	4	22,2%	3	17,6%	
IBCM_9. Ποια από τις τροχιές του σχήματος μοιάζει με αυτή που ακολουθεί η μπίλια στο λείο τραπέζι μετά την έξοδο της από το κανάλι στο R·	A (σχήμα-μικροκαψουλικό)	2	11,1%	5	29,4%	0,375
	B (σχήμα-μικροκαψουλικό)	3	16,7%	3	17,6%	
	C (σχήμα-μικροκαψουλικό)	11	61,1%	8	47,1%	
	D (σχήμα-μικροκαψουλικό)	2	11,1%	0	0,0%	
	E (σχήμα-μικροκαψουλικό)	0	0,0%	1	5,9%	
IBCM_10. Το μέτρο της ταχύτητας της μπίλιας κατά μήκος της τροχιάς που επιλέξατε έξω από το κανάλι:	A. Παραμένει σταθερό σε όλο το μήκος της τροχιάς.	6	33,3%	7	41,2%	0,444
	B. Συνεχώς αυξάνεται.	2	11,1%	2	11,8%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	C. Αυξάνεται για λίγο και μετά παραμένει σταθερό.	4	22,2%	1	5,9%	
	D. Παραμένει σταθερό για λίγο και μετά ελαττώνεται.	5	27,8%	3	17,6%	
	E. Συνεχώς ελαττώνεται.	1	5,6%	4	23,5%	
IBCM_11. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις ενεργούν στη μπίλια όταν κινείται κατά μήκος της τροχιάς της έξω από το κανάλι· F1 : μια οριζόντια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης F2 : μια κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα κάτω ασκούμενη από τη Γη F3	A. Η F1.	1	5,6%	3	17,6%	0,490
	B. Η F2.	0	0,0%	1	5,9%	
	C. Οι F1 και F2	6	33,3%	3	17,6%	
	D. Οι F2 και F3.	1	5,6%	2	11,8%	
	E. Οι F1 F2 και F3.	10	55,6%	8	47,1%	
IBCM_12. Σε ποιο από τα σχήματα	A (σχήμα-μικροκαυστικό)	3	16,7%	2	11,8%	0,878

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
παριστάνεται σωστά η κατεύθυνση της δύναμης F2 · (η κλίμακα σχεδίασης είναι ίδια για τις F1 και F2)	B (σχήμα-μικροκαψουλικό)	4	22,2%	5	29,4%	
	C (σχήμα-μικροκαψουλικό)	1	5,6%	2	11,8%	
	D (σχήμα-μικροκαψουλικό)	10	55,6%	8	47,1%	
	E (σχήμα-μικροκαψουλικό)	0	0,0%	0	0,0%	
IBCM_13. Όταν οι δυο σταθερές δυνάμεις F1 και F2 ασκούνται ταυτόχρονα στο δίσκο σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του, η ταχύτητα του δίσκου:	A.Ελαττώνεται συνεχώς.	5	27,8%	1	5,9%	0,186
	B. Παραμένει σταθερή.	7	38,9%	12	70,6%	
	C. Παραμένει σταθερή για λίγο και αυξάνεται μετά.	1	5,6%	0	0,0%	
	D. Αυξάνεται συνεχώς.	3	16,7%	1	5,9%	
	E. Αυξάνεται για λίγο και παραμένει σταθερή μετά.	2	11,1%	3	17,6%	
IBCM_14. Έστω οι δυνάμεις F1 και F2 που ασκούνται στο δίσκο 1.	A. 1	8	44,4%	10	58,8%	0,784
	B. 2	3	16,7%	4	23,5%	
	C. 3	1	5,6%	0	0,0%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
Οι δυνάμεις F1 και F2 ασκούνται μαζί συνεχώς πάνω στο δίσκο 2. Οι δυνάμεις F1 και F2 ασκούνται μαζί πάνω στο δίσκο μέχρι ένα ορισμένο σημείο και μετά ο δίσκος κινείται χωρίς την επίδραση δ	D. 1 και 3	4	22,2%	2	11,8%	0,394
	E. 2 και 3	2	11,1%	1	5,9%	
IBCM_15. Αν μόνο μια δύναμη μπορεί να ασκηθεί στο δίσκο σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του, τι θα μπορούσε να γίνει ώστε να διατηρηθεί η κίνηση του δίσκου πάνω στην ίδια ευθεία και με την ίδια μορφή ταχύτητας που περιγράψατε στην απάντησή σου στην	A. Να ωθήσουμε το δίσκο προς την κατ/νση των κουκίδων και να αφήσουμε να γλιστρά χωρίς επίδραση δύναμης πάνω του	5	27,8%	4	23,5%	
	B. Ασκείται μόνο η δύναμη F2 προς την κατ/ση της κίνησης με τιμή ανάλογη της ταχ/τας του δίσκου σε κάθε χρονική στιγμή	1	5,6%	3	17,6%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	C. Ασκείται συνεχώς μια σταθερή δύναμη προς την κατ/νση της κίνησης,με τιμή ίση με τη διαφορά των τιμών των F1 & F2	1	5,6%	4	23,5%	
	D. Ασκείται συνεχώς μια σταθερή δύναμη προς την κατ/νση της κίνησης,με τιμή ίση με το άθροισμα των τιμών των F1 & F2.	8	44,4%	4	23,5%	
	E. Ασκείται συνεχώς μια σταθερή δύναμη προς την κατ/νση της κίνησης,με τιμή μικρότερη από το άθροισμα των τιμών F1 & F2	3	16,7%	2	11,8%	
IBCM_16. Ποια από τις παρακάτω απαντήσεις αντιπροσωπεύει καλύτερα τη σχέση που	A. F4= F2 και F3= F1	6	33,3%	4	23,5%	0,509
	B. F4= F2 και F3 >F1	1	5,6%	0	0,0%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
έχουν μεταξύ τους τα μέτρα των δυνάμεων·	C. F4 >F2 και F3 >F1	2	11,1%	1	5,9%	
	D. F4 >F2 και F3= F1	8	44,4%	12	70,6%	
	E. F4 >F2 και F3 <F1	1	5,6%	0	0,0%	
IBCM_17. Όταν το φορτηγό ακουμπάει το αυτοκίνητο και αρχίζει να το σπρώχνει:	A. Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο.	1	5,6%	0	0,0%	0,645
	B. Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό.	4	22,2%	1	5,9%	
	C. Το φορτηγό αρχικά ασκεί δύναμη στο αυτ/το και μετά από λίγη ώρα το αυτοκίνητο αρχίζει να ασκεί δύναμη στο φορτηγό.	1	5,6%	1	5,9%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	D. Το αυτ/το αρχικά ασκεί δύναμη στο φορτηγό και μετά από λίγη ώρα το φορτηγό αρχίζει να ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο.	1	5,6%	2	11,8%	
	E. Τα δύο οχήματα ασκούν δυνάμεις το ένα στο άλλο ταυτόχρονα.	11	61,1%	13	76,5%	
IBCM_18.Όταν το φορτηγό αρχίζει να μετακινεί το αυτοκίνητο στον οριζόντιο δρόμο:	A. Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο.	0	0,0%	0	0,0%	0,586
	B. Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό.	2	11,1%	1	5,9%	
	C. Τα δύο οχήματα ασκούν, το ένα στο άλλο, δυνάμεις με ίσα μέτρα.	1	5,6%	3	17,6%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	D. Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη δύναμη.	15	83,3%	13	76,5%	
	E. Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το αυτοκίνητο ασκεί μεγαλύτερη δύναμη.	0	0,0%	0	0,0%	
IBCM_19. Μετά από λίγο το φορτηγό αποκτά μια ταχύτητα την οποία κατόπιν διατηρεί σταθερή. Καθώς το φορτηγό σπρώχνει το αυτοκίνητο με αυτή τη σταθερή ταχύτητα:	A. Τα δύο οχήματα δεν ασκούν δύναμη το ένα στο άλλο.	1	5,6%	0	0,0%	0,219
	B. Το φορτηγό ασκεί δύναμη στο αυτοκίνητο, αλλά το αυτοκίνητο δεν ασκεί δύναμη στο φορτηγό.	5	27,8%	1	5,9%	
	C. Τα δύο οχήματα ασκούν, το ένα στο άλλο, δυνάμεις με ίσα μέτρα.	4	22,2%	7	41,2%	
	D. Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο,	8	44,4%	9	52,9%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	αλλά το φορτηγό ασκεί μεγαλύτερη δύναμη.					
	E. Κάθε όχημα ασκεί δύναμη στο άλλο, αλλά το αυτοκίνητο ασκεί μεγαλύτερη δύναμη.	0	0,0%	0	0,0%	
IBCM_20. Ποιες από τις παρακάτω δυνάμεις είναι υπεύθυνες για την κίνηση του διαστημοπλοίου όπως περιγράφεται παραπάνω πέρα από το σημείο P όπου: F1 : Μια δύναμη στην κατεύθυνση της κίνησης ασκούμενη από μερικούς πλανήτες ή άλλα ουράνια αντικείμενα F2	A. F1.	2	11,1%	0	0,0%	0,582
	B. F2.	8	44,4%	7	41,2%	
	C. F3.	1	5,6%	0	0,0%	
	D. Ένας συνδυασμός από τις παραπάνω δυνάμεις.	5	27,8%	6	35,3%	
	E. Καμία. Το διαστ/λοιο μπορεί να κινείται με σταθερή ταχ/τα, σε ευθεία γραμμή χωρίς να οδηγείται από δυνάμεις.	2	11,1%	4	23,5%	
IBCM_21. Ποια από τις τροχιές του σχήματος	A (σχήμα-μικροκαυσουλικό)	3	16,7%	1	5,9%	0,460

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
αντιπροσωπεύει καλύτερα την τροχιά κίνησης του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q·	B (σχήμα-μικροκαψουλικό)	8	44,4%	5	29,4%	
	C (σχήμα-μικροκαψουλικό)	2	11,1%	6	35,3%	
	D(σχήμα-μικροκαψουλικό)	1	5,6%	1	5,9%	
	E (σχήμα-μικροκαψουλικό)	4	22,2%	4	23,5%	
IBCM_22. Η ταχύτητα του διαστημοπλοίου μετά το σημείο Q και κατά μήκος της τροχιάς που επιλέξατε παραπάνω:	A. Μειώνεται συνεχώς.	0	0,0%	0	0,0%	0,272
	B. Παραμένει σταθερή.	4	22,2%	1	5,9%	
	C. Παραμένει σταθερή για λίγο και μειώνεται μετά.	0	0,0%	0	0,0%	
	D. Αυξάνεται συνεχώς.	5	27,8%	3	17,6%	
	E. Αυξάνεται για λίγο και μετά παραμένει σταθερή.	9	50,0%	13	76,5%	
IBCM_23. Ο χρόνος που απαιτείται για να	A. Διπλάσιος από το χρόνο που χρειάζεται	4	22,2%	6	35,3%	0,270

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
φτάσει στη γραμμή τερματισμού ο βαρύτερος δίσκος P είναι:	ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα.					
	B. Μεγαλύτερος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα αλλά όχι διπλάσιος.	6	33,3%	9	52,9%	
	C. Ίσος με το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα.	2	11,1%	0	0,0%	
	D. Ο μισός από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα.	4	22,2%	2	11,8%	
	E. Μικρότερος από το χρόνο που χρειάζεται ο ελαφρύτερος δίσκος Q για να φτάσει στο τέρμα, αλλά όχι ο μισός.	2	11,1%	0	0,0%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
IBCM_24. Στη γραμμή τερματισμού το μέτρο της ταχύτητας του βαρύτερου δίσκου P, είναι:	A. Διπλάσιο από αυτό του ελαφρύτερου δίσκου Q.	4	22,2%	0	0,0%	0,213
	B. Μεγαλύτερο από το μέτρο της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q αλλά όχι διπλάσιο.	1	5,6%	2	11,8%	
	C. Ίσο με αυτό του ελαφρύτερου δίσκου Q.	2	11,1%	1	5,9%	
	D. Το μισό από αυτό της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q.	5	27,8%	9	52,9%	
	E. Μικρότερο από το μέτρο της ταχύτητας του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι το μισό.	6	33,3%	5	29,4%	
IBCM_25. Κατά τη διάρκεια της κίνησης η επιτάχυνση του βαρύτερου δίσκου είναι:	A. Διπλάσια από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q.	2	11,1%	3	17,6%	>0,999
	B. Μεγαλύτερη από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q,	2	11,1%	1	5,9%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	αλλά όχι απαραίτητα διπλάσια.					
	C. Ίση με την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q.	2	11,1%	3	17,6%	
	D. Μισή από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q.	5	27,8%	4	23,5%	
	E. Μικρότερη από την επιτάχυνση του ελαφρύτερου δίσκου Q, αλλά όχι απαραίτητα η μισή.	7	38,9%	6	35,3%	
IBCM_26. Σπρώχνετε ένα κιβώτιο με σταθερή οριζόντια δύναμη F, με αποτέλεσμα το κιβώτιο να μετακινείται με σταθερή ταχύτητα v0 πάνω σε οριζόντιο δάπεδο. Έστω	A. Ίσο με το μέτρο της F1.	0	0,0%	0	0,0%	0,379
	B. Μεγαλύτερο από το μέτρο της F1.	0	0,0%	0	0,0%	
	C. Ίσο με το μέτρο της F2.	6	33,3%	2	11,8%	
	D. Μεγαλύτερό από το μέτρο της F2.	5	27,8%	6	35,3%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
ότι στο κιβώτιο ασκούνται και οι δύο ακόλουθες δυνάμεις: F1 : Το βάρος του κιβωτίου F2 : Η ορι	Ε. Μεγαλύτερό από το μέτρο της καθεμιάς από τις F1ή F2.	7	38,9%	9	52,9%	0,312
IBCM_27. Σπρώχνετε το ίδιο κιβώτιο στο ίδιο πάτωμα με σταθερή οριζόντια δύναμη η οποία έχει διπλάσιο μέτρο από τη δύναμη F που ασκήσατε στο κιβώτιο στην προηγούμενη ερώτηση. Το κιβώτιο κινείται:	A. Με σταθερή ταχύτητα η οποία έχει διπλάσιο μέτρο από την ταχύτητα του κιβωτίου ν0 της προηγούμενης ερώτησης.	7	38,9%	12	70,6%	
	B. Με σταθερή ταχύτητα, μεγαλύτερη από την ταχύτητα του κιβωτίου ν0 της προηγούμενης ερώτησης, αλλά όχι διπλάσια.	3	16,7%	1	5,9%	
	C.Για λίγο με σταθερή ταχ/τα (μεγ/ρη της ταχ/τας του κιβωτίου ν0 της πρ. ερώτησης)	0	0,0%	0	0,0%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο				p-value
		Αγόρι		Κορίτσι		
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %	
	και μετά με συνεχώς αυξ/νη ταχ/τα					
	D. Με συνεχώς αυξανόμενη ταχύτητα.	3	16,7%	1	5,9%	
	E. Για λίγο με ταχύτητα που αυξάνεται, και στη συνέχεια με ταχύτητα σταθερού μέτρου.	5	27,8%	3	0,176471	
IBCM_28. Αφού σπρώξετε το κιβώτιο για λίγο, χάνετε την επαφή με αυτό και σταματάτε να ασκείτε κάθε δύναμη επάνω του. Το κιβώτιο κατόπιν:	A. θα σταματήσει αμέσως.	5	27,8%	2	11,8%	0,028
	B. αρχίζει αμέσως να επιβραδύνεται μέχρι που σταματά.	10	55,6%	5	29,4%	
	C. θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα.	0	0,0%	1	5,9%	
	D. θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα για λίγο, και στη συνέχεια	2	11,1%	9	52,9%	

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο IBCM		Φύλο			
		Αγόρι		Κορίτσι	
		Πλήθος	N %	Πλήθος	N %
	επιβραδύνεται μέχρι που σταματά.				
	Ε. συνεχίζει να κινείται με αυξανόμενη ταχύτητα για λίγο και μετά επιβραδύνεται μέχρι που σταματά.	1	5,6%	0	0,0%

Παράρτημα 3

Διαφοροποιημένο Ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ IV

ΠΩΣ ΑΝΤΙΛΑΜΒΑΝΟΜΑΙ ΤΟΝ ΕΑΥΤΟ ΜΟΥ IV

ΠΑΤΕΜ IV

Εύη Μακρή - Μπότσαρη

**Ελληνική έκδοση για μαθητές/τριες Λυκείου-Φοιτητές/τριες του
ερωτηματολογίου**

Self - Perception Profile for Children

(Harter)

ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ (ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ)

ΣΕ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕ ΤΗ ΤΥΦΛΗ ΨΥΧΟΛΟΓΟ ΟΛΓΑ ΦΛΩΡΟΥ

**ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΩΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ ΤΟΥ ΚΕΑΤ-
ΦΙΛΟΛΟΓΟ ΑΡΓΥΡΩ ΡΑΠΤΟΥ**

ΚΑΙ ΜΕ ΤΗ ΣΥΜΦΩΝΗ ΓΝΩΜΗ ΤΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ

ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ

Το φυλλάδιο αυτό δεν είναι διαγώνισμα γνώσεων αλλά ένα συνηθισμένο ερωτηματολόγιο που, όπως βλέπεις από την επικεφαλίδα, αναφέρεται στο πώς ο καθένας από σας αντιλαμβάνεται τον εαυτό του, δηλαδή στο τι τύπος ανθρώπου πιστεύει ότι είναι ο καθένας.

Σε αυτού του είδους τα ερωτηματολόγια δεν υπάρχουν σωστές ή λανθασμένες απαντήσεις. Επειδή το κάθε άτομο διαφέρει από το άλλο, ο καθένας σας θα δώσει διαφορετικές απαντήσεις.

Ας δούμε ένα παράδειγμα, για το πώς θα απαντήσεις στις ερωτήσεις:

A) Μερικοί έφηβοι-νέοι είναι δημοφιλείς μεταξύ των συνομηλίκων τους.

ΟΜΩΣ

B) Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν είναι και τόσο δημοφιλείς.

Στο παράδειγμα περιγράφονται δύο τύποι ατόμων και θα θέλαμε να ξέρουμε ποιος από τους δύο σου ταιριάζει και πόσο. Για να απαντήσεις τις ερωτήσεις:

I) Πρώτα θέλουμε να αποφασίσεις αν ταιριάζεις με τον τύπο του ατόμου που περιγράφεται στο A ή με τον τύπο του ατόμου που περιγράφεται στο B.

II) Αφού αποφασίσεις ποιος από τους δύο τύπους ατόμου σου ταιριάζει, σκέψου στη συνέχεια πόσο σου ταιριάζει ο τύπος αυτός:

1) Απόλυτα σου ταιριάζει.

ή

2) Μάλλον σου ταιριάζει.

Σε κάθε ερώτηση πρέπει να διαλέξεις ένα μόνο γράμμα A ή B και μετά έναν μόνο αριθμό 1 ή 2.

Παράδειγμα A1.

Να απαντήσεις μία-μία όλες τις παρακάτω ερωτήσεις με ένα μόνο γράμμα Α ή Β και με έναν μόνο αριθμό 1 ή 2.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1

Α) Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.

ΟΜΩΣ

Β) Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.

- 1) Απόλυτα μου ταιριάζει.
- 2) Μάλλον μου ταιριάζει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2

Α) Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.

ΟΜΩΣ

Β) Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.

- 1) Απόλυτα μου ταιριάζει.
- 2) Μάλλον μου ταιριάζει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3

Α) Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.

ΟΜΩΣ

Β) Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.

- 1) Απόλυτα μου ταιριάζει.
- 2) Μάλλον μου ταιριάζει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4

Α) Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.

ΟΜΩΣ

B) Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.

- 1) Απόλυτα μου ταιριάζει.
- 2) Μάλλον μου ταιριάζει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5

A) Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.

ΟΜΩΣ

B) Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.

- 1) Απόλυτα μου ταιριάζει.
- 2) Μάλλον μου ταιριάζει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6

A) Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.

ΟΜΩΣ

B) Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.

- 1) Απόλυτα μου ταιριάζει.
- 2) Μάλλον μου ταιριάζει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 7

A) Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.

ΟΜΩΣ

B) Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.

- 1) Απόλυτα μου ταιριάζει.
- 2) Μάλλον μου ταιριάζει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 8

A) Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.

ΟΜΩΣ

B) Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.

- 1) Απόλυτα μου ταιριάζει.
- 2) Μάλλον μου ταιριάζει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 9

A) Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.

ΟΜΩΣ

B) Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νοιώθουν αποτυχημένοι.

- 1) Απόλυτα μου ταιριάζει.
- 2) Μάλλον μου ταιριάζει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 10

A) Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.

ΟΜΩΣ

B) Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.

- 1) Απόλυτα μου ταιριάζει.
- 2) Μάλλον μου ταιριάζει.

ΣΧΟΛΕΙΟ

ΤΑΞΗ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ (προαιρετικό)

ΦΥΛΟ (αγόρι ή κορίτσι)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ (έτος, μήνας)

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑ ΠΑΤΕΡΑ

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑ ΜΗΤΕΡΑΣ

Ο ΠΑΤΕΡΑΣ ΣΟΥ ΕΧΕΙ ΤΕΛΕΙΩΣΕΙ: Μερικές τάξεις του Δημοτικού, Δημοτικό, Γυμνάσιο, Λύκειο, ΤΕΙ, ΑΕΙ, Μεταπτυχιακό, Άλλο.

Η ΜΗΤΕΡΑ ΣΟΥ ΕΧΕΙ ΤΕΛΕΙΩΣΕΙ: Μερικές τάξεις του Δημοτικού, Δημοτικό, Γυμνάσιο, Λύκειο, ΤΕΙ, ΑΕΙ, Μεταπτυχιακό, Άλλο.

ΠΟΙΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΗΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΟΥ·

ΠΟΙΑ Η ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΣΟΥ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ·

Παράρτημα 4

Απαντήσεις στο ΠΑΤΕΜ IV μαθητών/τριών με ΑΟ και φοιτητών με ΑΟ ανά φύλο, εκπαιδευτική βαθμίδα και απώλεια όρασης

ρασης ή επίκτητη απώλεια όρασης.

Πίνακας 6: Απαντήσεις συμμετεχόντων/ουσών στο ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

		Πιθανές απαντήσεις	N	%
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	13	32.1%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	18	51.4%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	0	0.0%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	4	11.4%
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	2	5.7%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	5	14.3%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	16	43.7%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	12	34.3%
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	3	2.9%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	7	20.0%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	20	57.1%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	7	20.0%
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	21	60.0%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	11	31.4%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	2	5.7%
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	25	71.4%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	7	20.0%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	0	0.0%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	3	8.6%
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	6	17.1%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	8	22.9%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	15	42.9%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	6	17.1%
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	24	68.6%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	8	22.9%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	2	5.7%
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	16	45.7%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	15	42.9%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	3	8.6%
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	3	8.6%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	19	54.3%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	12	34.3%
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	1	2.9%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	2	5.7%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταυνίζεται	19	54.3%
		Μάλλον μου ταυνίζεται	13	37.1%

Πίνακας 7: Απαντήσεις των συμμετεχόντων/ουσων ανά φύλο (χρονολογία χορήγησης ερωτηματολογίου 2018)

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ IV- κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Φύλο				p-value1
			Αγόρι		Κορίτσι		
			N	%	N	%	
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	7	38.9%	6	35.3%	0.642
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	44.4%	10	58.8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	0	0.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	16.7%	1	5.9%	
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5.6%	1	5.9%	0.948
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	3	17.6%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	7	41.2%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	33.3%	6	35.3%	
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5.6%	0	0.0%	0.850
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	22.2%	3	17.6%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	11	64.7%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	22.2%	3	17.6%	
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	10	55.6%	11	64.7%	>0.999
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	33.3%	5	29.4%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5.6%	0	0.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	5.6%	1	5.9%	
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	14	77.8%	11	64.7%	0.464
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	5	29.4%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	0	0.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	1	5.9%	

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ IV- κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Φύλο				p-value1
			Αγόρι		Κορίτσι		
			N	%	N	%	
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	2	11.1%	4	23.5%	0.116
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	38.9%	1	5.9%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	6	33.3%	9	52.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	16.7%	3	17.6%	
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	12	66.7%	12	70.6%	0.165
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	33.3%	2	11.8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	2	11.8%	
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	7	41.2%	0.836
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	38.9%	8	47.1%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	1	5.9%	
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	0.146
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	3	17.6%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νοιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	10	55.6%	9	52.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	44.4%	4	23.5%	
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	0.733
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	5.6%	1	5.9%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	10	58.8%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	44.4%	5	29.4%	

, παρουσιάζονται οι απαντήσεις των μαθητών/τριών σε κάθε ερώτηση ξεχωριστά. Στον Πίνακα 24, παρουσιάζονται οι αναλυτικά οι απαντήσεις των μαθητών/τριών ανά φύλο, ενώ στον

Πίνακα 25, οι απαντήσεις των μαθητών/τριών ανά εκπαιδευτική βαθμίδα. Ο Πίνακας 23 περιέχει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων βάσει του αν είχαν εκ γενετής απώλεια όρασης ή επίκτητη απώλεια όρασης.

Πίνακας 23: Απαντήσεις συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης

		Πιθανές απαντήσεις	N	%
		Πιθανές απαντήσεις	N	%
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	13	37.1%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	18	51.4%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	11.4%
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	2	5.7%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	5	14.3%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	16	45.7%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	12	34.3%
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.9%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	20.0%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	20	57.1%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	20.0%
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	21	60.0%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	11	31.4%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.9%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	5.7%
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	25	71.4%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	20.0%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	8.6%
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	6	17.1%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	22.9%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	15	42.9%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	17.1%
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	24	68.6%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	22.9%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.9%

		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	5.7%
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	16	45.7%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	15	42.9%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.9%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	8.6%
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.9%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	8.6%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	19	54.3%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	12	34.3%
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	2.9%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	5.7%
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	19	54.3%
		Μάλλον μου ταιριάζει.	13	37.1%

Πίνακας 24 Απαντήσεις ανά φύλο

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ IV- κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Φύλο				p-value ¹
			Αγόρι		Κορίτσι		
			N	%	N	%	
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	7	38.9%	6	35.3%	0.642
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	44.4%	10	58.8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	0	0.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	16.7%	1	5.9%	
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5.6%	1	5.9%	0.948
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	3	17.6%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	7	41.2%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	33.3%	6	35.3%	
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5.6%	0	0.0%	0.850
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	22.2%	3	17.6%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	11	64.7%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	22.2%	3	17.6%	
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	10	55.6%	11	64.7%	>0.999
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	33.3%	5	29.4%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5.6%	0	0.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	5.6%	1	5.9%	
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	14	77.8%	11	64.7%	0.464
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	5	29.4%	
		Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	0	0.0%	

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ IV- κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Φύλο				p-value ¹
			Αγόρι		Κορίτσι		
			N	%	N	%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	1	5.9%	
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	2	11.1%	4	23.5%	0.116
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	38.9%	1	5.9%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	6	33.3%	9	52.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	16.7%	3	17.6%	
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	12	66.7%	12	70.6%	0.165
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	33.3%	2	11.8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	2	11.8%	
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	7	41.2%	0.836
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	38.9%	8	47.1%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	11.1%	1	5.9%	
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	0.146
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	3	17.6%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νοιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	10	55.6%	9	52.9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	44.4%	4	23.5%	
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	5.9%	0.733
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	5.6%	1	5.9%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	50.0%	10	58.8%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	8	44.4%	5	29.4%	

Πίνακας 25: Απαντήσεις ανά βαθμίδα εκπαίδευσης

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Εκπαιδευτικό επίπεδο				p-value ¹
			Μαθητής		Φοιτητής		
			N	%	N	%	
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	5	45.5%	8	33.3%	0.515
		Μάλλον μου ταιριάζει.	6	54.5%	12	50.0%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	0	0.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	4	16.7%	
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	2	18.2%	0	0.0%	0.049
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	27.3%	2	8.3%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4	36.4%	12	50.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	18.2%	10	41.7%	
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	9.1%	0	0.0%	0.290
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	7	29.2%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	7	63.6%	13	54.2%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	27.3%	4	16.7%	
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	7	63.6%	14	58.3%	>0.999
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	36.4%	7	29.2%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	4.2%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	2	8.3%	
		Απόλυτα μου ταιριάζει.	7	63.6%	18	75.0%	0.837

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Εκπαιδευτικό επίπεδο				p-value ¹
			Μαθητής		Φοιτητής		
			N	%	N	%	
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Μάλλον μου ταιριάζει.	3	27.3%	4	16.7%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	0	0.0%	
			1	9.1%	2	8.3%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.					
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	3	27.3%	3	12.5%	0.491
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	9.1%	7	29.2%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	5	45.5%	10	41.7%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	18.2%	4	16.7%	
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	81.8%	15	62.5%	0.564
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	9.1%	7	29.2%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	4.2%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	9.1%	1	4.2%	
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	4	36.4%	12	50.0%	0.566
		Μάλλον μου ταιριάζει.	5	45.5%	10	41.7%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	9.1%	0	0.0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	9.1%	2	8.3%	
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0.0%	1	4.2%	0.478
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	3	12.5%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νοιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	8	72.7%	11	45.8%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	27.3%	9	37.5%	
		Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	9.1%	0	0.0%	0.373

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Εκπαιδευτικό επίπεδο				p-value ¹
			Μαθητής		Φοιτητής		
			N	%	N	%	
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0.0%	2	8.3%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	5	45.5%	14	58.3%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	5	45.5%	8	33.3%	

1: Fisher's Exact Test

Πίνακας 26: Απαντήσεις ανά χρονολογικής απώλειας όρασης

Ερωτήσεις PATEM-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Απώλεια όρασης				p-value ¹
			Εκ γενετής		Επίκτητη		
			N	%	N	%	
Ερώτηση 1	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	8	42,1%	5	31,3%	0,889
		Μάλλον μου ταιριάζει.	9	47,4%	9	56,3%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	0	0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	10,5%	2	12,5%	
Ερώτηση 2	Μερικοί έφηβοι-νέοι, γενικά, δεν είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5,3%	1	6,3%	0,616
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	21,1%	1	6,3%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι, γενικά, είναι ευχαριστημένοι με τον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	7	36,8%	9	56,3%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	36,8%	5	31,5%	

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Απώλεια όρασης				p-value ¹
			Εκ γενετής		Επίκτητη		
			N	%	N	%	
Ερώτηση 3	Μερικοί έφηβοι-νέοι συχνά αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	1	6,3%	0,792
		Μάλλον μου ταιριάζει.	4	21,1%	3	18,8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν αμφιβάλλουν για το αν αξίζουν ως άτομα.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	12	63,2%	8	50%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	15,8%	4	25%	
Ερώτηση 4	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	11	57,9%	10	62,5%	0,405
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	36,8%	4	25%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν μπορούν να κάνουν πολλά σημαντικά πράγματα στη ζωή τους	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	1	5,9%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0%	2	11,8%	
Ερώτηση 5	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι αξίζουν ως άτομα τουλάχιστον όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	13	68,4%	12	75%	0,338
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	15,8%	4	25%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν αξίζουν ως άτομα όσο και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	0	0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	3	15,8%	0	0%	
Ερώτηση 6	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	2	10,5%	4	25%	0,128
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	36,8%	1	6,3%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, μπορούν να κάνουν κάποια πράγματα το ίδιο καλά όπως και οι άλλοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	8	42,1%	7	43,8%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	10,5%	4	25%	
Ερώτηση 7	Μερικοί έφηβοι-νέοι έχουν θετική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	12	63,2%	12	75%	0,559
		Μάλλον μου ταιριάζει.	5	26,3%	3	18,8%	
		Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	1	6,3%	

Ερωτήσεις ΠΑΤΕΜ-IV κλίμακα αυτοεκτίμησης		Πιθανές απαντήσεις	Απώλεια όρασης				p-value ¹
			Εκ γενετής		Επίκτητη		
			N	%	N	%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι έχουν αρνητική στάση απέναντι στον εαυτό τους.	Μάλλον μου ταιριάζει.	2	10,5%	0	0%	
Ερώτηση 8	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι υπάρχουν αρκετά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	9	47,4%	7	43,8%	0,939
		Μάλλον μου ταιριάζει.	7	36,8%	8	50%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα στον εαυτό τους για τα οποία να είναι περήφανοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5,3%	0	0%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	2	10,5%	1	6,3%	
Ερώτηση 9	Μερικοί έφηβοι-νέοι νιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	1	5,3%	0	0%	0,006
		Μάλλον μου ταιριάζει.	0	0%	3	18,8%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι δεν νοιώθουν αποτυχημένοι.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	8	42,1%	11	68,8%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	10	52,6%	2	12,5%	
Ερώτηση 10	Μερικοί έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, δεν αξίζουν και τόσο πολύ.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	0	0%	1	6,3%	0,006
		Μάλλον μου ταιριάζει.	1	5,3%	1	6,3%	
	Άλλοι έφηβοι-νέοι πιστεύουν ότι, γενικά, αξίζουν.	Απόλυτα μου ταιριάζει.	7	36,8%	12	75%	
		Μάλλον μου ταιριάζει.	11	57,9%	2	12,5%	

1: Fisher's Exact Test

Παράρτημα 5

1^η Ιστορία για τη Φάση Προσανατολισμού

Προσανατολισμός

Κάποτε ένας εξερευνητής αρχαιολόγος μπήκε με αποφασιστικότητα σε ένα μεγάλο και πυκνό δάσος. Πολλοί είχαν χαθεί εκεί κατά το παρελθόν, αλλά αυτός είχε τον καλύτερο χάρτη που μπορούσε να υπάρξει. Έτσι, βάδιζε με σιγουριά. Όταν μετά από ώρα άρχισε να αμφιβάλει για τον δρόμο που τραβούσε, τον άνοιξε. Ναι, το βορεινό μονοπάτι έπρεπε να πάρει. Που ήταν όμως ο βοράς; Οι πυκνές φυλλωσιές των πανύψηλων δέντρων δεν άφηναν τον ήλιο να φανεί. Όλο το δάσος ήταν στην σκιά. Χρειαζόταν την πυξίδα. Μια ανησυχία τον κυρίευσε όταν δεν την βρήκε στη θήκη που συνήθως την έβαζε. Άρχισε να ψάχνει τα πράγματά του. Πουθενά η πυξίδα. Ή την έχασε ή την ξέχασε.

Πήρε το δρόμο να γυρίσει πίσω, αλλά σύντομα κατάλαβε πως είχε χαθεί. Είχε την αίσθηση πως αντί να βγαίνει, χώνονταν όλο και πιο βαθιά στο δάσος. Ο χάρτης τού ήταν άχρηστος δίχως πυξίδα. Είχε κουραστεί και ο καιρός φαινόταν να πηγαίνει για βροχή. Ώρες μετά ένοιωσε μια ξαφνική μυρωδιά καπνού. Σε λίγο άκουσε και γνώριμους ήχους κατοικίδιων ζώων. Αναθάρρεψε και προχώρησε προς τους ήχους. Σύντομα είδε μια καλύβα. Από την καμινάδα της έβγαινε καπνός.

Πλησίασε και χτύπησε με ελπίδα την πόρτα. Άνοιξε ένας μεσόκοπος άντρας ο οποίος τον κοιτούσε με έκπληξη. Όταν ο εξερευνητής του εξήγησε πώς είχε η κατάσταση ο άντρας χαμογέλασε.

«Δηλαδή έχασες την πυξίδα σου και δεν μπορείς να βρεις την κατεύθυνση βορά – νότου.» «Ακριβώς»

«Μην ανησυχείς καθόλου», είπε και βγήκε έξω.

Σε λίγο ξαναμπαίνει με μερικά πλατιά φύλλα. «Αμέσως θα λύσουμε το πρόβλημά σου», είπε χαμογελώντας. Ο εξερευνητής τον κοιτούσε με περιέργεια και δυσπιστία. Ο άλλος πήρε μια μικρή γαβάθα και τη γέμισε νερό. Κρεμασμένο σε ένα καρφί ήταν ένα μεγάλο πέταλο μαγνήτης. Πάνω του βρίσκονταν διάφορα σιδερένια μικροαντικείμενα: καρφιά μικρά και μεγάλα, βίδες, συνδετήρες, βελόνες διάφορες και καρφίτσες.

Ο άντρας διάλεξε μια βελόνα και την ακούμπησε πάνω σε ένα από τα φύλλα που είχε φέρει. Κατόπιν το έβαλε προσεκτικά στη γαβάθα με το νερό. Το φύλλο με τη βελόνα, αφού ταλαντεύτηκε για λίγο δεξιά, αριστερά, έμεινε ακίνητο

«Ορίστε», είπε ο άντρας «αυτή είναι η κατεύθυνση βορά – νότου. Άνοιξε τώρα τον χάρτη σου, να δεις πού πρέπει να πας.»

Ο εξερευνητής είχε μείνει άφωνος. Ο άλλος χαμογελούσε.

«Καλύτερα όμως να το αφήσεις για αύριο, γιατί ήδη σκοτεινιάζει. Μείνε εδώ απόψε.»

Παράρτημα 6

2^η Ιστορία για τη Φάση Προσανατολισμού

Από τον Αριστοτέλη στο Νεύτωνα

«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 που Αριστοτέλη (389-322 π.Χ.) διότι επηρέασε τη σκέψη των επόμενων γενεών ως την περίοδο του Νεύτωνα (1642-1727 μ.Χ.) ο οποίος ανέπτυξε τη θεωρία που δεχόμαστε σήμερα. Αξίζει να γνωρίσουμε λοιπόν τη θεωρία του Αριστοτέλη, η οποία ήταν πειστική για 20 αιώνες και την οποία αποδέχθηκαν επιστήμονες όπως οι daVinci, J. Buridan, R. Descartes, G. Gallileoπου έζησαν πριν από το Νεύτωνα.

Ο Αριστοτέλης στο έργο του «περί ουρανού» θεωρεί ότι όλος ο κόσμος είναι φτιαγμένος από τέσσερα στοιχεία: «γη» - «νερό» - «αέρας» - «φωτιά», τα οποία έχουν σε διαφορετικό βαθμό τις ιδιότητες «βαρύ», «ελαφρύ», «ζεστό» και «κρύο». Τα στοιχεία «γη» και «νερό» έχουν την ιδιότητα να είναι βαριά ενώ ο αέρας και η φωτιά να είναι ελαφρά. 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 αν τα στοιχεία αυτά αφεθούν ελεύθερα και τίποτα δεν διακόψει την κίνησή τους θα κατευθυνθούν προς την επιφάνεια της γης. 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. Συνεπώς εφόσον όλα τα σώματα πάνω στη γη αποτελούνται από τα τέσσερα αυτά στοιχεία θα έχουν ανάλογα με το συνδυασμό των στοιχείων που τα αποτελούν τη φυσική τάση να κινούνται προς την επιφάνεια της Γης ή να απομακρύνονται από αυτήν. 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». Τέτοιου είδους

κίνηση κάνει μια πέτρα όταν την πετάμε, ένα βέλος όταν εκτοξεύεται από το τόξο, κ.α.....

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.

Η διάκριση σε φυσικές και βίαιες κινήσεις εξακολούθησε να κυριαρχεί έως την περίοδο του Γαλιλαίου, ο οποίος διατύπωσε το νόμο της αδράνειας».

Με το νόμο της αδράνειας γίνεται ένα μεγάλο βήμα προς τη διαμόρφωση της έννοιας τη δύναμης όπως θα την καθορίσει ο Νεύτωνα. Παρά την πρόοδο που απετέλεσε η εισαγωγή της έννοιας της αδράνειας, η έννοια της δύναμης εξακολούθησε να είναι ασαφής.

Το έργο του Νεύτωνα δίνει στη δύναμη το νόημα που και σήμερα δεχόμαστε.

Ο 3ος νόμος του Νεύτωνα, προκάλεσε σημαντική αλλαγή στην ιδιότητα «βαρύ» με την οποία είχε προικίσει τα στοιχεία ο Αριστοτέλης και κατήργησε 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 αυτός πρότεινε. Επιπλέον, ο νόμος της παγκόσμιας έλξης μας επιτρέπει να έχουμε μια ενιαία περιγραφή της κίνησης των σωμάτων είτε αυτά κινούνται στη Γη είτε στο διάστημα.

Η σύγκριση των απόψεων του Αριστοτέλη και του Νεύτωνα για την κίνηση και τη δύναμη δείχνει ότι μεταξύ τους υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Η μετάβαση από τις απόψεις του Αριστοτέλη στις απόψεις του Νεύτωνα δεν ήταν ούτε απλή ούτε εύκολη. Για να γίνει έπρεπε να αλλάξουν ριζικά οι αντιλήψεις για το Σύμπαν, τα στοιχεία που το αποτελούν, τη μέθοδο με την οποία πρέπει να ερευνάται η φύση, οι απόψεις για το ποια ερωτήματα πρέπει να απασχολούν τους ερευνητές, το νόημα των λέξεων: δύναμη, κίνηση, βάρος, κ.α.

Η Νευτώνια Φυσική αποτέλεσε ένα μοντέλο στο οποίο έπρεπε ν' αποβλέπει όλη η ανθρώπινη γνώση. Καθώς ξεπρόβαλλαν οι κοινωνικές επιστήμες, έτειναν ν' απομακρύνονται από τις ανθρωπιστικές μελέτες από τις οποίες είχαν αναδυθεί. Οι κοινωνικοί στοχαστές εφάρμοζαν γενικούς νόμους για να εξηγήσουν την Ιστορία και

την ανθρώπινη συμπεριφορά. Μερικοί, όπως ο Καρλ Μαρξ κι ο Σίγκμουντ Φρόιντ, επηρέασαν έντονα την Ιστορία.

Είναι σημαντικό να θυμόμαστε πως η κοσμοθεωρία αυτή βασίζεται σ' ένα δίχως προηγούμενο επίτευγμα στην επιστήμη, που από τότε δεν έχει επαναληφθεί. Οι νόμοι του Κέπλερ, που αποδείχθηκαν από τον Νεύτωνα, περιέγραφαν προφανώς το ηλιακό σύστημα όπως υπήρχε στο παρελθόν κι όπως θα υπάρξει στο ατέρμονο μέλλον. Αλλά ο ίδιος ο Νεύτωνα γνώριζε ότι η ιστορία δεν έπρεπε να τελειώνει εκεί.....».

Απόσπασμα από το βιβλίο «Φυσική για ποιητές» του Robert March, που υπάρχει σε ένθετο στο βιβλίο του μαθητή της φυσικής Α Λυκείου.

Παράρτημα 7

Συνεντεύξεις

Συνεντεύξεις καθηγητών γενικής - ειδικής αγωγής

Δημογραφικά στοιχεία

α. Εμπειρία

β. Ειδικότητα

γ. Εμπειρία σε μαθητές/τριες με ΑΟ

Ιδέες αντιλήψεις των μαθητών/τριών με ΑΟ στην δυναμική - κινηματική

1. Είναι γνωστό μέσα από την βιβλιογραφία ότι οι μαθητές/τριες συναντούν αρκετές δυσκολίες στο πεδίο της φυσικής και συγκεκριμένα στο πεδίο της δυναμικής - κινηματικής. Από την προσωπική σας εμπειρία ποιές εκτιμάτε ότι είναι οι δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές/τριες με ΑΟ στη δυναμική - κινηματική·
2. Κατά τι γνώμη σας οι δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές/τριες με ΑΟ στη δυναμική - κινηματική διαφοροποιούνται ανάλογα με το φύλο των μαθητών/τριών, την χρονολογική απώλεια όρασης και τη βαθμίδα εκπαίδευσης και με ποιον τρόπο·
3. Ποιές εκτιμάτε ότι είναι οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών με ΑΟ στην κινηματική - δυναμική·

Συμβολή της ιστορίας της φυσικής στην ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών/τριών με ΑΟ για έννοιες αφορούν στη δυναμική – κινηματική

1. Από διάφορες εμπειρικές μελέτες έχει προκύψει ότι η διδασκαλία εννοιών της φυσικής μέσα από πειράματα βοηθά τους μαθητές/τριες να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες. Με ποιον τρόπο θεωρείτε ότι αυτό ισχύει για τους μαθητές/τριες με ΑΟ·
2. Όταν οι μαθητές/τριες με ΑΟ διδάσκονται έννοιες της φυσικής και συγκεκριμένα της δυναμικής - κινηματικής μέσα από την ιστορία της φυσικής - είτε μέσα από νοητικά είτε μέσα από πραγματικά πειράματα - με ποιον τρόπο εκτιμάτε ότι θα μπορούσαν να καταλάβουν καλύτερα τις έννοιες αυτές·

3. Με ποιον τρόπο φαντάζεστε ότι μπορούν να αλλάξουν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών με ΑΟ για τις έννοιες που αφορούν τη δυναμική - κινηματική, μέσα από τη διδασκαλία με πειράματα·

Αυτοεκτίμηση των μαθητών/τριών με ΑΟ, και διδασκαλία φυσικής μέσα από την ιστορία της φυσικής

1. Με ποιον τρόπο η διδασκαλία εννοιών της δυναμικής και κινηματικής μέσα από νοητικά και πραγματικά πειράματα, θεωρείτε ότι θα βοηθήσει τους μαθητές/τριες με ΑΟ να αποκτήσουν μεγαλύτερη αυτοεκτίμηση για το μάθημα της φυσικής·
2. Με ποιον τρόπο εκτιμάτε ότι η ιστορία της φυσικής μπορεί να συντελέσει στην ενίσχυση της αυτοεκτίμησης των μαθητών/τριών με ΑΟ·
3. Με ποιον τρόπο πιστεύεται ότι ο βαθμός αυτοεκτίμησης επηρεάζεται από τις μεταβλητές του φύλου, της χρονολογικής απώλειας όρασης και της βαθμίδας εκπαίδευσης·

Συνεντεύξεις

Άξονας 1: Ιδέες και αντιλήψεις μαθητών/τριών με ΑΟ για έννοιες φυσικής και πειράματα - κινηματική και δυναμική - κεκτημένη γνώση - δεξιότητες - δυνατότητες-ανάγκης

- Έχεις συμμετάσχει σε πειράματα που αφορούν στο μάθημα της φυσικής; Σε ποιά;
- Ποιο θέμα μελετούσες;
- Θα μπορούσες να περιγράψεις ένα πείραμα στη φυσική που έχεις κάνει με δικά σου λόγια; (·)
- Πώς θα περιέγραφες τη διαδικασία με τα πειράματα; Θεωρείς ότι σε βοήθησε να κατανοήσεις καλύτερα την φυσική;
- Πότε καταλαβαίνεις καλύτερα μια έννοια που αφορά στη φυσική, όταν κάνεις ο ίδιος ένας πείραμα, απτικά ή όταν στο περιγράφει ο καθηγητής;

Άξονας 2: Συμβολή της ιστορίας της φυσικής για την κατανόηση εννοιών φυσικής και συγκεκριμένα κινηματικής και δυναμικής από μαθητές/τριες με ΑΟ

- Η φυσική είναι μια επιστήμη που έχει μεγάλη και ενδιαφέρουσα ιστορία. Ποιοι είναι οι πιο γνωστοί επιστήμονες που γνωρίζεις;
- Θυμάσαι κάτι για το Γαλιλαίο και τον Νεύτωνα;
- (Μικρή παρουσίαση τους: Ο Γαλιλαίος έζησε τότε.... Ο Νεύτωνας....)
- Πώς θα σου φαινόταν να γίνεις για λίγο ο Γαλιλαίος ή ο Νεύτωνας και να έκανες εσύ με τη βοήθεια του καθηγητή σου το πείραμά του; Θεωρείς ότι θα σε βοηθούσε να κατανοήσεις καλύτερα την ταχύτητα ή το βάρος;

Άξονας 3: Διδασκαλία φυσικής μέσω πειραμάτων από την ιστορία της φυσικής και συσχετισμός με αυτοεκτίμηση μαθητών/τριών με ΑΟ

- Έχεις μια άσκηση στη φυσική που σου ζητά να μετρήσεις το μήκος ή μια απόσταση. Ποια θα είναι τα βήματα που θα ακολουθήσεις για να το βρεις; Πώς ένιωσες μέσα από τη διαδικασία να λύσεις την άσκηση;
- Μια άλλη άσκηση σου ζητά να μετρήσεις τη μάζα ενός άλλου σώματος. Ποια θα είναι τα βήματα που θα ακολουθήσεις για να το βρεις; Πώς ένιωσες μέσα από τη διαδικασία να λύσεις την άσκηση;
- Θα ήθελες να μάθεις πώς μέσα από μια σειρά συμπτώσεων ο Νεύτωνας ανακάλυψε την βαρύτητα και διατύπωσε τους νόμους του κι όχι να μάθαινες μόνο τους νόμους του;

Συνεντεύξεις Φοιτητών

Δημογραφικά στοιχεία:

- Πόσα χρόνια έχεις που έχεις τελειώσει το σχολείο·
- Τι βαθμό είχες στη φυσική·
- Σε ποια σχολή έχεις περάσει·

Άξονας 1: Ιδέες και αντιλήψεις φοιτητών με ΑΟ για έννοιες φυσικής και πειράματα - κινηματική και δυναμική - κεκτημένη γνώση - δεξιότητες - δυνατότητες-ανάγκης

- Όταν φοιτούσες στο σχολείο είχες συμμετάσχει σε πειράματα που αφορούσαν στο μάθημα της φυσικής· Θα μπορούσες να θυμηθείς σε ποιά·
- Θα μπορούσες να περιγράψεις ένα πείραμα στη φυσική που είχες κάνει και θυμάσαι έντονα με δικά σου λόγια·
- Πότε καταλάβαινες καλύτερα μια έννοια που αφορούσε στη φυσική, όταν έκανες ο ίδιος ένας πείραμα, απτικά ή όταν στο περιέγραφε ο καθηγητής·

Άξονας 2: Συμβολή της ιστορίας της φυσικής για την κατανόηση εννοιών φυσικής και συγκεκριμένα κινηματικής και δυναμικής από μαθητές/τριες με ΑΟ

- Η φυσική είναι μια επιστήμη που έχει μεγάλη και ενδιαφέρουσα ιστορία. Ποιοι είναι οι πιο γνωστοί επιστήμονες που γνωρίζεις·
- Πώς θα σου φαινόταν αν γυρνούσες στο σχολείο για να κάνεις το μάθημα της φυσικής να είχες ενεργητικό ρόλο στη διδασκαλία της φυσικής και να γινόντουσαν εσύ ο Γαλιλαίος ή ο Νεύτωνας κάνοντας με τη βοήθεια του καθηγητή σου κάποιο πείραμα· Θεωρείς ότι θα σε βοηθούσε να κατανοήσεις καλύτερα την ταχύτητα ή το βάρος·

Άξονας 3: Διδασκαλία φυσικής μέσω πειραμάτων από την ιστορία της φυσικής και συσχετισμός με αυτοεκτίμηση μαθητών/τριών με ΑΟ

- Έχεις μια άσκηση στη φυσική που σου ζητά να μετρήσεις το μήκος ή μια απόσταση. Ποια θα είναι τα βήματα που θα ακολουθήσεις για να το βρεις· Πώς ένιωσες μέσα από τη διαδικασία να λύσεις την άσκηση·
- Μια άλλη άσκηση σου ζητά να μετρήσεις τη μάζα ενός άλλου σώματος. Ποια θα είναι τα βήματα που θα ακολουθήσεις για να το βρεις· Πώς ένιωσες μέσα από τη διαδικασία να λύσεις την άσκηση·

- Θα ήθελες να μάθεις πώς μέσα από μια σειρά συμπτώσεων ο Νεύτωνας ανακάλυψε την βαρύτητα και διατύπωσε τους νόμους του κι όχι να μάθαινες μόνο τους νόμους του·