



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Πτυχιακή

« Εκπαίδευση STEM: Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων και Εκπαιδευτικών Σεναρίων Project : Διδασκαλία του μηχανισμού λειτουργίας και χρησιμότητα τροχαλιών σε μαθητές Α΄ Λυκείου ,μέσω διδακτικής παρέμβασης σε πλαίσια STEM.»

«Πολυκανδρίτης Ευστάθιος»

Επιβλέπων καθηγητής: « Σκορδούλης Κωνσταντίνος»

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2022

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



« Εκπαίδευση STEM: Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων και Εκπαιδευτικών Σεναρίων Project : Διδασκαλία του μηχανισμού λειτουργίας και χρησιμότητα τροχαλιών σε μαθητές Α΄ Λυκείου ,μέσω διδακτικής παρέμβασης σε πλαίσια STEM.»

«Πολυκανδρίτης Ευστάθιος»

Επιτροπή Επίβλεψης Πτυχιακής / Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής: « Κωνσταντίνος Σκορδούλης»	Συν-Επιβλέπουσα Καθηγητής: «Στεφανίδου Κ. »
--	--

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2022

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στον σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός διδακτικού σεναρίου , που αναφέρεται στην διδασκαλία της τροχαλίας ,βασισμένο στην μέθοδο project το οποίο ενσωματώνει και τις γνωστικές περιοχές της εκπαίδευσης STEM.

Το project αυτό πραγματοποιήθηκε στους μαθητές της Α΄ Λυκείου ΕΠΑΛ Μυκόνου και ακολούθησε τις αρχές της διερευνητικής μάθησης και της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας. Η συμμετοχή των μαθητών ήταν αρκετά ικανοποιητική και η νέα μέθοδος διδασκαλίας ενθουσίασε τους μαθητές , οι οποίοι εξέφρασαν την καθαρή προτίμησή τους στον συγκεκριμένο τρόπο διδασκαλίας , απορρίπτοντας «εν μέρει» τον παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό τρόπο διδασκαλίας της Φυσικής.

Σκοπός μας ήταν να αναδειχθεί η καταλληλότερη διδακτική μέθοδος , που θα βοηθήσει τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να συλλάβουν τις έννοιες της Φυσικής ,που σχετίζονται με την τροχαλία και να ενσωματώσουν το πείραμα στην επίτευξη των στόχων . Τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν ήταν πολλά (ωρολόγιο πρόγραμμα, διστακτικότητα μαθητών , προβλήματα συνεργατικότητας μαθητών, εργαστηριακές ελλείψεις κ.α.) , αλλά καταφέραμε να τα αξιοποιήσουμε και μέσω της γνωστικής σύγκρουσης με προϋπάρχουσες αντιλήψεις και θέματα, να φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα της κατανόησης της λειτουργίας και της χρησιμότητας των τροχαλιών καθώς και προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν από την χρησιμοποίησή τους.

Από την παρέμβαση προέκυψε ότι η διδασκαλία εννοιών της Φυσικής σε περιβάλλον STEM και ειδικότερα του Project Based Learning (PBL) , είναι αποτελεσματική για τους μαθητές και θα πρέπει με κάποιον τρόπο να ενσωματωθεί μέσα στην εκπαιδευτική διαδικασία μάθησης της Φυσικής ,σε μαθητές Γυμνασίου και Α! Λυκείου.

Λέξεις – Κλειδιά
STEM, PBL, Τροχαλίες ,

Abstract

This thesis refers to the design and implementation of a teaching scenario, which refers to the teaching of the pulley, based on the project method, which also integrates the cognitive areas of STEM education.

This project was carried out for the students of the 1st Lyceum EPAL Mykonos and followed the principles of exploratory learning and cooperative teaching. The students' participation was quite satisfactory and the new teaching method excited the students, who expressed their clear preference for the specific teaching method, "partially" rejecting the traditional teacher-centered way of teaching Physics.

Our purpose was to highlight the most appropriate teaching method, which will help secondary school students to grasp the physics concepts related to the pulley and to integrate the experiment in achieving the goals.

The problems faced were many (schedule, student reluctance, student cooperation problems, laboratory deficiencies, etc.), but we managed to utilize them and through the cognitive conflict with pre-existing concepts and issues, to reach the desired result of understanding the function and the usefulness of pulleys as well as problems that may arise from their use.

From the intervention it emerged that the teaching of Physics concepts in a STEM environment, and in particular Project Based Learning (PBL), is effective for students and should somehow be integrated into the educational process of learning Physics, to High School students and A' Lyceum.

Keywords

STEM, PBL, Pulleys

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	iv
Abstract	v
Περιεχόμενα	vi
Κατάλογος εικόνων	viii
Κατάλογος πινάκων και σχημάτων	ix
1. Εισαγωγή	9
1.1 Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM	10
1.2 STEM ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ	12
1.3 ΚΡΙΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM	15
2. PROJECT BASED LEARNING (PBL)	16
2.1 Μέθοδος project. Από την παραδοσιακή προσέγγιση στην εναλλακτική διδασκτική	19
2.2 Μέθοδος project. Χαρακτηριστικά της μεθόδου	24
2.2.1 Φάσεις Ή Στάδια της Μεθόδου project.	27
3. ΤΡΟΧΑΛΙΕΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΗ	31
3.1.1 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΜΠΟΔΙΑ	31
3.1.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ	32
3.1.3 Ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες	34
3.1.4. Νόμοι του Νεύτωνα	35
3.2 ΤΡΟΧΑΛΙΕΣ	38
3.2.1 Τύποι τροχαλιών	40
3.2.2 Μηχανικό πλεονέκτημα	43
3.3 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	44
4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ	
4.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	45
4.1.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	47
4.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΩΝ	48
4.3. ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ	50
4.4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	53
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56

Κατάλογος εικόνων και σχημάτων

Εικόνα 1 . Δυναμόμετρα	31
Εικόνα 2 . Σύνθεση Ομόροπων Δυνάμεων	32
Εικόνα 3. Σύνθεση Αντίροπων Δυνάμεων	33
Εικόνα 4. Σύνθεση κάθετων δυνάμεων	33
Εικόνα 5. Ανάλυση Δύναμης σε συνιστώσες	34
Εικόνα 6. Δύναμη που ασκείται στο σώμα	35
Εικόνα 7. Δυνάμεις που δέχεται το σώμα	35
Εικόνα 8. Ανάλυση δύναμης	36
Εικόνα 9 . Ζεύγη δράσης -αντίδρασης	37
Εικόνα 10. Ζεύγη δράσης -αντίδρασης	37
Εικόνα 11 Τροχαλίες – Βασικά στοιχεία τροχαλίας	39
Εικόνα 12. Βαρούλκο	39
Εικόνα 13. Μονή τροχαλία	40
Εικόνα 14. Δυνάμεις σε μονή τροχαλία	40
Εικόνα 15. Κινητή τροχαλία	41
Εικόνα 16. Δυνάμεις στην κινητή τροχαλία	41
Εικόνα 17. Σύστημα 4 τροχαλιών	42
Εικόνα 18. Πολύσπαστο με 4 τροχαλίες	45
Εικόνα 19 . Προετοιμασία	45
Εικόνα 20. Μονή τροχαλία	46
Εικόνα 21. Πειραματική διαδικασία	46
Εικόνα 22. Σύστημα 4 τροχαλιών	47
Εικόνα 23. Σύστημα 3 τροχαλιών	48
Εικόνα 24. Μονή τροχαλία	49
Εικόνα 25. Κινητή τροχαλία	49
Εικόνα 26. Απεικονίσεις παιδιών	50

Κατάλογος πινάκων και σχημάτων

Σχήμα 1. STEM Education	11
Πίνακας 1 . Αποτελέσματα πειράματος	47

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, πλήθος ερευνών σε Ελλάδα αλλά και σε ολόκληρο τον κόσμο, έχουν δείξει την αισθητή μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών αλλά και της απόδοσης τους, ως προς τις φυσικές επιστήμες. Η στείρα απομνημόνευση εξισώσεων και διαφόρων μεθοδολογιών, απομακρύνουν τους μαθητές από τον γραμματισμό, έχοντας τα αντίθετα αποτελέσματα, από τα ζητούμενα. Η αναζήτηση κατάλληλων διδακτικών προσεγγίσεων που θα αυξήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες καθώς και το βαθμό κατανόησης τους, είναι ένα σημαντικό ζήτημα και ταυτόχρονα ο πιο σύγχρονος εκπαιδευτικός στόχος. Προτείνεται λοιπόν η χρήση διδακτικών προσεγγίσεων, προσαρμοσμένων στις απαιτήσεις της σύγχρονης ζωής και πλαισιωμένων από τα κατάλληλα σύγχρονα διδακτικά εργαλεία. Στο πλαίσιο των παραπάνω σκέψεων, θεωρήθηκε σημαντικό να ενσωματωθεί στην διδασκαλία μας το STEM Education.

Στην εκπαίδευση STEM δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σε επικοινωνιακές δεξιότητες, καθώς και στην συνεργασία κυρίως μεταξύ μαθητών, στην απομάκρυνση από την δασκαλοκεντρική διδασκαλία και επικέντρωση στην μαθητοκεντρική προσέγγιση της γνώσης, αφού επίκεντρο της διδασκαλίας γίνεται ο μαθητής με ταυτόχρονη ενίσχυση της σχέσης εκπαιδευτικού -μαθητή, αφού ο εκπαιδευτικός γίνεται ο αποκεντρωμένος καθοδηγητής του μαθήματος, που επεμβαίνει μόνο εφόσον καταστεί αυτό αναγκαίο. Μέσω της μεθόδου Project Based Learning (PBL) θεωρήθηκε σημαντικό να διδαχθούν οι μαθητές την λειτουργία αλλά και την χρησιμότητα, μιας εκ των απλών μηχανών, της τροχαλίας.

Για να επιτευχθεί αυτό θεωρήθηκε απαραίτητο να ξεκινήσουμε από μια αποσαφήνιση εννοιών όπως η δύναμη. Έτσι, στο δεύτερο κομμάτι της εργασίας, φαίνεται η προσπάθειά εξήγησης των βασικών στοιχείων της Δυναμικής του Νεύτωνα, δηλαδή σύνθεση αλλά και ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες καθώς και των 3 νόμων του Νεύτωνα δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στον 1^ο Νόμο του Νεύτωνα. Αυτό έγινε, γιατί στα πειράματα, πήραμε περιπτώσεις ισορροπίας του σώματος κυρίως και όχι περιπτώσεις όπου το σώμα επιταχύνεται κατά την άσκηση της δύναμης που του ασκούμε.

Κατόπιν, η εργασία συνεχίζει με μια ιστορική αναδρομή των τροχαλιών, για να γνωρίσουν οι μαθητές καλύτερα την χρησιμότητα, την αναγκαιότητα αλλά και την παλαιότητα του μηχανισμού που μελετήσαμε. Η αναδρομή έγινε μέσα στο πλαίσιο της Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, η οποία καταδεικνύει την πορεία αλλά και την εξέλιξη της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, στο διάβα του χρόνου. Μιας εξέλιξης που, είναι απαραίτητο να την γνωρίζουμε, για να μπορούμε να καταλάβουμε τις πρακτικές πειραματισμού και παρατήρησης που οδήγησαν σε βελτιώσεις αλλά και σε νέες πρακτικές ή θεωρίες, που ισχύουν σήμερα.

Στο επόμενο κομμάτι της εργασίας , γίνεται μια προσπάθεια επεξήγησης των μερών που αποτελούν μια τροχαλία, των κατηγοριών που χωρίζουμε τις τροχαλίες , αλλά και της χρησιμότητας τους. Μελετήσαμε θεωρητικά περιπτώσεις και συστήματα τροχαλιών και εισαγάγαμε την έννοια του μηχανικού πλεονεκτήματος. Βρήκαμε τρόπους υπολογισμού του μηχανικού πλεονεκτήματος και μελετήσαμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης , συστήματος τροχαλιών. Τέλος περάσαμε στο στάδιο του πειραματικού ελέγχου και συνειδητοποίησης των προαναφερθέντων. Μέσω του πειράματος επαληθεύσαμε την θεωρία και μέσα από την ομαδοσυνεργατικότητα των μαθητών (οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των 3 ατόμων) καταφέραμε να εντάξουμε το πείραμα στην θεωρία που διδαχθήκαμε, αλλά και να συνεργαστούν οι μαθητές καθώς και να ενδιαφερθούν για το μάθημα. Το ενδιαφέρον των μαθητών ήταν αυξημένο ακόμα και για μαθητές που ήταν πλήρως αμέτοχοι , μέχρι τότε.

Μέσω του φύλλου εργασίας , ελέγξαμε τις γνώσεις που αποκτήσαμε και τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα που εξάγονται από το project που πραγματοποιήθηκε .

Τα αποτελέσματα και οι παρατηρήσεις καταδεικνύουν την χρησιμότητα και την αποτελεσματικότητα του PBL καθώς και του STEM Education

1.1 Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM

Ο όρος STEM αποτελεί το ακρωνύμιο, που αποτελείται από τις λέξεις Science, Technology, Engineering, Mathematics. Πρόκειται για μία διεπιστημονική (interdisciplinary) προσέγγιση. Ειδικά στον τομέα της μάθησης, τα πράγματα απλοποιούνται κατά πολύ, αφού αφαιρεί τα παραδοσιακά όρια μεταξύ διαφορετικών γνωστικών τομέων της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών και τους συνενώνει σε απλές ,εφαρμόσιμες και προσιτές στους μαθητές εμπειρίες μάθησης της καθημερινότητας (Vasquez et al., 2013).

Μάλιστα , αναφέρεται ότι, τη δεκαετία του 1990, το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF) άρχισε να χρησιμοποιεί το "SMET" ως συντομογραφία για τους όρους "επιστήμη, μαθηματικά, μηχανική και τεχνολογία». Όταν όμως στο NSF,(Εθνικό Ίδρυμα Επιστήμης) ο υπεύθυνος προγράμματος παραπονέθηκε ότι το "SMET" ακουγόταν πιο πολύ σαν «smut» (καπνιά) , τότε επαναδιατυπώθηκε το ακρωνύμιο και έτσι γεννήθηκε το ακρωνύμιο «STEM».

(Mark Sanders ,2008)

Μέχρι πρόσφατα, οι ρόλοι της κάθε επιστήμης , που ήταν και στόχοι ακαδημαϊκής καριέρας και όχι μόνο ,ήταν προκαθορισμένοι και ξεκάθαρα ορισμένοι.

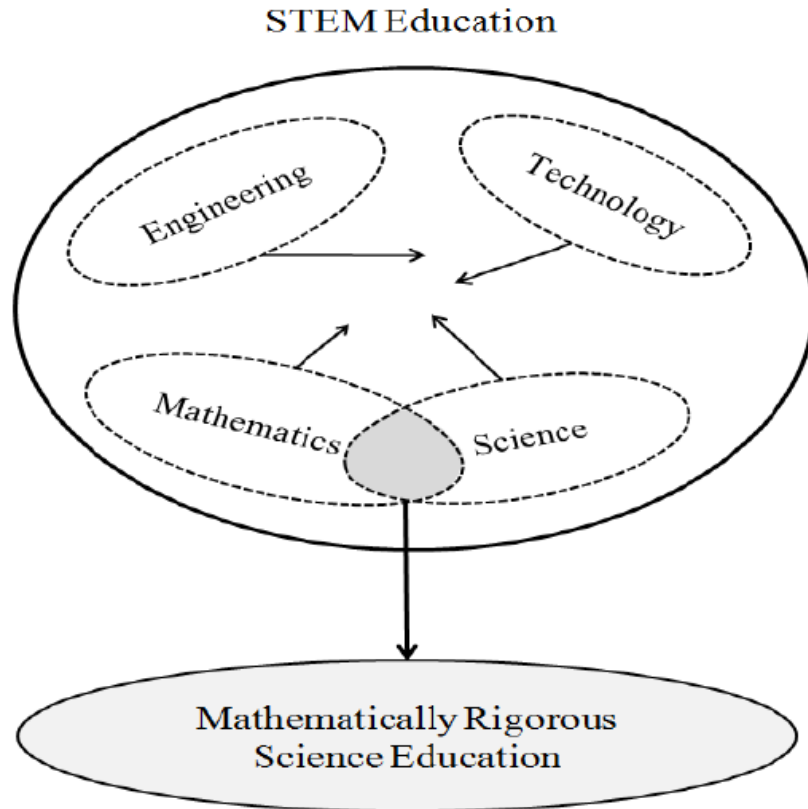
Έτσι είχαμε :

- **Επιστήμη:** η συστηματική μελέτη της φύσης και της συμπεριφοράς της στο σύμπαν, όπου με βάση την παρατήρηση, το πείραμα , τη μέτρηση, καθώς και την διατύπωση των αντίστοιχων νόμων να μπορούν να περιγραφούν τα γεγονότα αυτά με γενικούς όρους (White,2014).
- **Τεχνολογία:** ο κλάδος της γνώσης που ασχολείται με τη δημιουργία και χρήση τεχνικών μέσων (υπολογιστών κ.α.) καθώς και τη σχέση τους με τη ζωή, την κοινωνία και το περιβάλλον, βασιζόμενη σε θέματα όπως οι βιομηχανικές τέχνες, η μηχανική, η εφαρμοσμένη επιστήμη και καθαρή επιστήμη (White,2014).
- **Επιστήμη της Μηχανικής:** η τέχνη ή η επιστήμη της πρακτικής εφαρμογής της γνώσης των καθαρών επιστημών, όπως η φυσική ή η χημεία, όπως στην κατασκευή κινητήρων, γέφυρες, κτίρια, ορυχεία, πλοία και χημικά εργοστάσια (White,2014).
- **Μαθηματικά:** μια ομάδα επιστημών, συμπεριλαμβανομένης της άλγεβρας, της γεωμετρίας και του λογισμού, που ασχολείται με τη μελέτη του αριθμού, της ποσότητας, του σχήματος και του χώρου και τους αλληλεπιδράσεις με χρήση εξειδικευμένης σημειογραφίας (Μαθηματικά, 2012). (White,2014))

Στις μέρες μας , όμως τα πράγματα έχουν αλλάξει. Η γνώση των μαθηματικών και της επιστήμης είναι πανταχού παρούσες στη σύγχρονη κοινωνία (Chesky, Nataly Z. and Mark R. Wolfmeyer , 2015). Οι ίδιοι σε κάποιο άλλο σημείο αναφέρουν: Δεδομένου ότι το STEM είναι ο πυρήνας της γνώσης μας ως κοινωνία, είναι ζωτικής σημασίας για τους μαθητές να αποκτήσουν πλήρη γνώση του πυρήνα των πληροφοριών, των ρυθμών αλγορίθμων, των διαδικασιών και των μεθόδων του.

Καταλαβαίνουμε λοιπόν , ότι η στείρα απομόνωση των επιστημών και ειδικά στην εκπαίδευση , όπου κάθε καθηγητής επικεντρωνόταν στο αντικείμενό του και δίδασκε αυτόνομα και ανεξέλεγκτα πολλές φορές , έχει περάσει ανεπιστρεπτί. Οι επιστήμες και ειδικά οι τέσσερις επιστήμες του STEM είναι αλληλοσυνδεδεμένες και αλληλοκαλυπτόμενες, σε πολλά σημεία.

Σύμφωνα με τους Robert M. Capraro Mary, M. Capraro (2014) οι αλληλεπιδράσεις υπάρχουν και είναι συχνά αναπόσπαστα μέρη των κλάδων STEM.



Σχήμα 1. STEM Education

Ωστόσο, το μοντέλο υποθέτει επίσης ότι χρειάζεται ένας καλά μορφωμένος δάσκαλος με ισχυρό γνωστικό και παιδαγωγικό επίπεδο, ικανό να ανταποκριθεί στις αλληλεπιδράσεις STEM και της πραγματικότητας, καθώς και στις ρυθμίσεις της τάξης (βοηθητικό υλικό , ρύθμιση διακόσμησης της τάξης , βοήθεια σε μαθητές κ.α.) (Robert M. Capraro, Mary M. Capraro,2014).

Τα σχολεία μας , την εποχή που ζούμε ,χρειάζονται καλά μορφωμένους δασκάλους STEM που μπορούν να μεγαλώσουν την τρέχουσα γενιά με ικανότητα καινοτομίας. Η ολοκληρωμένη εκπαίδευση εκπαιδευτικών ,πρέπει να είναι μέσα από προγράμματα που προετοιμάζουν τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς και τους εξοπλίζουν με τις σωστές γνώσεις, δεξιότητες και πεποιθήσεις ώστε να είναι αποτελεσματική η εφαρμογή της εκπαίδευσης STEM και να αυξάνει τις ικανότητες καινοτομίας των μαθητών (Cuadra & Moreno, 2005)

Πρέπει να κατανοήσουμε και να διδάξουμε το STEM ως μια διασυνδεδεμένη οντότητα με μια ισχυρή συνεργατική σύνδεση με τη ζωή (Robert M. Capraro, Mary M. Capraro , 2014).

Τα ολοκληρωμένα προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών εκπαιδεύουν τους μελλοντικούς δασκάλους να εφαρμόσουν την STEM εκπαίδευση ώστε να μπορούν να αυξήσουν τις ικανότητες καινοτομίας των μαθητών (NSF, 2011).

1.2 STEM ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ

Η ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM βασίζεται στις αρχές του κonstrουκτιβισμού και τα ευρήματα τριών δεκαετιών των γνωστικών επιστημών (Mark Sanders 2008). Οι Bruning, Schraw, Norby, and Ronning (2004) προσδιόρισαν ως ακολούθως το σύνολο των γνωστικών σημείων που αντιστοιχούν σε μια ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM:

- Η μάθηση είναι μια εποικοδομητική, και όχι απλώς μια δεκτική διαδικασία.
 - Τα κίνητρα και οι πεποιθήσεις αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της γνώσης.
 - Η κοινωνική αλληλεπίδραση είναι πρωταρχική για τη γνωστική ανάπτυξη.
 - Η γνώση συσχετίζεται με τις στρατηγικές και την τεχνογνωσία
- Τα γνωστικά θέματα που αναπτύσσονται μέσα από τις επιστήμες, και από ολοκληρωμένες δραστηριότητες STEM αποτελούν παραδείγματα κonstrουκτιβιστικής πρακτικής για την εκπαίδευση. (Mark Sanders 2008)
- Παρέχουν το πλαίσιο για την οργάνωση ,κατανόηση της επιστήμης και των μαθηματικών και ενθαρρύνουν τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στη γνώση των συμφραζομένων των επιστημών και των μαθηματικών, προωθώντας έτσι την ανάκληση και μεταφορά μάθησης.(Mark Sanders 2008).
- Λόγω της σημασίας των μαθηματικών δεξιοτήτων στην επιτυχία πολλών θεμάτων STEM (Seymour & Hewitt, 1997) και του βασικού τους ρόλου στην απόφαση επιλογής πτυχίου STEM (Wang, 2013), υπάρχει επείγουσα κοινωνική και εκπαιδευτική ανάγκη για καλύτερη και βαθύτερη κατανόηση στους μηχανισμούς και τις διαδικασίες που διέπουν τη μάθηση και την επίδοση των μαθητών σε μαθήματα όπως τα μαθηματικά (Turner & Varley, 2012), καθώς και την κατανόηση παραγόντων που υποστηρίζουν και παρακινούν τους μαθητές να μάθουν και να επιτύχουν στα μαθηματικά (Singh, Granville, & Dika, 2002).(Juan Nunez, Jeffrey Leiws,2014)

Σύμφωνα , με τους αναφερόμενους , το κίνητρο της μάθησης , το διαχωρίζουμε σε δύο κατηγορίες :

- **Αυτόνομο κριτήριο** : Στην κατηγορία αυτή , εμπλέκονται οι μαθητές που με δική τους πρωτοβουλία και θέληση , εμπλέκονται στις διαδικασίες μάθησης
- **Ελεγχόμενο κριτήριο** : Εδώ βρίσκονται οι μαθητές που εμπλέκονται με την μάθηση , λόγω εξωτερικών πιέσεων και κινήτρων. όπως ευκαιρίες σταδιοδρομίας, ή υποσχέσεις

Σύμφωνα με την Self-Determination Theory (SDT) , η ικανότητα, η αυτονομία και η συγγένεια είναι βασικές ανθρώπινες ανάγκες και οι εκπαιδευτικοί παίζουν κρίσιμο ρόλο στην παροχή των αναγκών των μαθητών, κάτι που στη συνέχεια συμβάλλει στο κίνητρό τους για μάθηση και επίδοση (Niemiec & Ryan, 2009).

Το πιο σημαντικό είναι ,ότι ο βαθμός στον οποίο οι μαθητές αισθάνονται ότι έχουν αυτονομία στα περιβάλλοντα της τάξης τους καθορίζει και το αυτόνομο κίνητρό τους (Gagne & Deci, 2005). Για παράδειγμα, οι Hafen et al. (2012) διαπίστωσε ότι οι αντιλήψεις των εφήβων για την αυτονομία μέσα στην τάξη προέβλεπαν μια πιο έντονη αλλαγή στη συμμετοχή των ιδίων μαθητών στα δρώμενα της τάξης .

Ετσι ,οι μαθητές θα ένιωθαν να ικανοποιείται η ανάγκη τους για αυτονομία όταν θα μπορούσαν να βρουν κάποιο βαθμό ουσιαστικής επιλογής και σκοπού στις σχολικές τους δραστηριότητες και όταν οι δάσκαλοί τους ανταποκρίνονταν και τους υποστηρίζουν (Reeve and Halusic, 2009, Skinner and Belmont, 1993). Η υποστήριξη του αυτόνομου κινήτρου έχει συναισθηματικές, γνωστικές και συμπεριφορικές συνέπειες για τους μαθητές και την αυτορυθμιζόμενη μάθησή τους (Juan L. Núñez b, Jeffrey Liew ,2015) .

Η προσπάθεια των μαθητών , πρέπει να στηριχθεί με κάθε τρόπο και οποιεσδήποτε αποτυχίες ή προκλήσεις πρέπει να συνταχθούν μέσα από κριτική σκέψη και να οδηγήσουν σε δημιουργία ελπίδας και νοήματος.

Οι σχολικές παρεμβάσεις που στοχεύουν στην υποστήριξη της αυτονομίας των μαθητών έχουν αποδειχθεί περισσότερο αποτελεσματικές.

Μια ανάλυση 19 μελετών σχετικά με παρεμβάσεις που στοχεύουν στην αυτονομία των μαθητών που διεξήχθη από τους Su και Reeve (2010) διαπίστωσε ,ότι τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων και ότι τα μεγέθη των επιπτώσεων, ήταν μεγαλύτερα όταν η παρέμβαση παρείχε στους μαθητές ουσιαστικούς λόγους, αναγνώριζε τα συναισθήματα τους και χρησιμοποιούσε μη ελεγκτική γλώσσα και προσφερόμενες επιλογές.(Juan L. Núñez b, Jeffrey Liew ,2015)

Οι στρατηγικές μάθησης των μαθητών ποικίλλει από την απομνημόνευση , μέχρι την βαθιά επεξεργασία .

Η κατανόηση των αποτελεσμάτων της βαθιάς επεξεργασίας έχει προσελκύσει την προσοχή από πολλούς δασκάλους και ερευνητές, γιατί η βαθιά επεξεργασία διευκολύνει την αποθήκευση πληροφοριών στη μακροπρόθεσμη μνήμη, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν αργότερα και να εφαρμοστούν με ουσιαστικούς ή χρήσιμους τρόπους (Craik and Lockhart 1972&Dinsmore and Alexander 2012), (Evans and Vermunt, 2013),(Pintrich, 2004).

Σύμφωνα με τη Θεωρία Επεξεργασίας Πληροφοριών, η βαθιά επεξεργασία των πληροφοριών επιτρέπει τη διατήρηση της πληροφορίας ώστε να είναι δυνατή η πρόσβαση και η χρήση τους στο μέλλον (Lockhart & Craik, 1990)

Οι μαθητές που έχουν κίνητρο να μάθουν είναι πιθανό να εμπλακούν σε βαθιά επεξεργασία των πληροφοριών που αποκτούν (Biggs & Tang, 2011),

συμπεριλαμβανομένης της προσοχής στις λεπτομέρειες και της δημιουργίας συνδέσεων μεταξύ των ιδεών (Entwistle & McCune, 2013).

Το αποτέλεσμα των στρατηγικών βαθιάς επεξεργασίας εξαρτώνται φυσικά ,από το πλαίσιο που χρησιμοποιείται, αλλά σε γενικές γραμμές είναι σήμερα αποδεκτό ότι όσο περισσότερο οι μαθητές σκέφτονται και επεξεργάζονται τις πληροφορίες που έχουν μάθει, τόσο περισσότερο θα τις κατανοούν και θα τις θυμούνται, και θα τις ανακαλούν όποτε θεωρηθεί αυτό πρόβλημα.(Juan L. Núñez b & Jeffrey Liew ,2015)

Βέβαια , τα προαναφερθέντα δεν αποτελούν εχέγγυο , για την κατανόηση των μαθηματικών. Υπάρχει ένα κενό ερευνών , στον τομέα αυτό , αλλά συμφωνώντας με τους Juan L. Núñez b, Jeffrey Liew , θα αναφέρουμε ότι: << Συμπερασματικά, θα δοκιμάσουμε ένα μοντέλο όπου η ρύθμιση της προσπάθειας και η βαθιά επεξεργασία είναι δύο αυτορυθμιζόμενοι μηχανισμοί μάθησης μέσω των οποίων η αυτονομία και το αυτόνομο κίνητρο προβλέπουν τα μαθηματικά επιτεύγματα>>.

1.3 ΚΡΙΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM

Δεν είναι λίγοι οι επιστήμονες και διανοητές που διαφωνούν , με τον τρόπο καθώς και με την φιλοσοφία της εκπαίδευσης STEM. Θεωρούν ,ότι η εκπαίδευση STEM,γίνεται με λανθασμένα κριτήρια , έχει αποπροσανατολιστεί , από την αρχική της θέση και ουσιαστικά κατακρίνουν τους χειρισμούς και το αποτέλεσμα της όλης προσπάθειας. Πιο συγκεκριμένα ,οι Chesky και Wolfmeyer (2015) δηλώνουν, «η εκπαιδευτική πολιτική STEM είναι ιστορικά παγιωμένη με εθνικιστικούς στόχους милитарισμού και οικονομικής ασφάλειας» (σελ. 6)

Σύμφωνα με τους παραπάνω επιστήμονες , το STEM μπορεί να θεωρηθεί, ως μία κοινωνική κατασκευή , που ανταποκρίνεται στις συνθήκες της κοινωνίας και τις προσπάθειες των ισχυρών και ελίτ του κόσμου, για κατασκευή

“νέων” επιστημόνων , που θα μπορούν να ανταποκρίνονται στα σύνθετα προβλήματα της υψηλής τεχνολογίας , που έχει αναπτυχθεί στις μέρες μας , και θα αποτελούν ένα κερδοφόρο εργατικό δυναμικό στο όνομα του βιοκαπιταλισμού. Θεωρούν , ότι υπάρχει ένα σοβαρό κενό , στην όλη κριτική θεωρία του θέματος. Θεωρούν , ότι , οι οντολογικές αντιλήψεις της εκπαίδευσης STEM περιλαμβάνουν τον απολυταρχισμό, τον παραπρωματισμό και την αισθητική, σε αντίθεση με τους πραγματικούς στόχους που θα έπρεπε να είχε η εκπαίδευση STEM , που αντικατοπτρίζονται σε επιστημολογίες που θα έπρεπε να περιλαμβάνουν παραδοσιακή, κονστρουκτιβιστική και μετασχηματιστική ικανότητα.

Ιδιαίτερη βαρύτητα στις ανησυχίες τους ,παίζει και ο ρόλος που θα διαδραματίζουν τα μαθηματικά και τις επιρροές τους στις διάφορες πτυχές της ζωής και κοινωνικότητας των μαθητών. Εδώ εισάγεται και ο ρόλος των εκπαιδευτικών , που πρέπει να επεμβαίνουν , με τον τρόπο τους , όπου χρειάζεται.

Πιο συγκεκριμένα , οι κριτικοί εκπαιδευτικοί πρέπει να αξιοποιήσουν το STEM ως χώρο για αμφισβητήσεις και κατασκευές , που επιβάλλονται να βρίσκονται μέσα σε κοινωνικά πλαίσια, ζητώντας μετασχηματιστική εκπαίδευση STEM ,με αποτέλεσμα την παραγωγή επιστημονικής γνώσης μέσα στα πλαίσια της κοινωνικής ζωής (σελ. 79-80).

Οι Chesky και Wolfmeyer ισχυρίζονται ότι «τα μαθηματικά και η επιστήμη δεν χρειάζεται να είναι «χρήσιμα» σε όλες τις περιπτώσεις» και ότι η αισθητική αξίζει να «εκτιμηθεί με τους δικούς της όρους και για τίποτα» (σελ. 89).

Και συνεχίζοντας την κριτική θεώρηση μας βάζουν να θεωρήσουμε τους αξιολογικούς στόχους της εκπαίδευσης STEM που θα επικεντρωθούν όχι μόνο στη βιώσιμη τεχνολογία, αλλά και για την αξιοποίηση της αισθητικής επίγνωσης, με σχέδιο που θα περιλαμβάνει και τις περιβαλλοντικές ευαισθησίες, την αφύπνιση της πολιτιστικής, έμφυλης και ταξικής κριτικής συνείδησης, ή για τίποτα απολύτως. (σελ. 89).

Οι παραπάνω συγγραφείς αναρωτιούνται : Εν μέσω των πολιτικών και λογοδοτικών επιλογών που γίνονται από την ισχυρή ελίτ, έχω μείνει να αναρωτιέμαι τι επιρροή μπορούν να έχουν οι εκπαιδευτικοί για να τονώσουν και να οδηγήσουν την εκπαίδευση STEM προς αυτή την κατεύθυνση. Αύξηση της ευαισθητοποίησης σχετικά με τα πραγματικά κίνητρα που διέπουν την εκπαιδευτική πολιτική STEM και αναπαρουσίαση του. Η δυνατότητα αναπροσανατολισμού και αναδιάρθρωσης αυτών των κινήτρων φαίνεται να είναι βήματα προς την κατεύθυνση της μετατόπισης πολιτικές για την παροχή πιο ολοκληρωμένης και επωφελούς εκπαίδευσης STEM. Επομένως συγκρίνοντας , όλα τα παραπάνω , φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι ως εκπαιδευτικός σε ένα σύστημα που κυριαρχείται από τυποποιημένες δοκιμές υψηλών διακυβεύσεων, η σημασία της εγγενούς αξίας της γνήσιας μάθησης και της αισθητικής που διέπουν τα μαθήματα των μαθηματικών και της επιστήμης είναι

αναζωογονητικά και παρέχουν ελπίδα για πιθανή αλλαγή και ορθολογικότερη αξιοποίηση της εκπαίδευσης STEM.

Η παραγωγή νέων σύγχρονων και καταρτισμένων επιστημόνων , φυσικά και αποτελεί πρωταρχικό στόχο , σε μια ανταγωνιστική κοινωνία και εκπαίδευση ,αλλά ταυτόχρονα ως εκπαιδευτικοί καλούμαστε να συγκεράσουμε τις επιστήμες STEM και την κοινωνική ,περιβαλλοντολογική και αισθητική αξία της μάθησης και των αξιών που θα διέπουν τους αυριανούς επιστήμονες , που εμείς προετοιμάζουμε , την δεδομένη χρονική στιγμή.

2.PROJECT BASED LEARNING (PBL)

Σύμφωνα με τη σύγχρονη παιδαγωγική ,τα βιώματα και οι βιωματικές καταστάσεις αποτελούν την αφετηρία της διδακτικής πράξης. Οι εκπαιδευόμενοι αξιοποιούν συχνά τις εμπειρίες που η καθημερινή ζωή τους προσφέρει και τα καταθέτουν, στα πλαίσια συζητήσεων, ως αντικείμενο αναζήτησης, διερεύνησης και διδακτικής δράσης. Έτσι, η διδακτική πράξη τα τελευταία χρόνια μετασχηματίζεται επιζητώντας ένα νέο πλαίσιο Βιωματικής Επικοινωνιακής διδασκαλίας. Η Βιωματική διδασκαλία περιλαμβάνει καταστάσεις από το κοινωνικό περιβάλλον, δηλαδή γνήσια κοινωνικά φαινόμενα. Ο Χρυσafίδης (2006), εύστοχα επισημαίνει ότι, επειδή οι γνήσιες κοινωνικές καταστάσεις και προβληματισμοί εξαντλούνται πολύ γρήγορα στην τάξη, είναι απαραίτητο ένα μεγάλο μέρος της σχολικής δραστηριότητας να μεταφέρεται έξω από το σχολείο, μέσα στην κοινωνία, όπως επίσης και να μπαίνει η ίδια η κοινωνία μέσα στο σχολείο.

Ο όρος project έχει αποδοθεί στη νέα ελληνική με διαφορετικούς όρους. Από κάποιους μεταφράζεται ως βιωματική επικοινωνιακή διδασκαλία (Χατζηδήμου & Ταρατόρη, 2002). Σήμερα ο όρος αυτός αναφέρεται και στη μέθοδο διδασκαλίας και στη διαθεματική οργάνωση της γνώσης και του αναλυτικού προγράμματος και αποδίδεται ως «συλλογικά διεπιστημονικά σχέδια εργασίας πολλαπλής νοημοσύνης» (Ματσαγγούρας, 2002).

Η Κοσσυβάκη (2003) θεωρεί ότι πρέπει να αποδώσουμε τον όρο project ως σχέδια δράσης δεδομένου ότι το χαρακτηριστικό του μοντέλου αυτού είναι ο σχεδιασμός και η δράση του μαθητή κυρίως σε μη ελεγχόμενα περιβάλλοντα σε ατομική ή ομαδική βάση. Ο ορισμός αυτός είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον, καθώς το project συμπεριλαμβάνει την ολόπλευρη συμμετοχή του μαθητή και απευθύνεται σε θέματα διακριτών μαθημάτων ή σε διεπιστημονικού και διαθεματικού χαρακτήρα καθώς και θέματα του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος. Η μέθοδος project τοποθετείται σήμερα στην πρώτη γραμμή των μεθόδων εκπαίδευσης ενηλίκων, ανταποκρινόμενη στο αίτημα για ολιστική και ανακαλυπτική μάθηση και στην ανάγκη για ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως εύστοχα επισημαίνουν οι Θεοφανέλλης & Καραγεωργίου (2009 σελ.13).

Σημαντικά είναι τα χαρακτηριστικά της μάθησης που αποδίδονται στη μέθοδο project από την Κοσσυβάκη, (2003, σελ.451), τα οποία προσιδιάζουν με το χαρακτήρα που καλείται να έχει η σύγχρονη εκπαίδευση. Σύμφωνα με την άποψη αυτή στο πλαίσιο δράσης του project, η μάθηση προσλαμβάνει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Είναι ολιστική, δηλαδή προκαλείται η ολόπλευρη συμμετοχή του μαθητή, το σύνολο της προσωπικότητας του με την αντίστοιχη ανάληψη και της ευθύνης,
- Επιδιώκεται η απόκτηση γνώσεων που σχετίζονται με τη ζωή, καθώς διαμέσου του μοντέλου των σχεδίων δράσης οδηγούνται οι μαθητές σε συσχετίσεις μάθησης και ζωής,

• Η διδακτική δραστηριότητα του εκπαιδευτικού επεκτείνεται κυρίως στην παροχή συμβουλών, βοήθειας, στη βραχυπρόθεσμη μετάδοση δεξιοτήτων, στην παρατήρηση πολλαπλών δραστηριοτήτων ταυτόχρονα, στη στήριξη των μαθητών να καταλήξουν σε ένα αποτέλεσμα.

Το project επίσης συνδέεται άμεσα με μια πτυχή της εκπαίδευσης που σχετίζεται με την κοινωνικοποίηση του ατόμου. Αυτό συμβαίνει, γιατί το project αποτελεί έκφανση της ομαδοσυνεργατικής εκπαίδευσης η οποία παιδαγωγικά αναγνωρίζεται ότι έχει επιπτώσεις στον κοινωνικό, ψυχολογικό και γνωστικό τομέα. Πολύ σημαντική θα θεωρούσαμε τη θέση του Ματσαγγούρα (2007), σύμφωνα με την οποία η συνεργατική οργάνωση που προσφέρει το project αποτελεί τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο κοινωνικοποίησης καθώς:

- Προσφέρει περισσότερες ευκαιρίες διατομικής επικοινωνίας μέσα στα πλαίσια της συνεργαζόμενης ομάδας.
- Αυξάνει το βαθμό αποδοχής του ατόμου από την ομάδα
- Καλλιεργεί τη δυνατότητα του ατόμου να εκτιμήσει την ανάγκη και τη σημασία της συνεργασίας, να κατανοήσει την αρχή της αμοιβαιότητας και να αναπτύξει στάσεις ανοχής έναντι των άλλων που συχνά είναι διαφορετικοί.
- Προσφέρει δυνατότητες θεώρησης των πραγμάτων από τη σκοπιά των άλλων (empathy).

Η μέθοδος project ενθαρρύνει τη διαθεματικότητα με δεδομένο ότι ο κόσμος που μας περιβάλλει αποτελεί μια ενιαία ενότητα. Οι εκπαιδευόμενοι δραστηριοποιούνται σε δράσεις οι οποίες έχουν διαθεματικό υπόβαθρο. Έτσι, προκειμένου να προσεγγίσουν ένα πρόβλημα, οι εκπαιδευόμενοι αντλούν υλικό από διαφορετικές γνωστικές περιοχές καθώς και εργαλεία από διαφορετικές επιστήμες.

Χρησιμοποιώντας αλλά και επινοώντας εργαλεία επίλυσης προβλημάτων οι εκπαιδευόμενοι εξελίσσουν το αντιληπτικό τους επίπεδο. Και αυτό το πετυχαίνουν προσεγγίζοντας ένα πρόβλημα, αντιλαμβανόμενοι την πολυπλοκότητα ενός

προβλήματος, ερευνώντας, κατανοώντας τις συνέπειες και αναζητώντας λύσεις.

Αυτή η προσέγγιση ενθαρρύνει τον απεγκλωβισμό γνώσεων και δεξιοτήτων. Όπως

χαρακτηριστικά αναφέρει ο Ματσαγγούρας: «Τα ενοποιημένα (integrated)

προγράμματα σπουδών, που συγχωνεύουν τα περιεχόμενα διαφορετικών κλάδων,

αλλά και την ανεπίσημη βιωματική γνώση των μαθητών με την επίσημη σχολική,

αυξάνουν τις δυνατότητες επιλογής σε διδάσκοντες και διδασκόμενους και, έτσι,

οδηγούν στη συγκρότηση της ταυτότητας του ενεργού μαθητή, που μπορεί άνετα να

εξελιχθεί σε ενεργό πολίτη. Μια τέτοια προοπτική αφορά τόσο τη συμβολή της

εκπαίδευσης στην ανάπτυξη των ατόμων όσο και τη συμβολή της στην κοινωνική

ανασυγκρότηση.» (Ματσαγγούρας 2004, σελ. 40) .

Ο Χρυσοφίδης επισημαίνοντας εύστοχα τις ευκαιρίες που η βιωματική μάθηση δίνει,

αναφέρει χαρακτηριστικά: « Στα πλαίσια της Βιωματικής-Επικοινωνιακής

διδασκαλίας θα πρέπει να δίνεται στους μαθητές η ευκαιρία και ο χρόνος ως άτομα

και ως ομάδα, να προβληματίζονται, να διερευνούν τις υποθέσεις τους και να

καταλήγουν σε συμπεράσματα, ως αποτέλεσμα της ευρηματικής τους

ενασχόλησης». (Ματσαγγούρας 2006, σελ. 67)

Έτσι , καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο καλύτερος τρόπος συγκερασμού της

STEM εκπαίδευσης και της απόδοσης των μαθητών , αποτελεί το PBL . Όχι μόνο

δίνει την δυνατότητα ενεργής συμμετοχής των μαθητών στο εκάστοτε μάθημα , αλλά

προάγει και την κοινωνικότητά τους , την αποτελεσματικότητά τους κ.α.

Γι' αυτό το λόγο στην συγκεκριμένη πτυχιακή παρουσιάζουμε την εξέλιξη ενός

τέτοιου project , που έχει να κάνει με την διδασκαλία των τροχαλιών, σε επίπεδο

φυσικής Α΄ Λυκείου.

2.1 ΜΕΘΟΔΟΣ PROJECT. ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ

Η παραδοσιακή προσέγγιση στη διδασκαλία βασίζεται στην ιδέα ενός μοντέλου

μετάδοσης της γνώσης, στην οποία οι βασικές δεξιότητες και τα δεδομένα

διδάσκονται μέσω της άμεσης διδασκαλίας από τον δάσκαλο.

Η γνώση μεταφέρεται κυρίως μέσω διαλέξεων , (ή μέσω επίλυσης ασκήσεων , στα

θετικά μαθήματα) από τον καθηγητή προς τον μαθητή.(Νέος Παιδαγωγός 2014)

Αυτός ο τρόπος διδασκαλίας επιφέρει μια στείρα μάθηση απομνημόνευσης , πολλές

φορές , που 'διώχνει' τα παιδιά μακριά από την μάθηση και τα ωθεί πολλές φορές σε

λάθος προσεγγίσεις της γνώσης.

Η εκπαιδευτική μεταρρύθμιση , θεωρήθηκε ως απαραίτητη ,για την καταπολέμηση

της παλαιωμένης προσέγγισης μάθησης , που ίσχυε μέχρι πρόσφατα , στα ελληνικά

σχολεία. Μόνο που η αλλαγή αυτή καθυστερεί , λόγω διαφόρων προβλημάτων και αντιστάσεων , που εμφανίζονται από διάφορους παράγοντες (εκπαιδευτικούς κ.α.) Η Clark (2006) ακολουθώντας την κλασική ανάλυση του Fullan (1982) για την εκπαιδευτική αλλαγή ερμηνεύει την αντίσταση στην αλλαγή ως αποτέλεσμα των υπάρχουσών πεποιθήσεων των εκπαιδευτικών και της ψευδούς βεβαιότητας.

Οι διαδικασίες της διδασκαλίας, όμως, με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις και παιδαγωγικές πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών, δεν μπορούν να αλλάξουν. Ο Fullan (1982) αναφέρεται σε αυτό το φαινόμενο με τον όρο **ψευδής βεβαιότητα** .

Αυτή η στρεβλή πραγματικότητα , κάνει τους καθηγητές να μην συμμετέχουν στην εκπαιδευτική αλλαγή , αλλά χωρίς όμως στην πραγματικότητα να συνεισφέρουν τίποτα , αφού δεν ενσωματώνουν τίποτα το καινούργιο στην διδασκαλία τους.

Ο Fullan (1982) συνεχίζει , λέγοντας ότι οι αλλαγές αυτού του είδους περιλαμβάνουν τη δύσκολη διαδικασία της κατασκευής νέων εννοιών που έρχονται πολύ συχνά σε αντίθεση με την υπάρχουσα γνώση του δασκάλου και τις αντιλήψεις του για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Τονίζεται επίσης, ότι για να συντελεστεί η εκπαιδευτική αλλαγή, πρέπει να αλλάξει το επίπεδο των γενικών παιδαγωγικών γνώσεων και πεποιθήσεων σε κάθε δάσκαλο ξεχωριστά. (Νέος Παιδαγωγός 2014)

Επιπλέον, οι Boriko και Putnam (1996) εξηγούν ότι οι εδραιωμένες παιδαγωγικές πεποιθήσεις, δημιουργούν μια σημαντική αντίσταση στην αλλαγή. "Όπως οι γνωστικά προσανατολισμένες μελέτες της μάθησης, έχουν καταδείξει τον βασικό ρόλο που παίζουν οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών ,στον καθορισμό του τρόπου που λαμβάνουν και ερμηνεύουν τις οδηγίες των καθηγητών τους και το γνωστικό υλικό. Οι υπάρχουσες γνώσεις και οι πεποιθήσεις τους είναι καθοριστικές για το τι μαθαίνουν και πώς το μαθαίνουν, μέσα από τις εμπειρίες των εκπαιδευτικών. Οι παιδαγωγικές πεποιθήσεις αυτές, (παραδοσιακή προσέγγιση) είναι εξαιρετικά πιθανό να αντιστέκονται στην αλλαγή, όσον αφορά τους εκπαιδευτικούς, που προσπαθούν να υιοθετήσουν τις βασικές δυναμικές και διαδραστικές διεργασίες της προσέγγισης project. Είναι πολύ λογικό λοιπόν κανείς να υποθέσει ότι οι εκπαιδευτικοί μπορεί και να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν τις συνήθεις διαδικασίες της άμεσης διδασκαλίας (παραδοσιακή παιδαγωγική), αρνούμενοι την αλλαγή ,εν γνώσει ή εν αγνοία τους. (περιοδικό Νέος Παιδαγωγός)

Σε τέτοιες περιπτώσεις, η προϋπάρχουσα γενική παιδαγωγική γνώση, μπορεί να τους αποτρέψει από την αναγνώριση ότι υπάρχουν και άλλοι τρόποι για να προσφέρουν ευκαιρίες για μάθηση σε τάξεις, να αναπτύξουν πνευματικές ικανότητες των παιδιών τους καθώς επίσης και να αναπτύξουν τα ακαδημαϊκά προσόντα τους (Clark,2006· Katz & Chard, 2000) (Νέος Παιδαγωγός 2014)

Η προσέγγιση αυτή συναρτά μονοδιάστατα την επιτυχία της αλλαγής από τη στάση των εκπαιδευτικών αφήνοντας έξω από το πεδίο της ανάλυσης σημαντικά χαρακτηριστικά όπως είναι:

α) τα χαρακτηριστικά της επιδιωκόμενης αλλαγής (η ανάγκη για αλλαγή, η σαφήνεια των στόχων, η ποιότητα και η πρακτικότητα του προγράμματος),
β) τους τοπικούς παράγοντες (χαρακτηριστικά της κοινότητας) και
γ) τους εξωτερικούς παράγοντες (εκπαιδευτική πολιτική όπως εκφράζεται από το Υπουργείο Παιδείας)

Ο Lyotard, 1988 επισημαίνει : “Η υπόθεση εργασίας που έχουμε είναι ότι η γνώση αλλάζει καταστατική θέση ,την ίδια στιγμή που οι κοινωνίες μπαίνουν στη μεταβιομηχανική εποχή και οι πολιτισμοί στην αποκαλούμενη μεταμοντέρνα εποχή” Άρα , είναι απαραίτητο να επαναπροσδιορίσουμε και να επανορίσουμε την γνώση και τον τρόπο διδασκαλίας.

Η μετακίνηση προς έναν νεότερο ορισμό της διδασκαλίας, σύμφωνα με τον οποίο η γνώση μπορεί να κατακτηθεί, όχι μόνο ,με μια μονόδρομη εμπρόθετη προσπάθεια του εκπαιδευτικού αλλά και τη χρήση συγκεκριμένων εργαλείων με προκαθορισμένους στόχους, σε έναν μετανεωτερικό ορισμό της που θεωρεί τη γνώση ένα επικοινωνιακό γεγονός αλλαγών και αλληλεπιδράσεων μαθητών και καθηγητών, θεωρείται δεδομένη. (Νέος Παιδαγωγός 2014)

“Η Εναλλακτική Διδακτική προσφέρει εναλλακτικές δυνατότητες μετάβασης από την Παραδοσιακή Διδακτική στη Σύγχρονη, από τη Διδακτική του Αντικειμένου στη Διδακτική του Υποκειμένου, από την ομοιόμορφη για όλους τους μαθητές διδακτική πράξη στη Διαφοροποιημένη Διδασκαλία, από τη ρουτίνα στην ευελιξία και την εναλλακτικότητα” (Κοσσυβάκη, 2003).

Κατά τη μετανεωτερική ερμηνεία ο εκπαιδευτικός σε συνεργασία με τους μαθητές του οργανώνει το μαθησιακό περιβάλλον, με στόχο οι μαθητές να μάθουν μέσα σε αυτό να δρουν, να επικοινωνούν και να συμμετέχουν ως ενεργά υποκείμενα, ως πολίτες της πόλης (Διδακτική του ενεργού Υποκειμένου) και όχι απλά να δέχονται την επίδραση του εκπαιδευτικού μέσα από αυστηρά προεπιλεγμένους στόχους, περιεχόμενα και πρακτικές (Διδακτική του Αντικειμένου) (Κοσσυβάκη, 2003).

Ο μετασχηματισμός του παραδοσιακού σχολικού περιβάλλοντος απαιτεί από τον εκπαιδευτικό κριτικό αναστοχασμό όσον αφορά στις αρχές και τις πρακτικές του για να δημιουργηθεί το νέο σχολικό πλαίσιο. Οι καινοτομίες και η διαχείριση της αλλαγής εντάσσονται σε μια ολοκληρωμένη διαδικασία μάθησης που δίνει έμφαση όχι στον εξωτερικό έλεγχο της μάθησης, αλλά στην εσωτερική διαδικασία ενεργοποίησής της. Μια σύγχρονη κουλτούρα του σχολείου, με βάση την προοδευτική παιδαγωγική, η οποία ακολουθεί τη κονστρουκτιβιστική αντίληψη της μάθησης, απαιτεί μετασχηματιστική μάθηση. Για να αλλάξει το πλαίσιο του σχολείου ο εκπαιδευτικός χρειάζεται νέα μοντέλα σκέψης και δράσης (Argyris, 1995 (Νέος Παιδαγωγός 2014)

Ενα μεγάλο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν , οι εκπαιδευτικοί , είναι πως θα συγκεράσουν την επιστημονική γνώση , με τις γνώσεις και τα ενδιαφέροντα των μαθητών .

Οι απόψεις του Dewey, είναι να δίνεται έμφαση στη σημασία του σχεδιασμού της διδασκαλίας, που πρέπει να βασίζεται στις εμπειρίες των μαθητών, βρίσκουν εφαρμογή στη σύγχρονη εποικοδομιστική προσέγγιση, που υποστηρίζει ότι η νέα γνώση βασίζεται γνώσεις που ήδη έχουν οι μαθητές. Αποτελεί, λοιπόν, κοινό σημείο ότι οι μαθητές θα πρέπει να είναι η αφετηρία της εκπαιδευτικής διαδικασίας που μεταφράζεται στην αναγνώριση των βιωματικών ,νοητικών παραστάσεων των μαθητών (Ραβάνης, 1999).

«Τα παιδιά εκδηλώνουν τα ενδιαφέροντα τους, τα ερωτήματα, τις ιστορίες τους και οι εκπαιδευτικοί δημιουργούν ένα σκηνικό, εντός του οποίου πολλές και διάφορες ευκαιρίες προσφέρονται για βιώματα τα οποία οδηγούν στην ανάπτυξη και στη διεύρυνση του ορίζοντα τους» (Cuffaro, 1998 σελ 27) (Μαρία Καμπεζά, σελ.44) . «Η μάθηση μπορεί να είναι επιτυχής μόνο όταν έχει τη μορφή της ενεργού αναζήτησης με αναφορά στην εμπειρία» (Κιτσαράς, 2004).

Ο Κιτσαράς προτείνει : Επιδιώκοντας τη σύνδεση της σχολικής γνώσης με τα ενδιαφέροντα, τα βιώματα, τις εμπειρίες και τα προβλήματα των παιδιών από την καθημερινότητα, οργάνωσε τη διδακτική διαδικασία με βάση την ενεργό συμμετοχή των παιδιών και το συσχετισμό διαφορετικών εμπειριών και γνωστικών αντικειμένων με κάθε θέμα (Κιτσαράς, 2004). (Μαρία Καμπεζά σελ.44)

Τα παραπάνω αποτελούν την αφετηρία της προσέγγισης του σχεδίου project (project approach), η οποία σήμερα είναι γνωστή και ως βιωματική -επικοινωνιακή προσέγγιση (Χρυσafiδης, 1994).

Η μέθοδος project θέτει ζητήματα σχετικά με το ρόλο του μαθητή στη μαθησιακή διαδικασία, τη σημασία της καθημερινότητας στη σχολική ζωή, τη διεπιστημονική προσέγγιση των γνωστικών αντικειμένων και γενικότερα την προσπάθεια αυτονόμησης και αυτοδιάθεσης του ατόμου και της ομάδας (Χρυσafiδης & Κουτσουβάνου, 2002). Η προσέγγιση αυτή έχει υιοθετηθεί και από το ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα, το γνωστό ΔΕΠΠΣ (ΥΠΕΠΘ, 2005), όπου τονίζεται η σημασία των παιδικών εμπειριών και των βιωματικών γνώσεων που προκύπτουν από αυτές και επιχειρείται η σύνδεση της σχολικής γνώσης με τις εμπειρίες των παιδιών και τις καταστάσεις της καθημερινής ζωής τους . (Μαρία Καμπεζά σελ.44)

Στο πρόγραμμα του Υπουργείου Παιδείας για το Νέο Σχολείο (Σχέδιο Νόμου ΥΠΔΒΜΘ, 2010) παρουσιάζονται οι νέοι κατευθυντήριοι στόχοι που έχουν στόχο τον μαθητή: “Στο Νέο Σχολείο οι μαθητές θα αναπτύσσουν ταυτόχρονα αυτόνομη δράση, συλλογικό κοινωνικό πνεύμα, και περιβαλλοντική συνείδηση και έτσι:

α) Ο Μαθητής γίνεται «μικρός διανοούμενος».

β) Ο Μαθητής γίνεται «μικρός Επιστήμονας».

γ) Ο Μαθητής γίνεται «μικρός ερευνητής».

δ) Ο Μαθητής γίνεται «γλωσσομαθής».

ε) Ο Μαθητής γίνεται συνειδητός Έλληνας Πολίτης - Πολίτης του κόσμου”.

Η παρουσίαση των στοιχείων αυτών, του νέου προγράμματος ,προσδιορίζει με αρκετή ακρίβεια και την ανάγκη χρησιμοποίησης νέων τεχνικών που θα εξυπηρετήσουν την λογική του προγράμματος αυτού και οι οποίες είναι αποτέλεσμα των τεσσάρων παιδαγωγικών αρχών οι οποίες αποτελούν μεν καινοτομία για το ελληνικό σχολείο, αλλά είναι καθιερωμένες από δεκαετίες σε εκπαιδευτικά συστήματα άλλων χωρών. Οι αρχές αυτές είναι:

α) της διερευνητικής προσέγγισης της μάθησης,

Η εν λόγω παιδαγωγική αρχή παραπέμπει σε εναλλακτικές προσεγγίσεις μάθησης, οι οποίες ξεκινούν με **ευρύτερου αντικειμένου ερωτήματα** για τον φυσικό και κοινωνικό κόσμο και προχωρούν με τα εννοιολογικά και μεθοδολογικά εργαλεία που παρέχει στους μαθητές το Πρόγραμμα Σπουδών στη διερευνητική μελέτη των διαθέσιμων δεδομένων, προκειμένου να δώσουν τεκμηριωμένες απαντήσεις στα ερωτήματα που τέθηκαν και στη συνέχεια, με βάση τη νέα τους γνώση, να προτείνουν λύσεις σε προβλήματα και να λάβουν αποφάσεις για πολύπλοκα ζητήματα. Έτσι, η γνώση συνδέεται αμεσότερα με τη ζωή και η μάθηση με την ενεργό δράση του μαθητή. (<http://schoolprojectguide.weebly.com>)

β) της διεπιστημονικής συνεργασίας των καθηγητών,

Όρος που προϋποθέτει την εννοιολογική ενοποίηση των επιστημών καθώς και πολύπλευρη προσέγγιση της αντιμετώπισης ενός προβλήματος , με σκοπό τον τρόπο κατανόησης της πραγματικότητας και κατάκτησης της απαιτούμενης γνώσης. Φιλόδοξος όρος και επίπονη και συστηματική ομαδοσυνεργατικότητα εκ μέρους των καθηγητών , που πολλές φορές αποτυγχάνει λόγω έλλειψης οργάνωσης , όρεξης και έλλειψη συνεργατικότητας , ή περιορισμένου διαθέσιμου χρόνου ,λόγω άλλων αναγκών και απαιτήσεων των καθηγητών.

γ)η αρχή της διαφοροποίησης του περιεχομένου, της διαδικασίας και του πλαισίου της μάθησης

Είναι προφανές ότι η αλλαγή του πλαισίου μάθησης είναι προαπαιτούμενο για την λειτουργία των παραπάνω. Μια ουσιαστική αλλαγή που θα διαφοροποιήσει και το περιεχόμενο της διδασκαλίας , αλλά και την όλη διαδικασία μάθησης όπου επίκεντρο θα είναι ο μαθητής και οι ανάγκες του.

δ) της ομαδοσυνεργατικής μάθησης των μαθητών.

Είναι μια μέθοδος μάθησης, στην οποία οι μαθητές αλληλεπιδρούν και αλληλεξαρτώνται μέσα σε μικρές ανομοιογενείς ομάδες για την επίτευξη κοινών στόχων. Εδώ οι μαθητές μαθαίνουν να επιδιώκουν στόχους τόσο ατομικά , όσο και για την ομάδα στην οποία ανήκουν, προωθώντας ταυτόχρονα την κοινωνικοποίησή τους και την ευγενή άμιλλα. Εδώ ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι σημαντικός , ώστε να αποφευχθούν αψιμαχίες ή διαφιλονικίες μεταξύ των μαθητών της ίδιας ή διαφορετικών ομάδων.

Το Υπουργείο Παιδείας , από το Σεπτέμβριο του 2011 ,έχει εκδώσει δέκα εγκυκλίους ,που επαναπροσδιορίζουν τα πάντα , ακόμα και τον τρόπο διεξαγωγής των projects. Προβλέπεται η αναπροσαρμογή στο Ωρολόγιο Πρόγραμμα (ένα συνεχές δίωρο για Α και Β Λυκείου) καθώς και η επιλογή του θέματος (που έχουν κάνει οι μαθητές) , με βάση τα κριτήρια τους και τα θέλω τους.

Έτσι, δημιουργούνται «Τμήματα Ενδιαφέροντος» από μαθητές διαφορετικών τμημάτων, παρομοίου μεγέθους, οι μαθητές των οποίων στη συνέχεια χωρίζονται σε ομάδες των τεσσάρων, συνήθως, μελών, με τη διακριτική παρέμβαση των εκπαιδευτικών, ώστε να σχηματισθούν λειτουργικές ομάδες.

Την εποπτεία και την καθοδήγηση θα την έχουν διαδοχικά οι εμπλεκόμενοι εκπαιδευτικοί, σύμφωνα με τον προγραμματισμό και την κατανομή των ωρών που έχει εγκρίνει ο σύλλογος διδασκόντων . (περιοδικό Νέος Παιδαγωγός)

Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται, εκτός από τη διάχυση «καλών πρακτικών», και η απαραίτητη διαφάνεια που αποτελεί προϋπόθεση της εγκυρότητας της σχετικής διαδικασίας.

Οι εμπλεκόμενοι εκπαιδευτικοί βαθμολογούν τους μαθητές με βάση:

- α) το αποτέλεσμα της όλης Ερευνητικής Εργασίας,
- β) τη συμμετοχή τους σε όλες τις διαδικασίες της εκπόνησής της και
- γ) τη συγκρότηση και την πληρότητα της δημόσιας παρουσίασης και υποστήριξης της εργασίας τους (Ματσαγγούρας, 2011)

Διαφορετικές επιστημονικές περιοχές (STEM Education) προσφέρουν θεωρητική στήριξη στις ομαδοσυνεργατικές προσεγγίσεις της μάθησης μέσα στις οποίες εντάσσεται και η μέθοδος project (Ματσαγγούρας, 1998, 2011). Η Κοινωνική Ψυχολογία, που μελετά τη δυναμική των ομάδων και αποδεικνύει ότι οι δυνατότητες δημιουργικότητας, κριτικής ανάλυσης, νοητικής σύμπραξης, πολλαπλής θεώρησης και εμβάθυνσης των θεμάτων που έχει η ομάδα ξεπερνούν το άθροισμα των ατομικών δυνατοτήτων των μελών τους .

Η Εποικοδομιστική Θεωρία της Μάθησης (Vygotsky,2008), διαπιστώνει ότι η μάθηση είναι ενεργητική διαδικασία προσωπικής νοηματοδότησης των πραγμάτων, αλλά συντελείται καλύτερα μέσα από την δυναμική της κοινωνικής αλληλεπίδρασης (Ethridge & Branscomb, 2009).

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω , καταλαβαίνουμε ότι η Σύγχρονη Παιδαγωγική δεν

περιορίζεται απλώς στο περιεχόμενο της μάθησης , αλλά επικεντρώνεται και στον διαδικασία και τον τρόπο μάθησης , στους τρόπους αναπαράστασης κοινωνικοποίησης και αλληλεπίδρασης κ.α. που προσφέρουν οι σύγχρονοι τρόποι διδασκαλίας , όπως το project.

Η απόκτηση γνώσεων βαθιάς κατανόησης και η ανάπτυξη γνωστικών και κοινωνικών ικανοτήτων και στάσεων είναι χρήσιμη όχι μόνο για τη σχολική ζωή των μαθητών, αλλά και για τον ευρύτερο κοινωνικό βίο, καθώς συμβάλλει στη διαμόρφωση υπεύθυνων και δημοκρατικών πολιτών με δυνατότητες ενεργού συμμετοχής στο κοινωνικό, πολιτισμικό, πολιτικό και επαγγελματικό περιβάλλον (Ματσαγγούρας, 2011)

2.2 Μέθοδος project. Χαρακτηριστικά της μεθόδου

Στη διδακτική επιστήμη η λέξη μέθοδος σημαίνει το δρόμο που ακολουθεί ο δάσκαλος κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας του ώστε να πετύχει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τους στόχους και τους σκοπούς μιας συγκεκριμένης ενότητας. (Κουκουτσέλη Περσεφόνη, 2018)

Ουσιαστικά αναφερόμαστε σ'έναν τρόπο ομαδικής διδασκαλίας κατά την οποία συμμετέχουν ισότιμα δάσκαλοι και μαθητές. Ο ρόλος του δασκάλου είναι καθοδηγητικός (συμβουλευτικού χαρακτήρα), και οι παρεμβάσεις που γίνονται, γίνονται μόνον όταν το απαιτούν οι μαθητές.

Ετσι η διδασκαλία από δασκαλοκεντρική , μετατίθεται από το δάσκαλο στους μαθητές, και γίνεται μαθητοκεντρική . Είναι μια διαδικασία μάθησης ανοικτή, με όρια και διαδικασίες μη σαφώς καθορισμένα.

Οι διαδικασίες που αποτελούν τα βασικά χαρακτηριστικά ενός project κατά τον K. Frey είναι:

- η ελευθερία των μελών να προτείνουν ένα θέμα,
- η από κοινού διαμόρφωση του και η διεξαγωγή του, που αν διεξαχθούν σωστά δημιουργούν ουσιαστικές διαδικασίες μάθησης, επειδή η εμπειρία που αποκτούν οι μαθητές κατά την διάρκεια των εργασιών αυτών αποτελεί σημαντική πηγή μάθησης. (Κουκουτσέλη Περσεφόνη,2018)

Στη μέθοδο project το σημαντικότερο ρόλο παίζουν οι ανάγκες, οι προδιαθέσεις και τα ενδιαφέροντα αυτών που συμμετέχουν. Αυτά τα στοιχεία πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη, όταν ξεκινά ένα project. Η συνεργασία περισσότερων από ένα συντονιστών- καθοδηγητών ίσως είναι απαραίτητη , για να μην χάνεται πολύτιμος χρόνος και να μπορέσουν οι ομάδες να συντονιστούν σωστά και να δουλέψουν αρμονικά .

Κατά τον Frey η μέθοδος project είναι ένας τρόπος ομαδικής διδασκαλίας στην οποία συμμετέχουν αποφασιστικά όλοι και η ίδια η διδασκαλία διαμορφώνεται και διεξάγεται από όλους όσοι συμμετέχουν. (Κουκουτσέλη Περσεφόνη, 2018)
Οι Bastian και Gudjons (στο Χρυσαιφίδης 2000 σελ.44) αναφέρουν δέκα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της μεθόδου που βοηθούν στην κατανόηση του ορισμού της:

- 1.Σχέση με βιωματικές καταστάσεις,
2. Προσανατολισμός στα ενδιαφέροντα των μελών της ομάδας,
- 3.Αυτοοργάνωση, υπευθυνότητα,
4. Κοινωνική σημασία,
5. Συστηματική οργάνωση,
- 6.Δημιουργία, παραγωγή ενός προϊόντος,
7. Συμμετοχή όσο το δυνατόν περισσότερων αισθήσεων,
8. Κοινωνική μάθηση,
9. Διακλαδικό μάθημα και
10. Σύνδεση με τα μαθήματα (http://www.diapolis.auth.gr/epimorfotiko_uliko)

Τα projects είναι πιο αρκετά πιο σύνθετα από τις καθημερινές εργασίες των μαθητών, έχουν περισσότερη διάρκεια, υψηλότερες απαιτήσεις και είναι καθαρά μαθητοκεντρικά, αφού οι μαθητές είναι υπεύθυνοι για την απόκτηση της δικής τους γνώσης (Katz & Chard 1989σελ.3, Galton & Williamson 1992).

Η παραγωγή έργου αφορά τόσο στη διαδικασία υλοποίησης του project όσο και στο τελικό προϊόν, ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο οργανώνεται. Αν για παράδειγμα το project οργανώνεται με σκοπό να καλλιεργήσει δεξιότητες, όπως η οργάνωση του χρόνου, η συνεργασία, η υπευθυνότητα, η αναζήτηση πληροφοριών σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή, η επιλογή και ταξινόμηση των πληροφοριών κλπ., τότε δίνεται έμφαση στη διαδικασία. Σε περίπτωση που το σχέδιο εργασίας στοχεύει στο αποτέλεσμα, τότε δίνεται έμφαση περισσότερο στο παραγόμενο προϊόν, το οποίο προβάλλεται κατά την παρουσίαση σε ευρύτερο κοινό και όχι μόνον στην τάξη, οργανώνονται εκθέσεις, δρώμενα με μουσική επένδυση κλπ. (Φουντοπούλου 2011 σελ.19) (http://www.diapolis.auth.gr/epimorfotiko_uliko)

Το μοντέλο αυτό και σε επίπεδο διεπιστημονικότητας και σε επίπεδο μεθόδου , προέκυψε ιστορικά από την κριτική που ασκήθηκε στο παραδοσιακό σχολείο και γι' αυτό έχει ως κεντρική επιδίωξη, την κριτική και την απο - σχολειοποίηση του υπαρκτού σχολείου. Το μοντέλο αυτό επιδιώκει την ενιαιοποίηση της σχολικής γνώσης με τις πραγματικές καταστάσεις ζωής και την σφαιρική ενεργοποίηση του μαθητή μέσα από την ενιαιοποίηση των νοητικών με τις πρακτικές δεξιότητες, την πολύπλευρη δράση του μαθητή και την ερευνητική του στάση. (Κουκουτσέλη Περσεφόνη 2018)

2.2.1 Στάδια της Μεθόδου project.

Η πορεία σχεδιασμού και ολοκλήρωσης ενός project διαμορφώνεται τελικά σε τέσσερα στάδια (Fried-Booth 2002 σελ.8):

A. Ο Προβληματισμός ή Σχεδιασμός

Στο στάδιο αυτό , οι μαθητές συζητούν, ανταλλάσσουν απόψεις, προβληματίζονται σχετικά με το ποιο θέμα θα προκαλέσει το ενδιαφέρον τους, ώστε η συμμετοχή τους να είναι περισσότερο δημιουργική και αποδοτική .

Το αρχικό ερέθισμα μπορεί προκύψει μέσα από κάποιο μάθημα ή μετά από συζήτηση για κάποιο επίκαιρο θέμα, τοπικό ή ευρύτερο ή από την ανάγνωση κάποιου άρθρου εφημερίδας ή περιοδικού ή από το διαδίκτυο, το οποίο ο εκπαιδευτικός ή οι μαθητές έφεραν στην τάξη (Χρυσ αφίδης, 2006).

Σκοπός είναι η δημιουργία ενός κλίματος προβληματισμού και αναζήτησης, που θα οδηγήσει ομαλά στην ερευνητική διαδικασία , καθώς και σε ένα αδιάλειπτο και ουσιαστικό διάλογο, ανάμεσα σε όλα τα μέλη της ομάδας εργασίας, που θα οδηγήσει την ομάδα , στο τελικό συμπέρασμα και την επιλογή του θέματος , που θέλει να ασχοληθεί.

A1. Ευαισθητοποίηση

Αφού ολοκληρωθεί το 1ο στάδιο επιλογής του θέματος , ο εκπαιδευτικός φροντίζει για την ευαισθητοποίηση όλων των μαθητών πάνω στο θέμα.

Μέσω έντυπου υλικού (άρθρα, φυλλάδια, βιβλία, αφίσες, κάρτες, φωτογραφίες, κ.ά.) όσο και οπτικοακουστικού υλικού από ιστο - εξερευνήσεις στο διαδίκτυο (slides, you tube, αρχεία ήχου, αρχεία κειμένου, κ.λπ.). κινητοποιεί την δημιουργικότητα , το ενδιαφέρον και την πρωτοβουλία των μαθητών , στην έρευνα και στην αναζήτηση σχετικών άρθρων ή εντύπων με το θέμα που έχει επιλεγεί.

A.2 Η μέθοδος καταιγισμού ιδεών (διερεύνηση)

Πρόκειται για μία τεχνική δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων μέσω ανταλλαγής ιδεών. Όλα τα μέλη της διδακτικής ομάδας με βάση τις εμπειρίες τους εκφράζουν ελεύθερα οποιαδήποτε λέξη ή φράση τούς έρχεται στο μυαλό και είναι σχετική με το θέμα.

Γράφονται **όλες οι ιδέες** χωρίς διαχωρισμό ,σχολιασμό ή αξιολόγηση. Ακολουθεί, λογική κατηγοριοποίηση – ταξινόμηση των ιδεών και συζήτηση για κάθε κατηγορία.

Κατά την διάρκεια της συζήτησης οι μαθητές επιλέγουν τις κατηγορίες που τους ενδιαφέρουν περισσότερο και αποφασίζουν πώς θα ήθελαν να τις ερευνήσουν (PROJECT-KOSYVAS.pdf)

B. Προγραμματισμός των διδακτικών δραστηριοτήτων

Στο στάδιο αυτό αποφασίζεται με τι ακριβώς θα ασχοληθούν τα μέλη της κάθε ομάδας, είτε ατομικά, είτε όλοι μαζί, ποια μεθοδολογία θα χρησιμοποιήσουν, τι είδους διερευνητικά ερωτήματα θα διατυπώσουν, τι δραστηριότητες θα υλοποιήσουν, ποιους εξωσχολικούς χώρους θα επισκεφτούν, με ποιους ειδικούς θα επικοινωνήσουν, κ.λ.π. (PROJECT-KOSYVAS.pdf)

Εδώ καταλυτικό ρόλο παίζει ο εκπαιδευτικός , γιατί όσο αναλυτικότερος και καλύτερα οργανωμένος είναι ο προγραμματισμός των δραστηριοτήτων, τόσο ευκολότερα αλλά και ταχύτερα θα διεξαχθεί η έρευνα.

Σύμφωνα με το γνωστικό επίπεδο των μαθητών, οι εξωτερικεύσεις τους γίνονται διδακτική πράξη και διατυπώνεται ο σκοπός και οι στόχοι κάθε διδακτικής δραστηριότητας (Χρυσafiδης, 2006; Καλδή, 2008). (PROJECT-KOSYVAS.pdf)

Γ. Διεξαγωγή των δραστηριοτήτων.

Στο στάδιο αυτό αρχίζει η υλοποίηση του προγραμματισμού και οι μαθητές εργάζονται ατομικά, ή σε μικρές ομάδες σύμφωνα με τον προγραμματισμό , που έχει προηγηθεί.

Ο εκπαιδευτικός βρίσκεται κοντά τους για να λύσει τυχόν απορίες, να ενθαρρύνει, να βοηθήσει να ξεπεραστούν προβλήματα που θα οδηγούσαν σε απώλεια του ενδιαφέροντος και απογοήτευση. (PROJECT-KOSYVAS.pdf)

Εδώ μαζεύονται οι πληροφορίες δηλαδή γίνεται συλλογή δεδομένων , κάτι που συνήθως αποτελεί μια χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία που μπορεί να επιφέρει κούραση και δυσανασχέτηση. Ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει και εμψυχώνει τους μαθητές να συνεχίσουν την προσπάθεια.

Καλό είναι κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής να γίνονται διαλείμματα ενημέρωσης και ανατροφοδότησης, στα οποία τα μέλη της ομάδας διακόπτουν τις δραστηριότητές τους και συγκεντρώνονται με σκοπό να αλληλοενημερωθούν για την εξέλιξη της έρευνας και την ανταλλαγή ιδεών για τις επόμενες δραστηριότητες. (PROJECT-KOSYVAS.pdf)

Στα διαλείμματα αυτά , παρουσιάζονται εκτός από την πρόοδο των ομάδων (στοιχεία που επέλεξαν , προφορικά ή γραπτά) καλό είναι να σχολιάζονται και οι συνεργασίες των μαθητών και να εξομαλύνονται διαπροσωπικά θέματα και διαφιλονικίες που μπορεί να προέκυψαν , κατά την διάρκεια της συγκομιδής πληροφοριών. Ίσως , μπορεί να συζητηθεί και κάποια αλλαγή στην σύνθεση των ομάδων για εξομάλυνση σχέσεων και προβλημάτων που προέκυψαν.

Έτσι θα εξυπηρετηθεί και άλλος ένας βασικός σκοπός της μεθόδου , το να μπορούν τα παιδιά να συνεργάζονται , να αλληλεπιδρούν ειρηνικά , να επικοινωνούν και να δουλεύουν ομαδικά.(PROJECT-KOSYVAS.pdf)

Για τον λόγο αυτό δεν παραμερίζει τα προβλήματα διαπροσωπικών σχέσεων, θεωρώντας τα απλώς ως παράγοντα που ενοχλεί τη διεξαγωγή της έρευνας, αλλά αντίθετα τα φέρνει στο φως για να τα επιλύσει (Χρυσafiδης, 2006).

Γ.1.Φάση της σύνθεσης και της επεξεργασίας

Αφού ολοκληρωθεί η συλλογή των πληροφοριών από τις διάφορες ομάδες, ακολουθεί η φάση της σύνθεσης και της επεξεργασίας.(PROJECT-KOSYVAS.pdf)

- Οι καταγραμμένες πληροφορίες ανακοινώνονται συνολικά προς όλους, συζητούνται συγκρίνονται, αξιολογούνται.
- Καταγράφονται ιδιαιτέρως τα σημαντικότερα στοιχεία, γίνονται σχεδιαγράμματα, συμπληρώνονται, και όλα αυτά μαζί με το αρχικό της ευαισθητοποίησης, αλλά και ότι άλλο υλικό έχουν συλλέξει ή δημιουργήσει οι ομάδες κατά τη διάρκεια της συλλογής πληροφοριών, αποτελούν έναν εξαιρετικό οδηγό της εξέλιξης του προγράμματος.
- Το υλικό αυτό μπορεί να εκτεθεί σ' έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο του σχολείου ή της κοινότητας και να αποτελεί ερέθισμα για σκέψη και δράση και άλλων μαθητών, εκπαιδευτικών, γονιών, κατοίκων. (PROJECT-KOSYVAS.pdf)

Με τον τρόπο αυτό το project ξεφεύγει από τους τέσσερις τοίχους της σχολικής αίθουσας και γίνεται δρόμος κοινωνικής παρέμβασης, συνδέοντας το σχολείο με την κοινωνία και τη ζωή (Ματσαγγούρας, 2004; Χρυσafiδης, 2006).

Δ. Αξιολόγηση

Το τελευταίο στάδιο του project περιλαμβάνει την αξιολόγησή του ή την αυτοαξιολόγησή του από τους ίδιους τους εμπλεκόμενους , με σκοπό να γίνει μια κριτική αποτίμηση της προσπάθειας και του αποτελέσματος που επιτεύχθει. Στη μέθοδο project αξιολόγηση σημαίνει από κοινού κριτική αποτίμηση της δουλειάς, γενική συζήτηση από όλα τα μέλη της ομάδας για τον βαθμό επίτευξης των αρχικών στόχων, τον τρόπο εκτύλιξης της όλης διαδικασίας, την εκτίμηση των τελικών αποτελεσμάτων (Χρυσafiδης, 2006)

Η αξιολόγηση στοχεύει στην αυτογνωσία των μαθητών, στην πρόοδό τους και στην βελτίωση των μελλοντικών στόχων και προσπαθειών που θα καταβάλλουν οι μαθητές προσπαθώντας να επιτύχουν κάποιο στόχο.

Επιδενί δεν αποτελεί προσπάθεια κριτικής των μαθητών , ή της προσπάθειας τους και σίγουρα δεν προσπαθεί να μειώσει την δουλειά τους ή το αποτέλεσμα που κατάφεραν να πετύχουν.

Ο αναστοχασμός και η αυτοκριτική θα οδηγήσει σε καλύτερα μελλοντικά αποτελέσματα , θα ενδυναμώσει τους μαθητές και θα τους οδηγήσει σε επιστημονική ενδυνάμωση και θα τους δώσει τα εχέγγυα ,για βελτίωση σε όλους τους τομείς της ζωής τους. Εξάλλου δεν πρέπει να ξεχνάμε, ότι , οφείλουμε σαν καθηγητές να επαινούμε την προσπάθεια των μαθητών μας και όταν αυτή συνοδεύεται δε και από επιτυχή αποτελέσματα , μπορούμε να αισθανόμαστε ότι πετύχαμε τους εκπαιδευτικούς μας στόχους πολυπλεύρως.

3. ΤΡΟΧΑΛΙΕΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΗ

3.1. ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΜΠΟΔΙΑ

3.1.1 ΔΥΝΑΜΗ

Μία από τις βασικότερες έννοιες (μεγέθη) που θα χρειαστούμε , κατά την μελέτη των τροχαλιών , είναι , **η δύναμη**.

Για το λόγο αυτό , θεωρήθηκε πρέπον , πριν προχωρήσουμε την μελέτη μας , να αποσαφηνίσουμε την έννοια της δύναμης και να εξηγήσουμε τυχόν προβλήματα ή απορίες των μαθητών , σχετικά με την έννοια αυτή.

ΟΡΙΣΜΟΣ : Δύναμη είναι η αιτία , που προκαλεί ή παραμόρφωση του σώματος ή αλλαγή στην κινητική του κατάσταση (ή πιο απλά , στην ταχύτητα του σώματος)
Μετριέται σε Newton (1N).

Είναι σημαντικό να τονίσουμε, ότι για να υπάρξει μια δύναμη , πρέπει να αλληλεπιδράσουν δύο σώματα. Γι' αυτό είναι σωστό , όταν αναφερόμαστε σε κάποια δύναμη , να λέμε ποιός την ασκεί και ποιός την δέχεται .

Π.χ. Σπρώχνω το τραπέζι. Εγώ ασκώ την δύναμη και το τραπέζι την δέχεται.

Μπορούμε να πούμε ,ότι η δύναμη είναι η ποσοτική περιγραφή μιας αλληλεπίδρασης.

Η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος . Γι' αυτό για να την ορίσουμε πλήρως , πρέπει να αναφέρουμε και το μέτρο της (το νούμερο που δηλώνει πόσο μεγάλη είναι η δύναμη) , αλλά και την κατεύθυνσή της (διεύθυνση και φορά).



Η δύναμη
μετριέται με
τα
δυναμόμετρα.

Εικόνα 1 . Δυναμόμετρα

Οι δυνάμεις χωρίζονται σε δύο κατηγορίες :

α) Δυνάμεις εξ επαφής

Δυνάμεις που εμφανίζονται , όταν τα σώματα που αλληλεπιδρούν , έρχονται σε επαφή. Π.χ. Τριβή , η δύναμη που ασκώ όταν σπρώχνω ένα τραπέζι , κ . α.

β) Δυνάμεις εξ αποστάσεως

Όταν τα δύο σώματα που αλληλεπιδρούν , βρίσκονται μακριά το ένα από το άλλο.

Τέτοιες δυνάμεις είναι οι βαρυτικές (η δύναμη που έλκει η Γη την Σελήνη) , ηλεκτροστατικές (η δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα σε δύο φορτία) και μαγνητικές (οι δυνάμεις που αναπτύσσονται ανάμεσα σε δύο μαγνήτες)

Στο κομμάτι αυτό δεν θα ασχοληθούμε καθόλου με την παραμόρφωση ή τα είδη παραμόρφωσης που μπορεί να προκαλέσει μία δύναμη , γιατί δεν είναι του παρόντος.

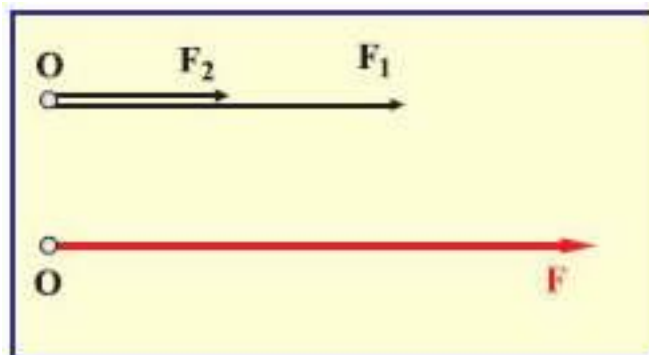
3.1.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

Πολλές φορές στις ασκήσεις , χρειάζεται να ενώσουμε κάποιες δυνάμεις ή να αναλύσουμε μία δύναμη σε δύο.

Γενικότερα, σε κάποιο σώμα που επενεργούν δύο ή περισσότερες δυνάμεις ταυτόχρονα, στο ίδιο σημείο του, υπάρχει μια δύναμη που μπορεί να αντικαταστήσει τις δυνάμεις αυτές και να επιφέρει το ίδιο αποτέλεσμα. Η δύναμη αυτή λέγεται **συνισταμένη** (πολλές φορές συμβολίζεται με ΣF) και οι δυνάμεις που αντικαθιστά λέγονται **συνιστώσες** της. (σχολικό βιβλίο φυσικής Α! Λυκείου σελ. 77)

Τη διαδικασία που ακολουθούμε για τον προσδιορισμό της συνισταμένης δύναμης δύο ή περισσότερων δυνάμεων, που ενεργούν στο ίδιο σώμα, την ονομάζουμε **σύνθεση** δυνάμεων. (σχολικό βιβλίο φυσικής Α! Λυκείου σελ. 77)

1η) Περίπτωση: Οι δυνάμεις έχουν την ίδια κατεύθυνση.

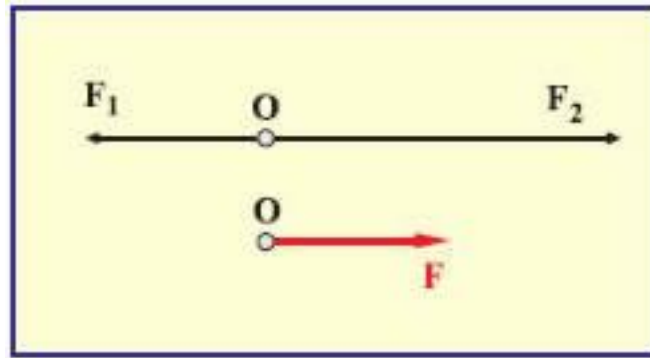


Εικόνα 2 . Σύνθεση Ομόροπων Δυνάμεων

Αν δύο δυνάμεις έχουν την ίδια κατεύθυνση η συνισταμένη τους (διανυσματικό άθροισμα) έχει τιμή ίση με το άθροισμα των τιμών των συνιστωσών δυνάμεων και φορά τη φορά τους

$$F_{ολ} = F_1 + F_2$$

2η) Περίπτωση: Οι δυνάμεις έχουν αντίθετη κατεύθυνση.



Εικόνα 3. Σύνθεση

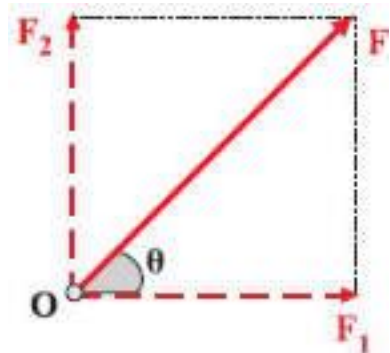
Αντίρροπων Δυνάμεων

Η συνισταμένη δύο δυνάμεων που έχουν αντίθετη κατεύθυνση έχει τιμή ίση με τη διαφορά των τιμών των δυνάμεων και κατεύθυνση αυτή που αντιστοιχεί στη δύναμη με τη μεγαλύτερη τιμή

$$F = F_2 - F_1$$

3η) Περίπτωση: Σύνθεση δυνάμεων που σχηματίζουν γωνία 90°

Κατασκευάζοντας το παραλληλόγραμμο των δυνάμεων προκύπτει ότι η συνισταμένη είναι η υποτείνουσα ορθογωνίου τριγώνου του οποίου οι κάθετες πλευρές είναι οι δυνάμεις F_1 και F_2 . Αν εφαρμόσουμε το Πυθαγόρειο θεώρημα βρίσκουμε την τιμή της που είναι:



$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

Εικόνα 4. Σύνθεση κάθετων δυνάμεων

Η κατεύθυνση της συνισταμένης θα προσδιοριστεί αν υπολογισθεί η γωνία θ που αυτή σχηματίζει με τη συνιστώσα F_1 .

Η γωνία θ προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$\varepsilon\phi\theta = F_2/F_1$$

3.1.3 Ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες

Μερικές φορές ίσως χρειαστεί να αναλύσουμε μια δύναμη σε δύο .

Αυτό λέγεται **ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες**

Φέρνουμε κάθετες (διακεκομμένες) από το τέλος της δύναμης F , προς τους άξονες . Έτσι , σχηματίζεται ένα παραλληλόγραμμα. Οι πλευρές του παραλληλογράμμου (βλέπε εικ. 5) είναι οι δύο συνιστώσες .

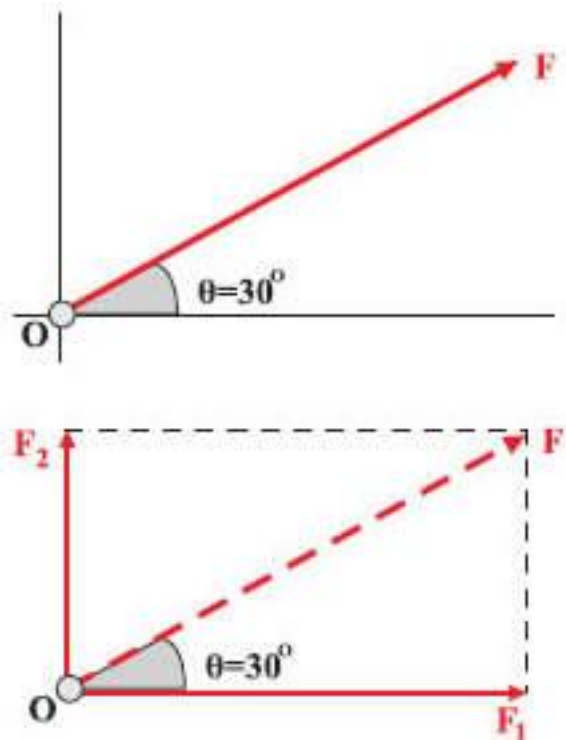
Από την Τριγωνομετρία και συγκεκριμένα από τον ορισμό του συνημίτονου και του ημίτονου μιας γωνίας, προκύπτει:

$$\text{συν}\theta = F_1 / F \quad \text{και} \quad \eta\mu\theta = F_2 / F$$

με χιαστί στους παραπάνω τύπους παίρνουμε :

$$F_1 = F \text{ συν}\theta$$

$$F_2 = F \eta\mu\theta$$



Εικόνα 5. Ανάλυση Δύναμης σε συνιστώσες

3.1.4. Νόμοι του Νεύτωνα

Ο Νεύτων (1642-1727) ήταν ο πρώτος που δήλωσε τους βασικούς νόμους της κίνησης των σωμάτων. Παρουσίασε τρεις βασικές αρχές:

1ος Νόμος του Νεύτωνα :

Κάθε αντικείμενο θα συνεχίσει να παραμένει ακίνητο ή να κινείται με σταθερή ταχύτητα , εφόσον η συνισταμένη των δυνάμεων που δρουν πάνω του είναι μηδέν.

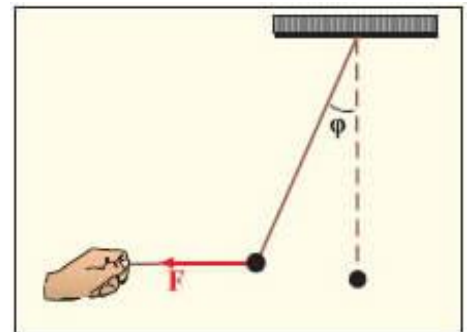
Παράδειγμα (σχολικό βιβλίο σελ. 119)

Σφαίρα βάρους $B = 10\text{N}$ είναι δεμένη στην άκρη ενός σχοινιού που είναι στερεωμένο στην οροφή και ισορροπεί. Στη σφαίρα ασκούμε μια οριζόντια δύναμη F και τότε ισορροπεί σε νέα θέση, όπου το νήμα σχηματίζει γωνία φ ($\eta\mu\varphi = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,8$) με την κατακόρυφη.

1) Να σχεδιαστούν οι δυνάμεις που ασκούνται στη σφαίρα πριν ασκηθεί η δύναμη F και να βρεθεί η συνισταμένη τους.

2) Να υπολογιστεί η δύναμη F καθώς επίσης και η δύναμη που ασκεί το νήμα στη σφαίρα, στη νέα θέση ισορροπίας.

(Εφαρμογή κεφ. 1.3.6 σχολικού βιβλίου σελ 119)



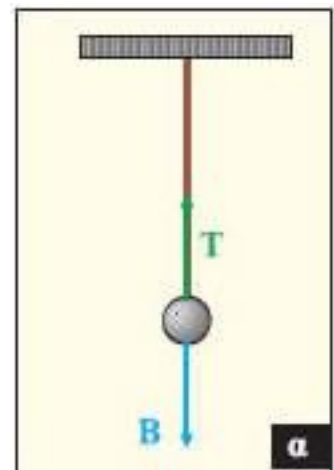
Εικόνα 6. Δύναμη που ασκείται στο σώμα

Λύση

1) Στη σφαίρα ασκούνται δύο δυνάμεις:
το βάρος της λόγω της έλξης της Γης και
η δύναμη T που ασκεί το νήμα, την οποία ονομάζουμε τάση του νήματος.

Αφού η σφαίρα ισορροπεί, θα ισχύει:

$$T = B \quad \text{άρα} \quad T = 10\text{N}$$



εικόνα 7. Δυνάμεις που δέχεται το σώμα

2) Η σφαίρα ισορροπεί υπό την επίδραση τριών
δυνάμεων B, T' και F.

Αν αναλύσουμε την τάση του νήματος σε δύο
συνιστώσες, από το σχήμα προκύπτει ότι:

$$T'_x = T' \eta \mu \varphi \quad T'_y = T' \sigma \upsilon \nu \varphi$$

Αφού η σφαίρα ισορροπεί, θα ισχύει:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

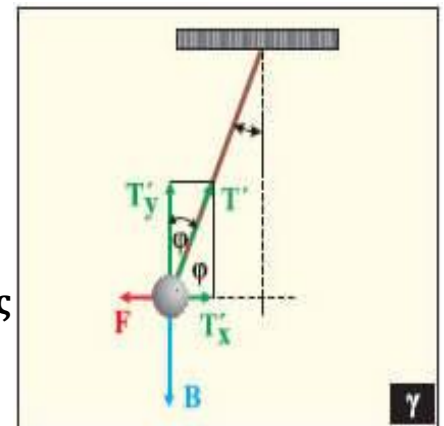
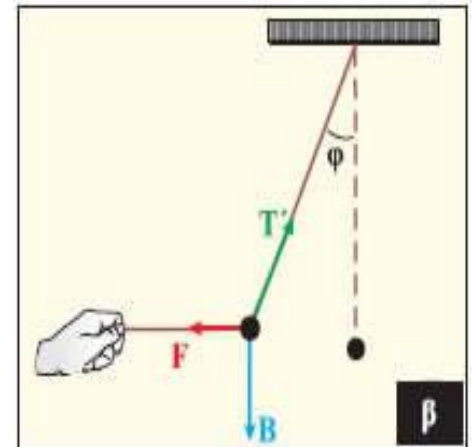
Δηλαδή : $T' \sigma \upsilon \nu \varphi = B$ και

$F = T' \eta \mu \varphi$ Με αντικατάσταση παίρνουμε:

$$T' \cdot 0,8 = 10 \text{ N} \quad \text{ή} \quad T' = 12,5 \text{ N}$$

$$\text{και} \quad F = 12,5 \text{ N} \cdot 0,6 \quad \text{ή} \quad F = 7,5 \text{ N}$$

εικόνα 8.Ανάλυση δύναμης



2ος Νόμος του Νεύτωνα :

Ο δεύτερος νόμος εξηγεί πώς αλλάζει η ταχύτητα ενός αντικειμένου όταν υποβάλλεται σε εξωτερική δύναμη . Ο Νεύτωναs έγραψε πως η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων ισούται με τον ρυθμό μεταβολής της ορμής .
Δηλαδή

$$\Sigma F = \Delta P / \Delta t$$

Εμείς στα παιδιά το δίνουμε στην μετασχηματισμένη του μορφή

$$\Sigma F = m a$$

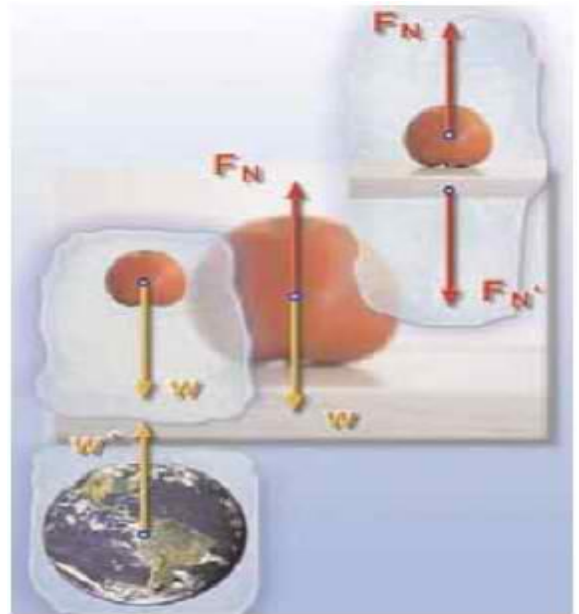
όπου a μπορεί να είναι η επιτάχυνση ή η επιβράδυνση του σώματος (ανάλογα με το είδος της κίνησης που κάνει το σώμα).

3ος Νόμος του Νεύτωνα .:

Ο νόμος λέει: *εάν το αντικείμενο A ασκεί μια δύναμη στο αντικείμενο B (δράση), τότε και το αντικείμενο B ασκεί επίσης ίση και αντίθετη δύναμη στο αντικείμενο A (αντίδραση).*

Παράδειγμα (σχολικό βιβλίο φυσικής β!
Γυμνασίου)

1) Η γη ασκεί στο μήλο τη δύναμη του βάρους (W). Το μήλο ασκεί στη γη τη δύναμη (W'). Το τραπέζι ασκεί στο μήλο τη δύναμη F_N . Το μήλο ασκεί στο τραπέζι τη δύναμη F_N' . Οι δυνάμεις F_N και F_N' έχουν ίσα μέτρα και αντίθετες κατευθύνσεις.



Εικόνα 9 - Ζεύγη δράσης -αντίδρασης

2)
Το παιδί ασκεί δυνάμεις στο πάτωμα. Το πάτωμα ασκεί δυνάμεις στο παιδί.
(σχολικό βιβλίο φυσικής β! Γυμνασίου)



εικόνα 10 . ζεύγη δράσης -αντίδρασης

3.2 ΤΡΟΧΑΛΙΕΣ

Μια ιστορική διαδρομή στις τροχαλίες

Η εξυπηρέτηση των καθημερινών αναγκών των ανθρώπων, τους οδήγησε στην κατασκευή μηχανών και συστημάτων , που θα τους βοηθούσαν και θα απλοποιούσαν την δουλειά τους. Καθημερινά , καθένας από εμάς χρησιμοποιεί ένα σωρό μηχανές , όπως ο βραστήρας , που θα ζεστάνουμε το νερό , ο θερμοσίφοντας που θα μας επιτρέψει να κάνουμε το ζεστό μας μπάνιο, το αυτοκίνητο ή το μηχανάκι , που θα μας μεταφέρει στις δουλειές μας και ένα σωρό άλλες.

Μια από τις πιο βασικές ανάγκες , ήταν η ανύψωση βαρών , σε κάποιο ύψος και η τοποθέτηση αντικειμένων , το ένα πάνω στο άλλο (κίονες , ναοί, σπίτια) . Έτσι δημιουργήθηκαν οι πρώτες τροχαλίες .

Γενικότερα, οι τροχαλίες, (η πάγια, η ελεύθερη, τα πολύσπαστα, σύστημα τροχαλιών) είναι απαραίτητες και χρησιμοποιούνται από πολλούς ανθρώπους καθημερινά, από τη χρήση του ποδηλάτου, ή κάποιου οργάνου γυμναστικής, μέχρι τη μεταφορά και την ανύψωση πολλών και βαριών αντικειμένων σε κάποια οικοδομή. (ΕΠΑΛ/desktop)

Εφευρέτης της πρώτης τροχαλίας θεωρείται ο Έλληνας μαθηματικός, αστρονόμος και μηχανικός Αρχιμήδης (287-212 π.Χ.)

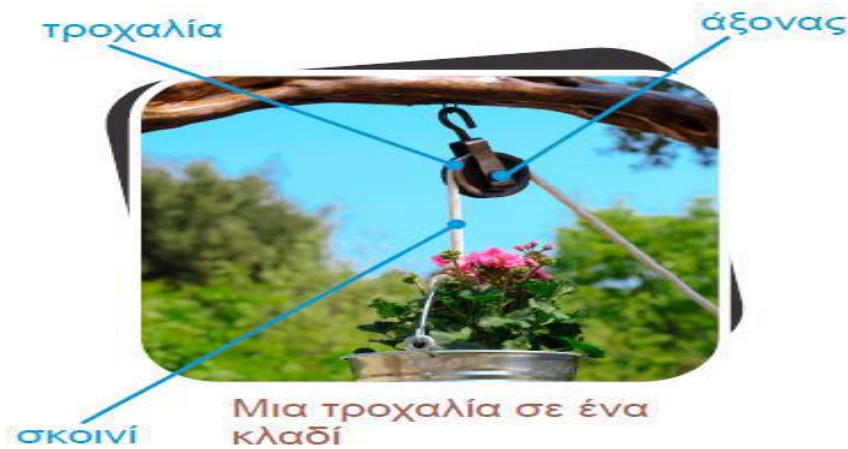
Ο ιστορικός Πλούταρχος , αναφέρει , ότι ο βασιλιάς Ιέρωνας προκάλεσε τον Αρχιμήδη , ώστε να σηκώσει και να μεταφέρει ένα πλοίο , από την θάλασσα στην ακτή. Τότε ο Αρχιμήδης μέσω ενός συστήματος τροχαλιών σταθερών αλλά και κινούμενων τροχαλιών, κατάφερε να τραβήξει το πλοίο στην ακτή, χρησιμοποιώντας μόνο την δύναμή του. Ο βασιλιάς ενθουσιασμένος ,αντάμειψε γενναία τον Αρχιμήδη, ο οποίος μετά από το κατόρθωμά του , έγινε διάσημος.(engino , 01 pdf)

Οι τροχαλίες χρησιμοποιήθηκαν διαδεδομένα, στην ναυσιπλοΐα (ανέβασμα και κατέβασμα πανιών) αλλά και σε πολλές άλλες κατασκευές .

Ενδεικτικά αναφέρουμε τους ναούς που χτίστηκαν στην αρχαιότητα αλλά και στον Μεσαίωνα, όπου η χρήση των τροχαλιών επέτρεψε την ανύψωση των υλικών αλλά και μεγάλων πετρών , για την δημιουργία των ναών δωρικού ρυθμού αλλά και των καθεδρικών ναών του Μεσαίωνα.(engino , 01 pdf)

Ορισμός τροχαλίας:

Η τροχαλία αποτελεί έναν από τους πιο απλούς μηχανισμούς . Αποτελείται από έναν τροχό , με αυλακωμένο χείλος (δηλ. περιέχει ένα αυλάκι στο εσωτερικό του) , ο οποίος μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το κέντρο του. Ένα σκοινί περνά μέσα από το αυλάκι , με σκοπό να μεταφέρει την δύναμη που ασκούμε από ένα σημείο σε ένα άλλο. Σχηματικά έχουμε :



εικόνα 11 Τροχαλίες – Βασικά στοιχεία τροχαλίας

Σε πολλές μηχανές (όπως το βαρούλκο, δηλαδή ο μηχανισμός που ανέβαζε το νερό από τα πηγάδια , τα παλιά χρόνια) , η τροχαλία είναι στερεωμένη , πάνω σε άξονα έτσι ώστε να περιστρέφεται ευκολότερα και το σκοινί να τυλίγεται στην τροχαλία καθώς γυρίζει ο άξονας.



εικόνα 12. Βαρούλκο

Ανάλυση μερών τροχαλίας

Όπως είδαμε και στα παραπάνω σχήματα , μια τροχαλία αποτελείται από :

α) **Κυκλικός δίσκος (αυλακωμένος τροχός)**

β) **Αξονα** που συνήθως είναι πολύ γερά συνδεδεμένος με το δίσκο και στηρίζεται μαζί του ,με ειδικό τρόπο ,την λεγόμενη τροχαλιοθήκη .

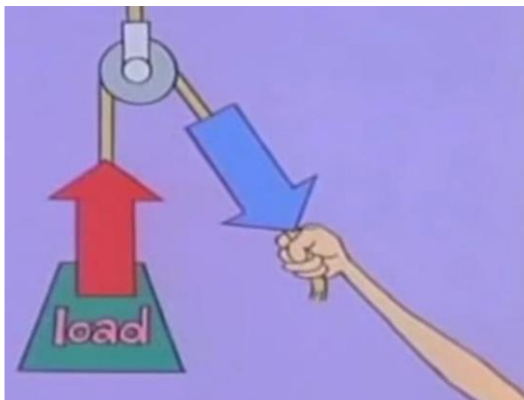
γ) **Σχοινί ή συρματόσχοινο ή αλυσίδα** , ανάλογα με το είδος του φορτίου (αντικειμένου) που θέλουμε να ανυψώσουμε.

3.2.1 Τύποι τροχαλιών

Α) Σταθερή τροχαλία

- **Μεταφέρει την δύναμη**

από ένα σημείο σε ένα άλλο .Δεν αλλάζει την τιμή της δύναμης. Αλλάζει μόνο την κατεύθυνσή της.Είναι ευκολότερο να τραβήξουμε προς τα κάτω το σχοινί , παρά προς τα πάνω.



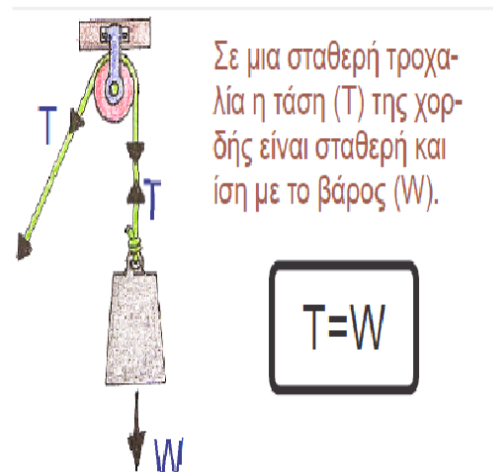
εικόνα 13. Μονή τροχαλία

Φυσική ερμηνεία:

Α) (Όταν τραβούμε το σχοινί της τροχαλίας , με σταθερή ταχύτητα , δηλαδή αργά.)

Θεωρώντας ότι η τροχαλία είναι αβαρής και το σχοινί είναι μη ελατό, η δύναμη (τάση T του νήματος) δεξιά και αριστερά της τροχαλίας είναι ίσες . Δηλαδή:

$$F = T_1 = T_2 = T \quad (1)$$



Σε μια σταθερή τροχαλία η τάση (T) της χορδής είναι σταθερή και ίση με το βάρος (W).

$$T = W$$

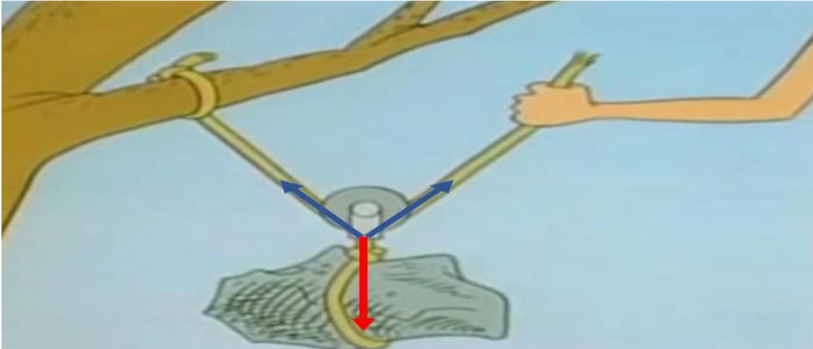
εικόνα 14. Δυνάμεις σε μονή τροχαλία

Από την ισορροπία του σώματος , έχουμε :

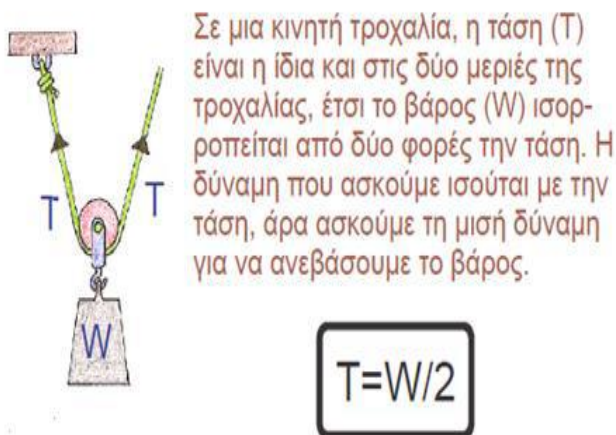
$$\Sigma F = 0 \rightarrow T - W = 0 \leftrightarrow T = W$$

B) Κινητή τροχαλία

- *Μοιράζει τη δύναμη που ασκεί η μάζα σε δύο ίσες μικρότερες δυνάμεις*



εικόνα 15.Κινητή τροχαλία



Λέγεται και **ελεύθερη ή κινητή τροχαλία**. Στην τροχαλία αυτή , ο άξονας της μετατίθεται στο χώρο , καθώς η τροχαλία κινείται πάνω στο σχοινί. Όπως βλέπουμε και στο σχήμα , το αντικείμενο είναι συνδεδεμένο , μέσω ενός γάντζου , πάνω στην τροχαλία. Το ένα άκρο του συστήματος είναι ακλόνητα στερεωμένο κάπου , ενώ στο άλλο

εικόνα 16. Δυνάμεις στην κινητή τροχαλία

άκρο , εφαρμόζω την δύναμη που απαιτείται για την ανύψωση του σώματος. Το πλεονέκτημα της ελεύθερης τροχαλίας είναι , ότι μειώνει την ανύψωση δύναμη F στο μισό του βάρους B του σώματος που σηκώνουμε . Οπότε έχουμε μηχανικό πλεονέκτημα (μικρότερη προσπάθεια , λιγότερη κατανάλωση έργου) σε σχέση με την απλή σταθερή τροχαλία.

Φυσική ερμηνεία:

Τώρα τα πράγματα διαφοροποιούνται ελαφρά. Από την ισορροπία του σώματος έχουμε :

$$T + T = W \rightarrow 2T = W \rightarrow T = W/2$$

Και επειδή $F = T$ (όπως στην περίπτωση της σταθερής τροχαλίας) έχουμε :

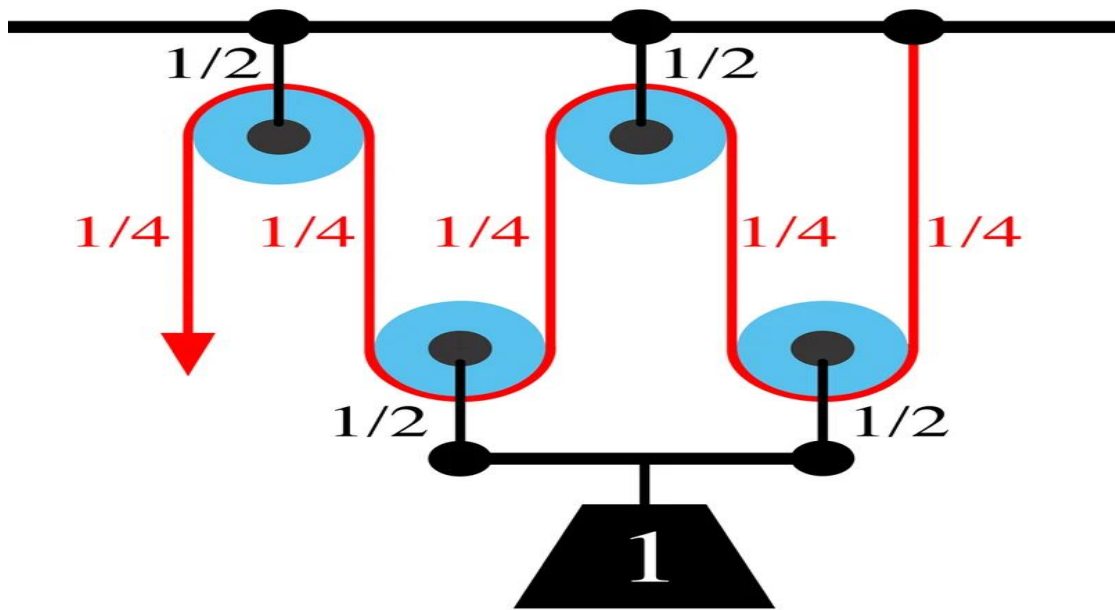
$$F = W/2.$$

Συνδυάζοντας τώρα σταθερές και ελεύθερες τροχαλίες , μπορούμε να μειώσουμε ακόμα περισσότερο την ασκούμενη δύναμη , δημιουργώντας συστήματα τροχαλιών ή αλλιώς πολύσπαστα.

Γ) Σύστημα τροχαλιών - Πολύσπαστο

Το εκπληκτικό εδώ είναι, ότι το βάρος του σώματος που θέλουμε να σηκώσουμε μοιράζεται σε τόσες ίσες δυνάμεις όσα είναι και τα σχοινιά στις τροχαλίες. Έτσι, αν έχω N τροχαλίες , τότε πετυχαίνω μείωση της δύναμης που ασκώ κατά N φορές . Δηλαδή ισχύει:

$$F = \frac{\text{Βάρος σώματος}}{\text{Αριθμός τροχαλιών}} = \frac{W}{N}$$



εικόνα 17.Σύστημα 4 τροχαλιών

Στην συγκεκριμένη περίπτωση ισχύει :

$$F = W/4$$

Όπου F είναι η δύναμη που τραβώ εγώ το σχοινί.

Βέβαια , τα πράγματα δεν είναι τόσο ρόδινα , όπως έχουν παρουσιαστεί μέχρι τώρα. Αυτό συμβαίνει , γιατί, όσο μικρότερη δύναμη ασκούμε τόση περισσότερη διαδρομή πρέπει να διασχίσει το σχοινί , με αποτέλεσμα να αυξάνεται η τριβή (ανάμεσα στο σχοινί και κάθε τροχαλία). Υπάρχει τελικά ένα μέγιστο όριο , στο πόσες τροχαλίες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να έχουμε απόδοση στο σύστημα μας.

(ΦΥΛΛΟ-ΕΡΓΟΥ 5 ,Τροχαλίες.pdf)

Σε γενικές γραμμές εμείς θεωρούμε στην μελέτη μας , ότι δεν αναπτύσσονται τριβές, ανάμεσα στο σχοινί και το αυλάκι της τροχαλίας (ή τουλάχιστον δεν τις συνυπολογίζουμε).

Αυτό όμως, στην πραγματικότητα δεν ισχύει. Γι΄ αυτό στο πείραμα που θα πραγματοποιήσουμε παρακάτω, θα βάλουμε σπάγκο και όχι κάποιο χοντρό σχοινί , στην προσπάθειά μας να μειώσουμε τις τριβές , ή πιο απλά να μην επηρεάσουν το αποτέλεσμα του πειράματος μας.

3.2.2 Μηχανικό πλεονέκτημα

Οι τροχαλίες (με βάση και τα παραπάνω , που αναφέραμε) είναι απλές μηχανές , που έχουν την ικανότητα να πολλαπλασιάζουν την δύναμη που ασκούμε .

Ως μηχανικό πλεονέκτημα (Μ.Π.) , ορίζουμε το πηλίκο του φορτίου που σηκώνουμε , προς την δύναμη που ασκούμε.

Δηλαδή $\delta = \text{Μ.Π.} = W / F$

Στην περίπτωση της απλής τροχαλίας , δεν έχω Μ.Π. (αφού $\delta = 1$) και όπως προαναφέραμε , η απλή τροχαλία , απλώς αλλάζει την κατεύθυνση της δύναμης που ασκούμε.

Στην κινητή τροχαλία , έχω Μ.Π. (αφού $\delta = 2$) και σηκώνω το αντικείμενο με την μισή προσπάθεια.

Στην 3η περίπτωση (με τις 4 τροχαλίες) το Μ.Π. είναι αρκετά μεγαλύτερο (αφού $\delta = 4$) και μπορώ να σηκώσω το αντικείμενο , πολύ πιο εύκολα.

Υπενθυμίζεται , βέβαια, ότι ‘ότι κερδίζω σε δύναμη , το χάνω σε διαδρομή’ .

Δηλαδή

θα χρειαστώ σχεδόν 4πλάσιο σχοινί για να πετύχω ανύψωση του αντικειμένου , κατά ίση απόσταση. **Αυτό που κερδίζουμε στη δύναμη, το χάνουμε στην απόσταση που**



ταξιδεύει το βάρος.

Σχήμα 2 . Επεξήγηση λειτουργίας και χρήσης τροχαλιών

<https://www.youtube.com/watch?v=r3Ru1zZjvug&t=184s>

3.3 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Σκοπός της έρευνας – εργασίας , ήταν να μελετήσουμε τις τροχαλίες και την χρησιμότητά τους. Να εξοικειωθούν τα παιδιά , ότι εκτός από την κλασσική μονή τροχαλία, υπάρχουν και άλλα είδη τροχαλιών . Ποια διάταξη τροχαλίας καθιστά ευκολότερη την ανύψωση του ίδιου φορτίου – αντικειμένου;

Τι είναι το σύστημα τροχαλιών καθώς και τι ‘ κερδίζουμε’ ή τι ‘χάνουμε’ , όταν χρησιμοποιούμε ένα σύστημα τροχαλιών . Τι εννοούμε με τον όρο μηχανικό πλεονέκτημα ; Τέλος να δούμε και να βρούμε σύγχρονες εφαρμογές τροχαλιών , μέσα από την καθημερινή μας ζωή.

Επειδή η μελέτη μας έγινε σε μαθητές Α! Λυκείου , εσκεμμένα παραλείψαμε **την ροπή** , και γενικώς την μηχανική στερεού σώματος , λόγω έλλειψης γνώσεων εκ μέρους των μαθητών , καθώς και απλοποίησης του θέματος μας.

Η αρχική προσπάθεια , ήταν να διδαχθεί το συγκεκριμένο θέμα μέσω ενός STEM Project. Λόγω όμως του υπερβολικού αριθμού ωρών που απαιτούσε η συγκεκριμένη προσπάθεια , καθώς και τον προβλημάτων που δημιουργούνταν στο ωρολόγιο πρόγραμμα, το όλο εγχείρημα μετατράπηκε σε ‘**Διδακτική Παρέμβαση μέσα σε πλαίσια του STEM Education**’. Τα αξεπέραστα αυτά προβλήματα, μας οδήγησαν σε μια πιο παραδοσιακή προσέγγιση του θέματος, που παρόλο μας έκαναν να αποκλίνουμε από την αρχική μας προσέγγιση, αποδείχθηκαν εξίσου αποτελεσματικά και βοήθησαν στην κατανόηση του θέματος των τροχαλιών, από τους μαθητές. Η προσπάθειά μας μπορεί να είναι καθοδηγούμενη και να ξεφεύγει από τα πλαίσια του PBL Learning , όμως λόγω των προβλημάτων (χαμηλό επίπεδο μαθητών , ωρολόγιο πρόγραμμα και δυσκολία αλλαγής του κ.λ.π.) στα πλαίσια του ελληνικού σχολείου ήταν μοναδική δυνατή και γι’ αυτό οδηγηθήκαμε σε αυτή την λύση. Οι συμμετέχοντες στην διαδικασία ήταν 30 μαθητές (23 αγόρια και 7 κορίτσια) .

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

4.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Όπως αναφέραμε , η τροχαλία είναι μια απλή μηχανή , που μας επιτρέπει να σηκώνουμε αντικείμενα , πολύ πιο εύκολα απ' ότι αν προσπαθούσαμε μόνοι μας . Μάλιστα , όπως μελετήσαμε παραπάνω , μπορώ να έχω σημαντικό μηχανικό πλεονέκτημα χρησιμοποιώντας κατάλληλα , περισσότερες από μία τροχαλίες. Αυτά λοιπόν προσπαθήσαμε να τα δούμε από κοντά στο εργαστήριο . Τα παιδιά χωρίστηκαν σε ομάδες των 3 μαθητών.

Πρώτα απ' όλα μαζέψαμε τα απαραίτητα συστατικά.
(Τροχαλίες , σχοινί ,βάρακια κ.α.)

Εδώ βλέπουμε το πολύσπαστο με 4 τροχαλίες (44 χιλιοστά)
με τις 2 σταθερές τροχαλίες και 2 κινητές.
Για σχοινί χρησιμοποιήσαμε σπάγκο , έτσι ώστε να μειωθούν οι τριβές ανάμεσα στον σπάγκο και τις τροχαλίες.
Πρώτα απ' όλα, οι μαθητές χωρίστηκαν σε μεικτές ομάδες των 3. Κάποιες ομάδες κάθισαν στο ίδιο τραπέζι, λόγω έλλειψης υλικών και χώρου.



Εικόνα 18.

Πολύσπαστο με 4 τροχαλίες

Προσπάθειες συναρμολόγησης και κατασκευής της πειραματικής μας διάταξης



εικόνα 19

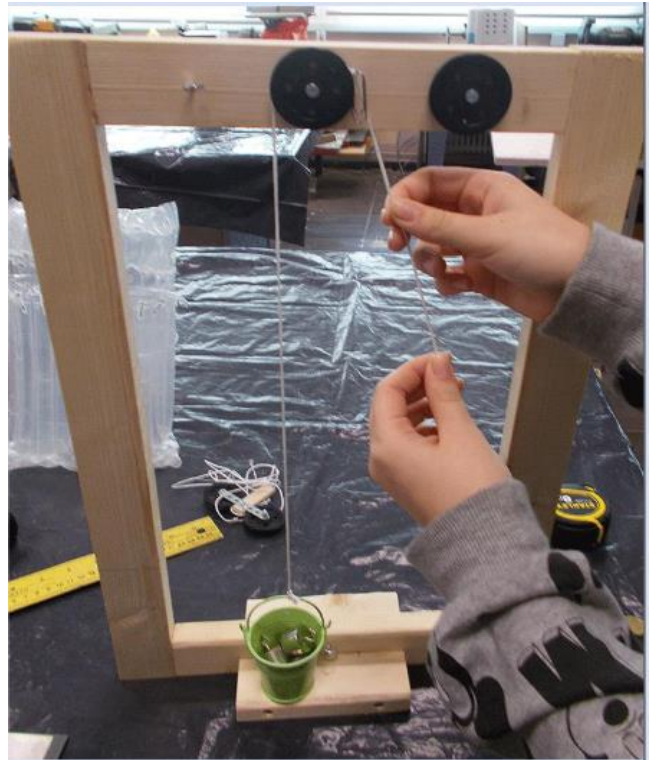
Προετοιμασία ΒΗΜΑ 1°

Πρώτα χρησιμοποιήσαμε μια σταθερή τροχαλία

Ανυψώσαμε βάρος 200 γρ , σε ύψος 10 cm

Η δύναμη ανύψωσης ήταν $F = B = m \cdot g = 0,2 \cdot 9,8 = 1,96 \text{ N}$

Καταγράψαμε το αποτέλεσμα της μέτρησής
μας.



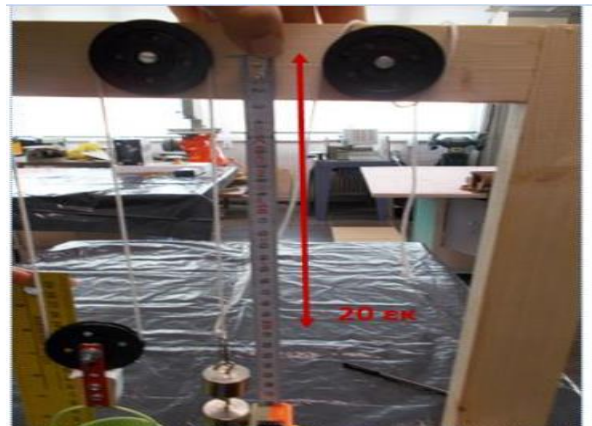
Εικόνα 20. Μονή τροχαλία

ΒΗΜΑ 2

Στο 2ο βήμα χρησιμοποιήσαμε μια σταθερή και μια κινητή τροχαλία (όπως φαίνεται
στην εικόνα 21) ,και ανυψώσαμε το αντικείμενο πάλι 10 cm.

Τώρα πάλι μετρήσαμε την δύναμη F που
ασκήσαμε , αλλά μετρήσαμε και το μήκος του
σχοινιού που χρειαστήκαμε . Πήραμε τα εξής
αποτελέσματα:

$F_{\text{ΑΝΥΨΩΣΗΣ}} = 0,98 \text{ N}$ και μήκος σχοινιού 20 cm



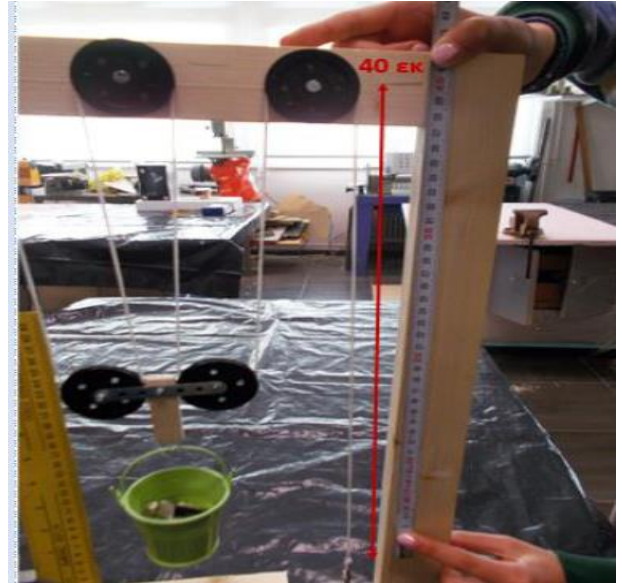
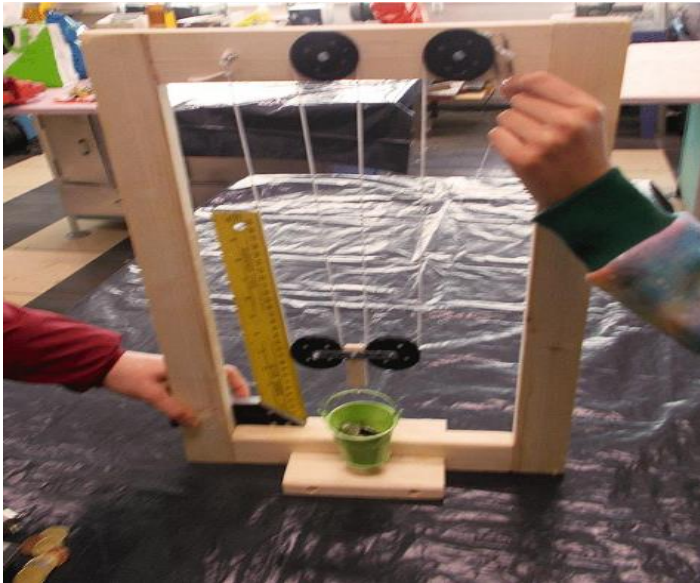
εικόνα 21. Πειραματική διαδικασία

ΒΗΜΑ 3

Στο 3ο βήμα χρησιμοποιήσαμε 4 τροχαλίες . 2 κινητές και 2 σταθερές και ανυψώσαμε το αντικείμενο πάλι 10 cm.

Μετρήσαμε την δύναμη που χρειάστηκε για την ανύψωση αυτή και βρήκαμε :

$F_{\text{ΑΝΥΨΩΣΗΣ}} = 0,49 \text{ N}$ και μήκος σχοινιού 40 cm



εικόνα 22.Σύστημα 4 τροχαλιών

4.1.1 ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Συνοψίσαμε τα παραπάνω πειραματικά δεδομένα στον παρακάτω πίνακα :

ΒΑΡΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (200 gr) = 1,96 N			
ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ	ΔΥΝΑΜΗ ΑΝΥΨΩΣΗΣ	ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ	ΜΗΚΟΣ ΣΧΟΙΝΙΟΥ
1 ΣΤΑΘΕΡΗ ΤΡΟΧΑΛΙΑ	1,96 N	$F / W = 1$	10 cm
1 ΣΤΑΘΕΡΗ ΤΡΟΧΑΛΙΑ + 1 ΚΙΝΗΤΗ ΤΡΟΧΑΛΙΑ ΣΥΝΟΛΟ 2	0,98N	$F / W = 2$	20 cm
ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΤΡΟΧΑΛΙΕΣ + 2 ΚΙΝΗΤΕΣ ΤΡΟΧΑΛΙΕΣ ΣΥΝΟΛΟ 4	0,49N	$F / W = 4$	40 cm

Πίνακας 1 . ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Παρατηρούμε ότι το πείραμα ήρθε να επιβεβαιώσει περίτρανα ,την θεωρία που αναφέραμε. Το μηχανικό πλεονέκτημα (που μας ενδιαφέρει περισσότερο) παρατηρούμε , ότι , όσο περισσότερες τροχαλίες χρησιμοποιούμε , τόσο μεγαλώνει . Δεν πρέπει να ξεχνάμε βέβαια εδώ , αυτό που αναφέραμε στην θεωρία , ότι υπάρχει όριο στο πόσες τροχαλίες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κάθε φορά. Τέλος παρατηρούμε , άλλο ένα συμπέρασμα της θεωρίας , ‘ **Οτι κερδίζουμε σε μηχανικό πλεονέκτημα , το χάνουμε σε διαδρομή ’** (μήκος σχοινιού)

4.2 ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

1) Γιατί χρησιμοποιεί ο άνθρωπος τροχαλίες ;

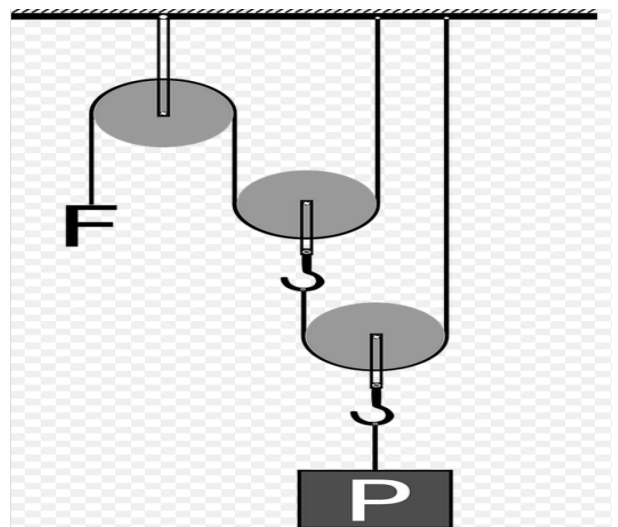
2) Τι είναι το μηχανικό πλεονέκτημα στις τροχαλίες ;

3) Θέλουμε να σηκώσουμε ένα μπουκάλι νερό , χρησιμοποιώντας 2 τροχαλίες . Σχεδιάστε ένα σχήμα για να σηκώσουμε το μπουκάλι με το νερό , με την ελάχιστη δυνατή προσπάθεια.

4) Στο διπλανό σχήμα χρησιμοποιώ 3 τροχαλίες για να σηκώσω το σώμα P βάρους $B = 60 \text{ N}$.

Μπορείτε να υπολογίσετε πόση δύναμη F πρέπει να ασκήσουμε , για να καταφέρουμε να σηκώσουμε το σώμα ;

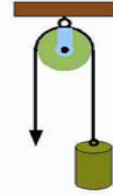
$$F = \quad \quad N$$



εικόνα 23.Σύστημα 3 τροχαλιών

5) Στο διπλανό σχήμα , βλέπω μια σταθερή τροχαλία , στην οποία έχω κρεμάσει ένα σώμα βάρους $B = 200 \text{ N}$.

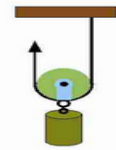
Αν θέλω να σηκώσω από το έδαφος , το σώμα αυτό , τι δύναμη F πρέπει να ασκήσω στο ελεύθερο άκρο του σχοινιού;



$$F = \quad \quad N$$

εικόνα24.Μονή τροχαλία

6) Στο διπλανό σχήμα , βλέπω μια κινητή τροχαλία , στην οποία έχω κρεμάσει ένα σώμα βάρους $B = 200 \text{ N}$. Αν θέλω να σηκώσω από το έδαφος , το σώμα αυτό , τι δύναμη F πρέπει να ασκήσω στο ελεύθερο άκρο του σχοινιού;



$$F = \quad \quad N$$

εικόνα 25.κινητή τροχαλία

7) Πότε θα χρησιμοποιήσω περισσότερο σχοινί ; ι) αν χρησιμοποιήσω 2 τροχαλίες ή ιι) αν χρησιμοποιήσω 5 τροχαλίες ; Εξηγήστε γιατί .

8) Σκεφτείτε και αναφέρεται παραδείγματα μηχανημάτων που χρησιμοποιούν τροχαλία ή συστήματα τροχαλίας

9) Σκεφτείτε και αναφέρετε καθημερινά προβλήματα που λύθηκαν με την χρήση τροχαλιών

4.3. ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Οι μαθητές του δείγματος ήταν 35 σε αριθμό. Ποιο συγκεκριμένα ήταν 26 αγόρια και 9 κορίτσια. Απ' αυτούς 4 μαθητές (ποσοστό 11,5%) δεν είχαν καμία συμμετοχή σε κανένα μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ένας μαθητής απουσίαζε καθ'όλη την διάρκεια του εγχειρήματος. Οι παρακάτω απαντήσεις είναι των συμμετεχόντων μαθητών .

1)Τι είναι και γιατί χρησιμοποιεί ο άνθρωπος τροχαλίες ;

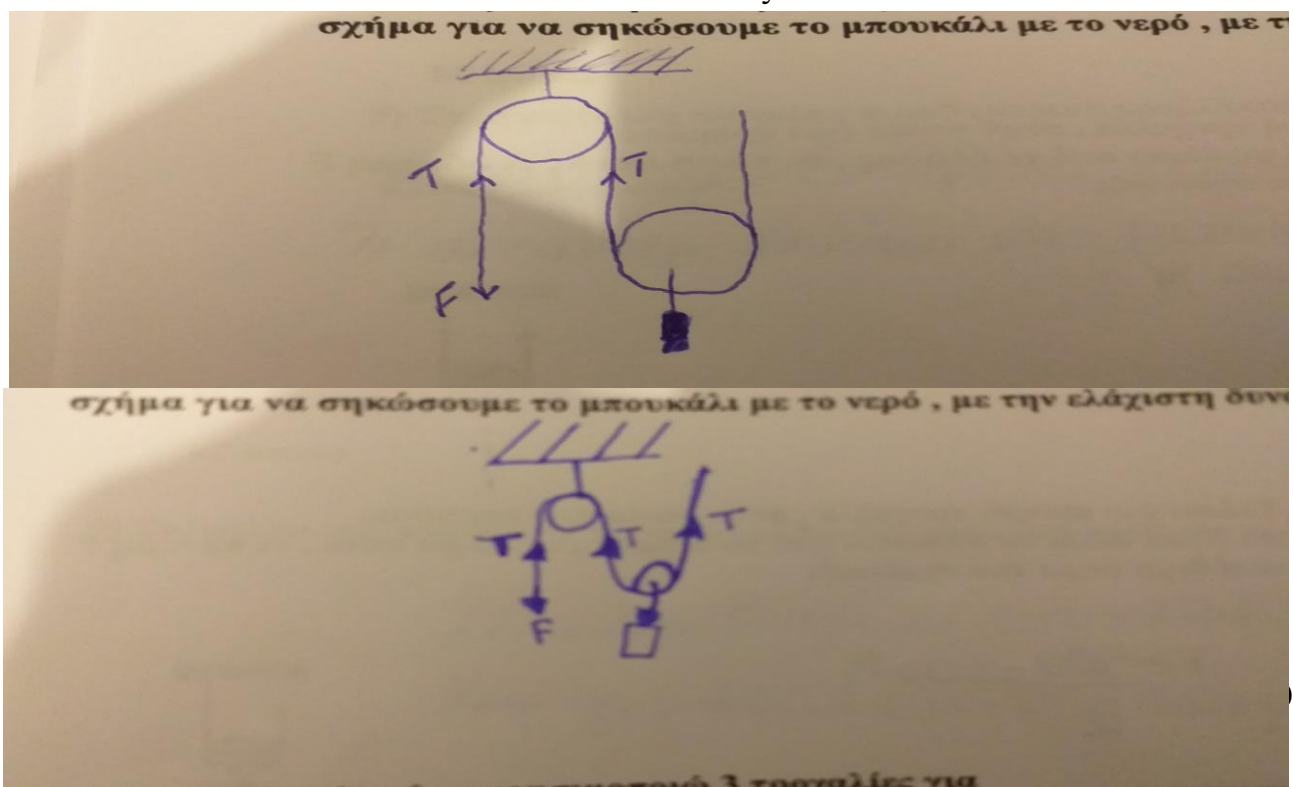
- ✓ Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί τις τροχαλίες για να τραβάει πιο εύκολα και πιο γρήγορα (6 μαθητές)
- ✓ Βοηθά στο να σηκώνουμε πιο εύκολα τα βαριά (σώματα εννοεί) (18 μαθητές)
- ✓ Είναι μια απλή μηχανή που χρησιμοποιείται για να α) σηκώνω β) μεταφέρω. Γιατί είναι πιο εύκολο να τραβήξω , παρά να σηκώσω (2 μαθητές)
- ✓ Είναι ένας κυκλικός τροχός , με ένα σχοινί , που χρησιμοποιώ για να σηκώσω κάτι.(2 μαθητές)
 - Τίποτα (3 μαθητές)

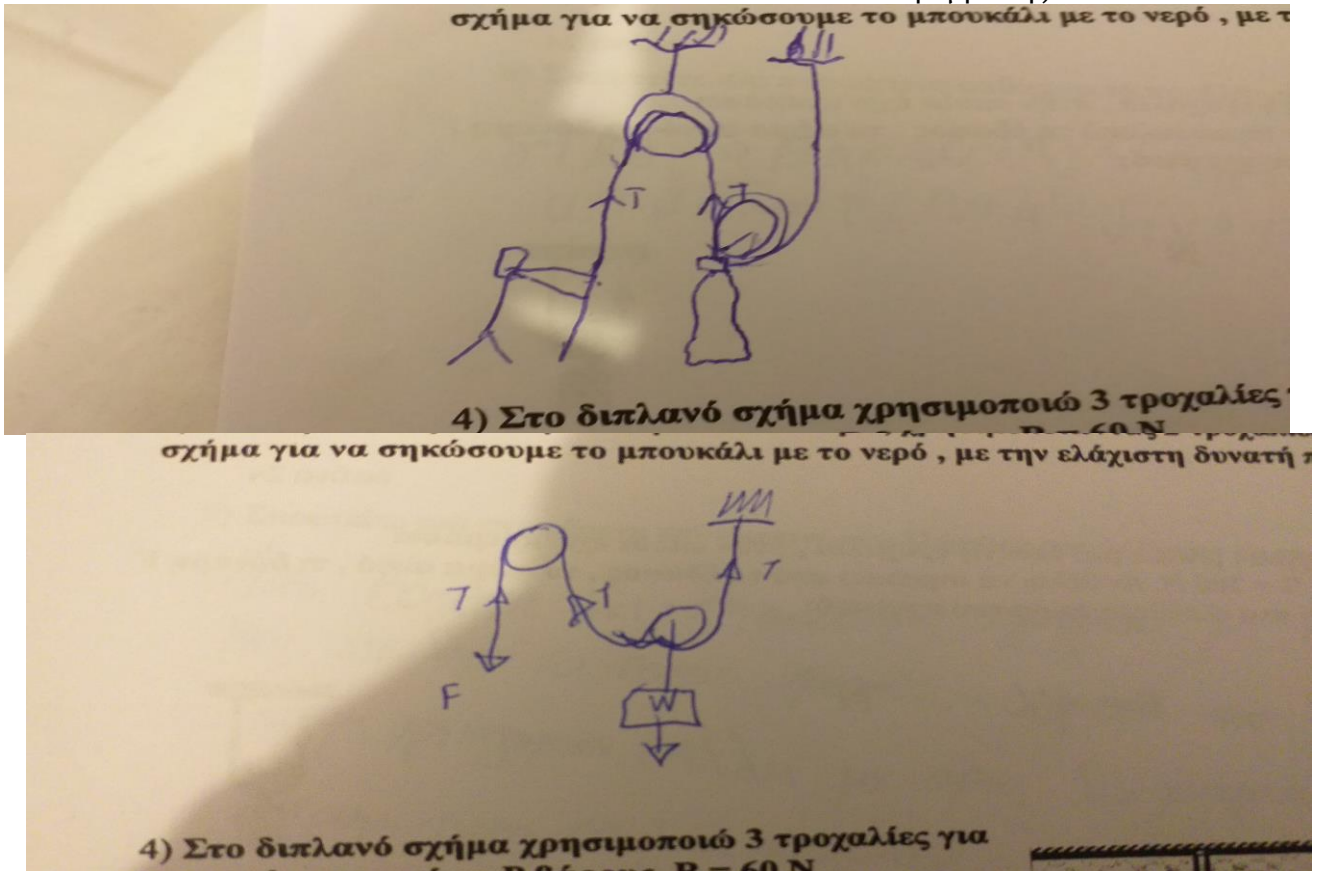
2) Τι είναι το μηχανικό πλεονέκτημα στις τροχαλίες ;

- Αντί να σηκώσω ένα βάρος , μπορώ να το τραβήξω γιατί είναι πιο εύκολο.(6 μαθητές)
- Μηχανικό πλεονέκτημα ,είναι όταν η τροχαλία είναι κινητή , τότε χρειαζόμαστε τη μισή δύναμη για να το τραβήξουμε (το σώμα) (6 μαθητές)
- ✓ Τι κερδίζω σε δύναμη (12 μαθητές)
 - Λιγότερη δύναμη (6 μαθητές)

3) Θέλουμε να σηκώσουμε ένα μπουκάλι νερό , χρησιμοποιώντας 2 τροχαλίες . Σχεδιάστε ένα σχήμα για να σηκώσουμε το μπουκάλι με το νερό , με την ελάχιστη δυνατή προσπάθεια

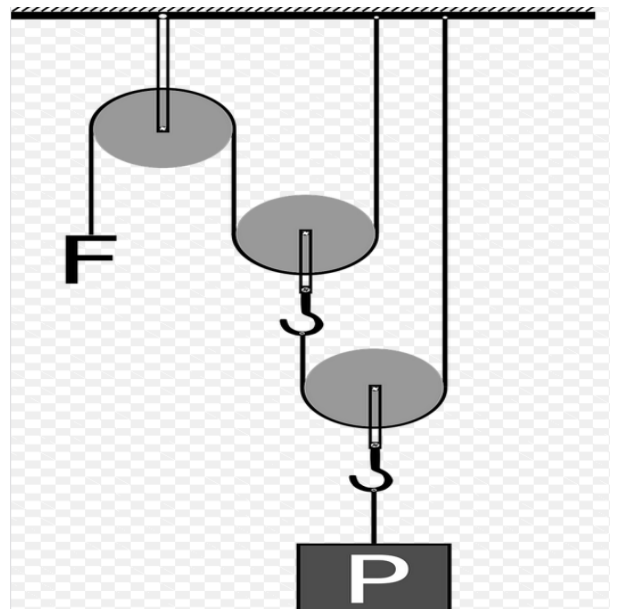
εικόνα 26. Απεικονίσεις παιδιών





4) Στο διπλανό σχήμα χρησιμοποιώ 3 τροχαλίες για να σηκώσω το σώμα P βάρους $W = 60 \text{ N}$. Μπορείτε να υπολογίσετε πόση δύναμη F πρέπει να ασκήσουμε , για να καταφέρουμε να σηκώσουμε το σώμα ;

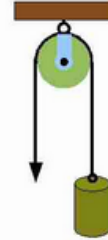
- ✓ $F = 20 \text{ N}$ (12 μαθητές)
- $F = W/20 \text{ N}$ (3 μαθητές)
- $F = W/3 = 20 \text{ N}$ (9 μαθητές)
- $F = W \text{ N}$ (6 μαθητές)



εικόνα 23

5) Στο διπλανό σχήμα , βλέπω μια σταθερή τροχαλία , στην οποία έχω κρεμάσει ένα σώμα βάρους $W = 200 \text{ N}$.

Αν θέλω να σηκώσω από το έδαφος , το σώμα αυτό , τι δύναμη F πρέπει να ασκήσω στο ελεύθερο άκρο του σχοινιού;

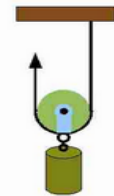


- ✓ $F = 200 \text{ N}$ (18 μαθητές)
- $F = 100 \text{ N}$ (6 μαθητές)
- $F = W / 200 \text{ N}$ (6 μαθητές)

εικόνα 24

6) Στο διπλανό σχήμα , βλέπω μια κινητή τροχαλία , στην οποία έχω κρεμάσει ένα σώμα βάρους $W = 200 \text{ N}$. Αν θέλω να σηκώσω από το έδαφος , το σώμα αυτό , τι δύναμη F πρέπει να ασκήσω στο ελεύθερο άκρο του σχοινιού;

- ✓ $F = 100 \text{ N}$ (15 μαθητές)
- $F = 200 \text{ N}$ (6 μαθητές)
- ✓ $F = W/2 = 200/2 = 100 \text{ N}$ (9 μαθητές)



εικόνα 25

7) Πότε θα χρησιμοποιήσω περισσότερο σχοινί ; ι) αν χρησιμοποιήσω 2 τροχαλίες ή ιι) αν χρησιμοποιήσω 5 τροχαλίες ; Εξηγήστε γιατί .

- ✓ Στις 5 (18 μαθητές)
- ✓ Γιατί όσο πιο πολλές έχω , τόσο πιο πολύ σχοινί χρειάζομαι (3 μαθητές)
- ✓ Όπου έχει πιο πολλές (9 μαθητές)

8) Σκεφτείτε και αναφέρεται παραδείγματα μηχανημάτων που χρησιμοποιούν τροχαλία ή συστήματα τροχαλίας

- ✓ Ασανσέρ (15 μαθητές)
- ✓ Τελεφερίκ (3 μαθητές)
- ✓ Γερανός (3) μαθητές
- ✓ Ιστιοπλοϊκό (2 μαθητές)
- ✓ όργανα γυμναστικής (7 μαθητές)

9) Βρείτε παραδείγματα τροχαλιών ή μηχανισμών τροχαλιών μέσα σε μια πολυκατοικία ή κοντά στο σπίτι σας .

- ✓ Ασανσέρ (21) μαθητές
- ✓ Στην οικοδομή (9 μαθητές)

4.4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Πριν προβούμε σε διατύπωση οποιονδήποτε συμπερασμάτων από την ανάλυση των παραπάνω δεδομένων, οφείλουμε να διευκρινίσουμε ότι σε καμία περίπτωση τα συμπεράσματα αυτά δεν είναι γενικά για τον ευρύτερο εκπαιδευτικό πληθυσμό της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, λόγω του μικρού και δείγματος που χρησιμοποιήθηκε. Πρέπει να τονιστεί ότι η αξία της παρούσας έρευνας καθώς και των συμπερασμάτων που απορρέουν από αυτή ,σχετίζονται με το γεγονός ότι τα στοιχεία της έρευνας συλλέγονται από τη σχολική καθημερινότητα με σκοπό την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της διδακτικής προσέγγισης που εφαρμόσαμε ,για το συγκεκριμένο δείγμα μαθητών και δεν αποτελούν οποιαδήποτε γενίκευση των συμπερασμάτων της έρευνας αυτής

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΥΠΗΡΧΑΝ

Το παρόν ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από τους μαθητές της Α! Τάξης ΕΠΑΛ Μυκόνου . Οι αναγραφόμενες , είναι οι κυριότερες απαντήσεις που δόθηκαν , από τους μαθητές. Κάποιοι μαθητές βέβαια (λίγοι ευτυχώς, περίπου το 5%) δεν ασχολήθηκαν καθόλου , ούτε με το πειραματικό κομμάτι , ούτε με το φύλλο εργασίας. Είναι δε σημαντικό να αναφέρουμε , ότι το επίπεδο των μαθητών στα θετικά μαθήματα , είναι ιδιαίτερα χαμηλό , πράγμα που επιδεινώθηκε ακόμα περισσότερο ,από τα δύο χρόνια τηλεμαθήματος , μέσω της πλατφόρμας webex. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που πρέπει να επισημανθεί , είναι και το “φτωχό λεξιλόγιο ” των παιδιών καθώς και το πρόβλημα στην έκφραση που υπάρχει. Πολλές φορές τα παιδιά , λένε άλλο και εννοούν άλλο. Αυτό το φαινόμενο , το συνάντησα πολλαπλώς κατά την διάρκεια του project.

Μεγάλο επίσης πρόβλημα , αποδείχθηκε και το ωρολόγιο πρόγραμμα .Σαφώς , λόγω του όγκου της ύλης και τον αριθμό των μαθημάτων , που διδάσκονται στους μαθητές , η αλλαγή του προγράμματος καθίσταται από δύσκολη , έως ουτοπική πολλές φορές. Δεν πρέπει να ξεχνάμε δε, ότι φέτος για πρώτη φορά , προστέθηκε και η τράπεζα θεμάτων , που προκάλεσε έξτρα άγχος σε καθηγητές και μαθητές (να 'βγει' η ύλη , να διδάξουμε ασκήσεις από την τράπεζα στους μαθητές κ.λ.π .). Λόγω αυτού κάποιοι μαθητές , ήταν αρνητικοί στην όλη εκπαιδευτική διαδικασία , αφού την χαρακτήρισαν ως ' χάσιμο πολύτιμου χρόνου' .

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ

Η όλη διαδικασία θεωρήθηκε εποικοδομητική από τους μαθητές , και χάρηκαν ιδιαίτερα τον διαφορετικό τρόπο διδασκαλίας (πείραμα και καθοδηγούμενη κριτική άποψη) και μάλιστα οι περισσότεροι δήλωσαν ότι προτιμούν τον τρόπο αυτό, από το «στείο »μάθημα που κάνουμε μέσα στην τάξη.

Το αντικείμενο βέβαια , ήταν ήδη γνωστό σε κάποιο βαθμό , αλλά μέσω του πειράματος , μπόρεσαν να καταλάβουν καλύτερα την λειτουργία και χρήση των τροχαλιών.

Όσον αφορά στην αξιολόγηση της διερευνητικής μεθόδου από τους μαθητές η επεξεργασία των δεδομένων από το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης έδειξε ότι οι μαθητές στην πλειοψηφία τους (πάνω από 70 % περίπου) έκκριναν τη μέθοδο από πολύ καλή μέχρι πάρα πολύ καλή. Οι μαθητές δήλωσαν ότι τους άρεσαν ιδιαίτερα οι διαφορετικές φάσεις της μεθόδου με επικρατέστερη την πειραματική διαδικασία ενώ , υπήρξαν δε και αρκετοί μαθητές που δήλωσαν ότι τους άρεσε το γεγονός ότι η διαδικασία ήταν μαθητοκεντρική καθώς και ότι εργάστηκαν σε ομάδες, πράγμα που τους συνέβαινε για πρώτη φορά στα μαθητικά τους χρόνια.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού ως καθοδηγητή εξέπληξε ευχάριστα τους μαθητές, αφού ένιωθαν πιο ελεύθεροι στο να εκφραστούν χωρίς να σκέφτονται αν κάνουν λάθος ή όχι και να υπολογίζουν περισσότερο στην βοήθεια των συμμαθητών τους, πράγμα που ενίσχυσε την συνοχή της ομάδας.

Όμως δημιούργησε και προβλήματα σε μαθητές που είχαν συνηθίσει στην ισχυρή καθοδήγηση από τον καθηγητή και ήξεραν ένα συγκεκριμένο πλαίσιο διδασκαλίας, για να δώσουν απαντήσεις στα ερωτήματα που θέτονταν και δυσκολεύονταν να ασκούν οι ίδιοι κριτική στο πλήθος των ιδεών που εκφράζονταν.

Η ομαδική δουλειά και η συνεργασία θεωρήθηκαν καθοριστικές για την απόκτηση των νέων γνώσεων, μέσω του διαμοιρασμού των εμπειριών , γνώσεων, ιδεών και απόψεων μεταξύ των μελών της ομάδας. Και πάλι υπήρξαν μαθητές- ίσως σε μικρότερο ποσοστό- που δεν κατάφεραν να ενταχθούν αποτελεσματικά στην ομάδα και αυτό έγινε πιθανόν, από φόβο μήπως δεν γίνουν αποδεκτοί και ως άτομα και ως

φορείς γνώσεων ή ακόμα πιο απλά γιατί δεν τους ενδιέφερε το συγκεκριμένο αντικείμενο ή γιατί θεωρούν ότι η Φυσική σαν μάθημα είναι από τα πιο δύσκολα που υπάρχουν(λανθασμένες απόψεις που δυστυχώς κατακλύζουν τους μαθητές) Τα αποτελέσματα ήταν επίσης ενθαρρυντικά , αφού πάνω από το 50 % των μαθητών ανταποκρίθηκαν στις απαιτήσεις και απάντησαν σωστά στο ερωτηματολόγιο ,που τους δόθηκε.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην προσπάθειά μας ,να εντάξουμε στην διδασκαλία μας ,ένα διδακτικό σενάριο (τροχαλίες) που θα διδάσκαμε με την PBL μέθοδο (μέσω STEM Education) , ανέκυψαν κάποια σημαντικά θέματα , που δυσκόλεψαν την όλη εκπαιδευτική διαδικασία. Θέματα , που κατά την προσωπική μου άποψη , πρέπει να αναδειχθούν και να μας προβληματίσουν.

Η διαδικασία της επίλυσης προβλήματος , αποδείχθηκε μια πολύ αργή και χρονοβόρα διαδικασία που μέσα στα πλαίσια του σφικτού ωρολογίου προγράμματος , καθιστά την διαδικασία δύσκολη έως ακατόρθωτη , για να λειτουργήσει ή έστω για να επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Τα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών , ενώ υπάρχουν στα περισσότερα σχολεία , είναι απαρχαιωμένα , έχουν ελλείψεις και πολλές φορές χρησιμοποιούνται και από άλλους συναδέλφους για τελείως διαφορετικούς έως άσχετους σκοπούς.

Η συμμετοχή των μαθητών καθώς και η ανταπόκρισή τους στον καινούργιο τρόπο διδασκαλίας ήταν πάρα πολύ ικανοποιητική και η απόδοσή τους κρίνεται από καλή , έως πάρα πολύ καλή.

Η προσπάθεια να επιλυθεί ένα πρόβλημα μέσω μιας δραστηριότητας STEM από μια ομάδα μαθητών , αναδεικνύει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών.

Βοηθά στην εποικοδομητική σκέψη και ανάγει την κλασσική δασκαλοκεντρική μάθηση , σε μαθητοκεντρική , δίνοντας την δυνατότητα στα παιδιά να οικοδομήσουν τις γνώσεις τους μέσα από

την ανταλλαγή ιδεών, εμπειριών και συλλογισμών με τους συμμαθητές τους.

Η μέθοδος αυτή είναι βέβαια , αρκετά δυσκολότερη , για τον εκπαιδευτικό , από την παραδοσιακή γιατί χρειάζεται ο εκπαιδευτικός να είναι πλήρως προετοιμασμένος για τους δρόμους που θα

τον οδηγήσουν οι μαθητές ή για τις οποιεσδήποτε δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσουν.

Γι ' αυτό πρέπει ο εκπαιδευτικός να κατέχει πολύ καλά το θέμα, να αφογκράζεται τις δυσκολίες των μαθητών, να αγκιστρώνεται από πιθανές ιδέες τους ,ώστε, όποτε χρειαστεί να επέμβει για να τους βοηθήσει να πάνε παρακάτω.

Βέβαια , δεν πρέπει να ξεχνάμε η μάθηση βασισμένη στο πρόβλημα ,δεν είναι ιδανική για όλους τους μαθητές, μιας και γίνεται χρήση της επαγωγικής σκέψης.

Κάποιοι μαθητές , έχουν συνηθίσει τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας της Φυσικής και αδυνατούν ή φοβούνται ή δεν θέλουν (δεν τους αρέσει) να

προσαρμοστούν στον καινούργιο τρόπο . Αυτό βέβαια μπορεί να ξεπεραστεί εύκολα , μέσω μιας διδακτικής παρέμβασης ή μέσω του χρόνου και της επανάληψης , γιατί δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το όλο εγχείρημα , ήταν πρωτόγνωρο γι αυτούς , και μερικές φορές το καινούργιο «φοβίζει» τους ανθρώπους.

Συνδυάζοντας αυτό , με το θέμα που δημιουργήθηκε από κάποιους μαθητές , λόγω τράπεζας θεμάτων , πρέπει να προβληματιστούμε πως μπορούμε να συγκεράσουμε τα παραπάνω προβλήματα , προς όφελος των μαθητών και τα όλης εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Φάνηκε επίσης, ότι στη μαθησιακή εμπειρία STEM, εντάσσονται άνετα μαθητές υψηλής επίδοσης άλλα και μαθητές με αποκλίνουσα σκέψη . Οι μαθητές αυτοί μπορούν να αντιληφθούν αλλά και να επεξεργαστούν καλύτερα το «καινούργιο» καθώς και να προσαρμοστούν καλύτερα σε αυτό.

Προσωπικά, η όλη διαδικασία αποτέλεσε μια ευχάριστη πρόκληση , και με ενθουσίασε ιδιαίτερα ο τρόπος που αντιδρούσαν οι μαθητές στις προκλήσεις που εμφανίζονταν καθώς και η εφευρετικότητά τους στις δυσκολίες που αντιμετώπισαν.

Το μόνο πράγμα που με κούρασε , ήταν οι συνεχείς αλλαγές στο ωρολόγιο πρόγραμμα , προκειμένου να ολοκληρωθεί το project.

Επίσης, επιτεύχθηκαν οι γνωστικές συγκρούσεις που ήταν απαραίτητες προκειμένου οι μαθητές να συνεχίσουν την γνωστική διαδικασία και με ενθουσίασε ο τρόπος που οι μαθητές κατέληγαν στο επιθυμητό συμπέρασμα , μέσω των γνωστικών αντιπαραθέσεων που προέκυπταν , και φυσικά της δικής μου καθοδήγησης.

Παρόλο , που η όλη διαδικασία ήταν κουραστική και επίπονη , το αποτέλεσμα που ήρθε, ήταν αυτό που δικαίωσε τους κόπους μας και κατέστησε το όλο project επιτυχές και εποικοδομητικό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ακολουθούν οι βιβλιογραφικές αναφορές (πηγές) της Εργασίας.

- Philosophy of STEM Education- A Critical Investigation by Olivia Nichole Ritter University of Tennessee, United States
- Concluding Thoughts Chesky, Nataly Z. and Mark R. Wolfmeyer . Philosophy of STEM Education: A Critical Investigation. New York: Palgrave Macmillan, 2015
- What Is STEM Education? By Rodger W. Bybee
- What Is STEM Education and Why Is It Important? David W. White Florida A&M University, Tallahassee, Florida ,2014.
- Self-determination and STEM education: Effects of autonomy, motivation, and self-regulated learning on high school math achievement([Juan L.Núñez^bJeffreyLiew](#),2015).
 - STEM,STEM EDUCATION,STEMANIA By Mark Sanders ,2008.
 - Introducing STEM Education: Implications for Educating Our Teachers For the Age of Innovation (Robert M. Capraro² Mary M. Capraro,2014.
 - Χρυσοφίδης Κώστας ,Βιωματική – επικοινωνιακή διδασκαλία : εισαγωγή της μεθόδου project στο σχολείο ,2006 .
 - Ηλίας Ματσαγγούρας Η διαθεματικότητα στη σχολική γνώση,2002.
 - Ηλίας Ματσαγγούρας ,Εισαγωγή στις επιστήμες της παιδαγωγικής , Εναλλακτικές προσεγγίσεις , διδακτικές προεκτάσεις ,2009
 - Ηλίας Ματσαγγούρας Σχολικός εγγραμματισμός . Λειτουργικός , κριτικός επιστημονικός, 2007
 - Χατζηδήμου και Ταρατόρη 2002. Η προετοιμασία του μαθήματος από την πλευρά των εκπαιδευτικών ,1992.
 - Φωτεινή Κοσσυβάκη Εναλλακτική Διδακτική , 2007.
 - Τίμων Θεοφανέλλης και Ελένη Καραγεωργίου Η μέθοδος project ως μια προσέγγιση μάθησης για τους ενήλικες ,2009.
 - Π Ε Ρ Ι Ο Δ Ι Κ Ο " Ν Ε Ο Σ Π Α Ι Δ Α Γ Ω Γ Ο Σ " 4ο Τ ε ύ χ ο ς Σεπτέμβριος 2014.
Αναρτήθηκε από <C:/Users/ΕΠΑΛ/Downloads/Project.pdf> στις 26 Φεβρουαρίου 2022.
ISSN : 2 2 4 1 - 6 7 8 1 Π Ε Ρ Ι Ο Δ Ι Κ Ο " Ν Ε Ο Σ Π Α Ι Δ Α Γ Ω Γ Ο Σ " 4ο Τ ε ύ χ ο ς - Σεπτέμβριος 2014 .

Δραστηριοτήτων και Εκπαιδευτικών Σεναρίων Project : Διδασκαλία του μηχανισμού λειτουργίας και χρησιμότητα τροχαλιών σε μαθητές Α΄ Λυκείου ,μέσω διδακτικής παρέμβασης σε πλαίσια STEM

- Η παιδαγωγική σκέψη τον Dewey και της Montessori και η σύγχρονη εκπαιδευτική πρακτική - Μαρία Καμπεζά, 2008.

- <http://schoolprojectguide.weebly.com>
Αναρτήθηκε στις 28 Φεβρουαρίου 2022 από:
<http://schoolprojectguide.weebly.com>

- Η Μέθοδος Project στο Σχολείο :Κουκουτσέλου Περσεφόνη ,2014

Αναρτήθηκε στις 28 Φεβρουαρίου 2022 από :

<https://blogs.sch.gr/pekoukou/η-διδασκαλία-της-μεθόδου-project-στο-σχολείο/>

- http://www.diapolis.auth.gr/epimorfotiko_uliko
Αναρτήθηκε στις 28 Φεβρουαρίου από
http://www.diapolis.auth.gr/epimorfotiko_uliko
- [PROJECT-KOSYVAS.pdf \(sch.gr\)](#) .Αναρτήθηκε στις 28 Φεβρουαρίου από

hellenic-education-uk.europe.sch.gr/wp-content/uploads/2018/11/PROJECT-KOSYVAS.pdf

- από https://www.why.gr/wp-content/uploads/2019/09/62360X_1000x1000.jpg
Αναρτήθηκε στις 01/03/2022 από https://www.why.gr/wp-content/uploads/2019/09/62360X_1000x1000.jpg
- Τροχαλίες.pdf
Αναρτήθηκε στις 05 Μαρτίου 2022 από
<https://blogs.sch.gr/annamichailidou/files/2020/03/ΦΥΛΛΟ-ΕΡΓΟΥ-5-Τροχαλίες.pdf>
- science.fandom.com/el/wiki/τ
Αναρτήθηκε στις 05 Μαρτίου 2022 από
science.fandom.com/el/wiki/τροχαλία
- http://users.sch.gr/irantousis/06_TEXNOLOGIA_G_TAKSIS/04_grapti_ergasi_a/_36_troxalies.pdf

Αναρτήθηκε στις 8 Μαρτίου 2022 από

http://users.sch.gr/irantousis/06_TEXNOLOGIA_G_TAKSIS/04_grapti_ergasi_a/_36_troxalies.pdf

- Βιβλίο φυσικής β! γυμνασίου . Νικόλαος Αντωνίου, Παναγιώτης Δημητριάδης, Κων/νος Καμπούρης, Κων/νος Παπαμιχάλης ,Λαμπρινή Παπασίμπα,2005
- Βιβλίο φυσικής Α! Λυκείου Ιωάννης Α. Βλάχος, Ιωάννης Γ. Γραμματικάκης, Βασίλης Α. Καραπαναγιώτης, Περικλής Εμ. Περιστερόπουλος, Γιώργος Β. Τιμοθέου,2010