ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία

«ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΕΚΜΑΘΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΕ ΕΝΑ CSCL ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΕΣΩ ΜΙΑΣ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ (STEAM) ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ»

Ζαφειροπούλου Σοφία – ΜΗΜ: 1803

Επιβλέπων: Αναπληρωτής καθηγητής κ. Φιλιππάκης Μιχαήλ

Πειραιάς, Ιούνιος 2021

'Not everything that can be counted

Counts

And not everything that counts

Can be counted'

Albert Einstein, 1879 – 1955, Φυσικός

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή προέκυψε μέσα από το πρόγραμμα σπουδών «Ηλεκτρονική Μάθηση», επομένως κρίνω αναγκαίο να ευχαριστήσω θερμά όλους τους καθηγητές και καθηγήτριές μου για τα ερεθίσματα, τις γνώσεις που μας μετέφεραν, καθώς και για τη συνεργασία που είχαμε κατά τη διάρκεια των σπουδών.

Ιδιαίτερα, επιθυμώ να ευχαριστήσω τον κ. Μιχαήλ Φιλιππάκη, Αναπληρωτή καθηγητή, ο οποίος ήταν ο επιβλέπων καθηγητής μου για την εμπιστοσύνη, την καθοδήγση και τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφερε στον τομέα της Στατιστικής Ανάλυσης και του SPSS. Επίσης, ένα ξεχωριστό ευχαριστώ οφείλω στην κ. Φωτεινή Παρασκευά που χάρην αυτής εμπλούτισα το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο που χρειάζεται να έχω ως εκπαιδευτικός, αλλά και προέβη στις απαραίτητες αλλαγές στην ερευνητική μου εργασία. Ακόμα, ευχαριστώ τους κ. Συμεών Ρετάλη και Δημήτριο Σάμψων για τις γνώσεις, όσον αφορά τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και την χρησιμότητα της εφαρμογής της τεχνολογίας στην εκπαίδευση.

Τέλος, ένα ξεχωριστό ευχαριστώ στην οικογένεια και στους στενούς μου φίλους, οι οποίοι με ενθάρρυναν καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου και αποτελούν δυνατό έρεισμα σε κάθε εγχείρημά μου.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία διερεύνησε κατά πόσο η διεπιστημονική προσέγγιση θα μπορούσε να είναι ωφέλιμη για τη διδασκαλία και την εκμάθηση των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, η ενορχήστρωση του σεναρίου πραγματοποιήθηκε μέσω της PBL (Problem Based Learning), συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος, όπως είναι το Edmodo. Πρόκειται για μια τεχνική μάθησης, μέσω της οποίας οι μαθητευόμενοι εκπαιδεύονται στο να επιλύουν «πραγματικά» προβλήματα και κατ΄επέκταση να αναπτύσσουν δεξιότητες, όπως η επίλυση προβλήματος και η δημιουργική σκέψη. Πολύ περισσότερο, για την επίτευξη της διεπιστημονικής προσέγγισης δημιουργήθηκε ένα σενάριο μάθησης, στο οποίο επιχειρήθηκε ο συνδυασμός των Μαθηματικών με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.

Ο σκοπός της έρευνας είναι τόσο η κατανόηση των Μαθηματικών πάνω σε μια συγκεκριμένη ενότητα, αυτή της «Πρόσθεσης & αφαίρεσης κλασμάτων», με παράλληλη συσχέτισή τους με τη Φυσική, επισημαίνοντας την σπουδαιότητα της διδασκαλίας τους, αναπτύσσοντας ταυτόχρονα σημαντικές δεξιότητες. Προς επίρρωση αυτού του στόχου, συμμετείχαν στο εξ αποστάσεως εκπαιδευτικό πρόγραμμα περίπου 30 εκπαιδευόμενοι, και τα δεδομένα αυτών χρησιμοποιήθηκαν για τη διερεύνηση των ερευνητικών ερωτημάτων που παρουσιάζονται ενδελεχώς στην εργασία.

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τη διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας φάνηκε να υπάρχει επαλήθευση των εναλλακτικών υποθέσεων που τέθηκαν σύμφωνα με τα ερευνητικά ερωτήματα. Συνεπώς, προκύπτει πως η εκπαιδευτική παρέμβαση ήταν πετυχημένη ως προς την επίτευξη των συγκεκριμένων στόχων. Ολοκληρώνοντας, στο τέλος της εργασίας παρουσιάζονται κάποιες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

ABSTRACT

The present work investigated whether the interdisciplinary approach could be beneficial for the teaching and learning of Mathematics in Primary education. Specifically, the scenario was orchestrated through PBL (Problem Based Learning), combining it with the "6 Thinking Hats" strategy, in a technologically supported environment, such as Edmodo. PBL is a learning technique through which learners are trained to solve "real" problems and consequently, to develop skills, such as problem solving and creative thinking. Furthermore, in order to achieve the interdisciplinary approach, a learning scenario was created, in which an attempt was made to combine Mathematics with the subject of Physics.

The purpose of the research is both the understanding of Mathematics on a specific unit, which is the "Addition & subtraction of fractions", with their parallel correlation with Physics, pointing out the importance of their teaching, while developing important skills. To support this aim, about 30 trainees participated in the distance learning program, and their data were used to investigate the research questions that are thoroughly presented in the work.

From the statistical analysis of the data collected from the conduct of the experimental procedure, it appeared that there was a verification of the alternative hypotheses that were asked according to the research questions. Therefore, it appears that the educational intervention was successful in achieving the specific objectives. In conclusion, at the end of the work are presented some suggestions for further research in the future.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....2

Περίληψη 3

ABSTRACT.....4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο – ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....10

1.1.Θεωρητική θεμελίωση της διπλωματικής εργασίας.....10

1.2.Παρουσίαση προβληματικής 11

1.3.Σκοπός της διπλωματικής εργασίας 13

1.4.Καινοτομία της διπλωματικής εργασίας.....14

1.5.Ερευνητικά ερωτήματα.....15

1.6.Οργάνωση της διπλωματικής εργασίας 16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ.....17

2.1. Εισαγωγή 17

2.2. Οι σημαντικότερες θεωρίες μάθησης 17

2.3. Θεωρία κατασκευής της γνώσης - Εποικοδομητισμός.....18

2.3.1. Εποικοδομητισμός: Πλεονεκτήματα 20

2.3.2. Εποικοδομητισμός και Εκπαιδευτικό περιβάλλον.....21

2.3.3. Εποικοδομισμός – Κονστρουκτιβισμός και STEM.....22

2.4. Η μεθοδολογία STE(A)M.....23

2.4.1. Το STEM στην Πρωτοβάθμια Σχολική Εκπαίδευση 24

2.4.2. Η έννοια των « μαθηματικών » στο πλαίσιο της μεθοδολογίας STEAM.....25

2.4.3. Χαρακτηριστικά των προγραμμάτων εκπαίδευσης STEAM 26

2.4.4. Ανάπτυξη δεξιοτήτων 21ου αιώνα και μεθοδολογία STEAM 29

2.4.5. Μέθοδοι διδασκαλίας που σχετίζονται με το STEAM.....30

2.4.5.1. Το εκπαιδευτικό μοντέλο της «Problem Based Learning» 30

2.4.5.1.1. Περιγραφή της μεθόδου PBL.....31

2.4.5.1.2. Διδακτικές Προσεγγίσεις της Problem based learning 32

2.4.5.1.4. Ο ρόλος του εκπαιδευόμενου 35

2.4.5.1.5. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού 35

2.5. Η διαδικασία της Problem based learning.....35

2.5.1. Problem based learning σε online περιβάλλον.....37

2.5.2. Problem based learning στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση...38

2.5.3. Problem based learning και Μαθηματικά 39

2.6. Κριτική – Δημιουργική Σκέψη.....40

2.6.1. Η Στρατηγική «6 Thinking Hats».....40

2.6.2. Κριτική –Δημιουργική Σκέψη και Επίλυση Προβλήματος 42

2.6.3. Online PBL (Επίλυση Προβλήματος) και Κριτική – Δημιουργική Σκέψη 42

2.7. Η διδακτική των μαθηματικών στο δημοτικό.....43

2.7.1. Διδασκαλία μαθηματικών στον 21ο αιώνα 43

2.7.2. Η σκοπιμότητα της ένταξης εργαλείων ψηφιακής τεχνολογίας στο μάθημα των μαθηματικών 44

2.8. Η έννοια της Διεπιστημονικής προσέγγισης.....45

2.8.1. Διεπιστημονική προσέγγιση και Μαθηματικά 46

2.9. Εργαλεία Web 2.0. τεχνολογίας.....46

2.9.1. Το κοινωνικό λογισμικό και η διδακτική του αξιοποίηση .47

2.9.2. Γενική επισκόπηση του Edmodo 48

2.10. Σύνοψη 50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3Ο - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....52

3.1. Εισαγωγή 52

3.2. Στόχος της ερευνητικής προσέγγισης 52

3.3. Ορισμοί των ερευνητικών μεταβλητών.....52

3.3.1. Εννοιολογικοί ορισμοί των ερευνητικών μεταβλητών 52

3.3.2. Λειτουργικοί ορισμοί των ερευνητικών μεταβλητών 53

3.4. Ερευνητικά ερωτήματα.....54

3.5. Σχεδιασμός της έρευνας 56

3.5.1. Σχεδιασμός εννοιολογικού πλαισίου της έρευνας.....56

3.5.1.1 Σχεδιασμός εκπαιδευτικού μοντέλου της «Problem Based Learning» 58

3.5.1.1.1. Οι φάσεις του εκπαιδευτικού μοντέλου της «Problem based Learning».....59

3.5.1.2. Η αφόρμηση του σεναρίου.....62

3.5.1.3. Σύνδεση του εκπαιδευτικού μοντέλου και της στρατηγική « Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα» 72

3.5.1.4. Σύνδεση του εκπαιδευτικού σεναρίου και της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας STEAM.....74

3.5.1.5. Το διδακτικό σενάριο του μοντέλου της Problem based Learning(PBL) για τα Μαθηματικά.....75

3.5.1.5.1. Τίτλος διδακτικού σεναρίου.....75

3.5.1.5.2. Τάξεις στις οποίες απευθύνεται το διδακτικό σενάριο .75

3.5.1.5.3. Συμβατότητα με το ΔΕΠΠΣ και το ΑΠΣ Μαθηματικών 75

3.5.1.5.4. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές.....76

3.5.1.5.5. Οργάνωση της διδασκαλίας & απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή.....76

3.5.1.5.6. Εκτιμώμενη διάρκεια.....76

3.5.1.5.7. Προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών για τα κλάσματα 76

3.5.1.5.8. Σύντομη περιγραφή εκπαιδευτικού προβλήματος.....76

3.5.1.5.9. Διδακτική προσέγγιση.....77

Μεθοδολογική προσέγγιση 77

Διδακτική προσέγγιση με ΤΠΕ 78

3.5.1.5.10. Οριοθέτηση Ειδικών Εκπαιδευτικών Στόχων 78

3.5.1.5.11. Η υπερκείμενη ιστορία –σενάριο «Καλώς ηρθατε στην Κλασματοχώρα» 81

3.5.1.5.12. Αξιολόγηση.....104

3.6. Ερευνητικό δείγμα 105

Δείγμα - Συμμετέχοντες.....105

Ποιοτική έρευνα.....106

3.7. Υλικό 106
3.8. Ερευνητικά εργαλεία 106
3.9. Μέσα συλλογής δεδομένων 107
3.9.1.Ερωτηματολόγια 107
3.9.2.Ρουμπρίκες αξιολόγησης.....108
3.10. Περιορισμοί έρευνας 108
3.11. Σύνοψη 109
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{Ο} – ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 110
4.1. Εισαγωγή 110
4.2. Περιγραφική ανάλυση των δεδομένων 110
4.2.1. Συμμετέχοντες.....110
4.2.2. Ερευνητικά ερωτήματα 112
4.2.3. Στατιστική ανάλυση.....113
4.2.4. Έλεγχος δεδομένων 113
4.2.5. Εσωτερική αξιοπιστία.....114
4.2.5.1. Συμπεράσματα ως προς την εσωτερική αξιοπιστία των εργαλείων.....116
4.3. Αποδοχή ή απόρριψη των ερευνητικών υποθέσεων.....116
4.4.Έλεγχος ερευνητικών υποθέσεων.....126
4.4.1. Independent T - test για ανεξάρτητα δείγματα 126
4.4.2. Συντελεστής συσχέτισης Pearson 128
4.4. Σύνοψη 130
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ 131
5.1. Επισκόπηση αποτελεσμάτων 131
5.1.1. Σύνοψη μεθοδολογίας έρευνας.....131
5.1.2. Σύνοψη αποτελεσμάτων έρευνας 132
5.2. Συζήτηση - Συμπεράσματα.....133
5.3. Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη και έρευνα 133
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 135
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 143

Η ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΗ ΙΣΤΟΡΙΑ - ΣΕΝΑΡΙΟ.....143
ΕΙΚΟΝΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ.....146
ΕΙΚΟΝΕΣ ΑΠΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΚΑΙ ΡΟΥΜΠΡΙΚΕΣ 152

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αναλύονται οι κύριοι πυλώνες της διπλωματικής εργασίας και γίνεται προσπάθεια μιας αρχικής ανάλυσης της προβληματικής αναφορικά με τα δεδομένα της παγκόσμιας έρευνας και βιβλιογραφίας. Συνάμα, αναφέρεται, εν συντομία, το περιεχόμενο της έρευνας και τα ερευνητικά ερωτήματα με τα οποία αυτή έλαβε χώρα.

1.1.Θεωρητική θεμελίωση της διπλωματικής εργασίας

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναπτύσσεται μια πλατφόρμα κοινωνικού δικτύου εκπαιδευτικού περιεχομένου, με στόχο την εκμάθηση των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης. Αρχικά, οι εκπαιδευόμενοι ενημερώνονται για την υπό εξέταση μέθοδο προσέγγισης και ακολούθως, καλούνται να την αξιοποιήσουν σε διαθεματικά σχέδια μαθήματος.

Η έρευνα πιστοποιεί ότι η διδασκαλία του γνωστικού αντικειμένου των Μαθηματικών σε ένα διεπιστημονικό σενάριο διδασκαλίας αποτελεί αποτελεσματικό τρόπο, εφόσον στηρίζεται σε βιωματικές δραστηριότητες, οι οποίες ενεργοποιούν συνεργατικές, ερευνητικές δεξιότητες και συνδυάζουν γνώσεις από διαφορετικούς επιστημονικούς χώρους. Η διεπιστημονική προσέγγιση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε σενάρια STEAM, καθώς οι μαθητές μέσω αυτών έρχονται σε επαφή με «προβλήματα» της καθημερινής ζωής. Κατά αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται ολιστική κατάκτηση θεμάτων, διότι εκπαιδεύονται στο να δημιουργούν νέες ιδέες, μέσα από τα εμπόδια που πρέπει να ξεπέρασουν για την επίλυση αυτών των «προβλημάτων». Συνάμα, η αξιοποίηση της σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας είναι απαραίτητη. Άλλωστε, οι ΤΠΕ (Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνίας), προσέφεραν και προσφέρουν στην εκπαίδευση, όμως, η αναβάθμιση τους σε διδασκαλία STEAM, θα είχε ιδιαιτέρως θετικά αποτελέσματα για διδάσκοντες και διδασκομένους.

Η προαναφερθείσα διαδικασία διαρθρώνεται με άξονα το μοντέλο της «Επίλυσης προβλήματος» (problem-solving model) που διαδραματίζει κυριάρχο ρόλο στη διεπιστημονική προσέγγιση και επιπροσθέτως, όπως υπονοεί και το ίδιο του όνομα του διδακτικού μοντέλου, χρησιμοποιεί ένα πρόβλημα ως σημείο εστίασης των ερευνητικών προσπαθειών των μαθητών. Οι μαθητευόμενοι εισάγονται στη μεθοδολογία και κάνουν χρήση των σταδίων αυτής, προκειμένου να φτάσουν στη λύση σε ένα πρόβλημα, ενώ, παράλληλα η ανακάλυψη της λύσης πραγματοποιείται μέσω της διεπιστημονικότητας. Ουσιαστικά, μέσα από τις επιμέρους φάσεις του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού μοντέλου, οι εκπαιδευόμενοι έρχονται αντιμέτωποι με πολλαπλές εκδοχές επίλυσης ενός προβλήματος και εν τέλει, συνεργαζόμενοι οργανώνουν την λύση που φαίνεται να είναι περισσότερο βιώσιμη για το πρόβλημα.

Το διδακτικό μοντέλο υποστηρίζεται από την στρατηγική «Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα» (6 Thinking hats). Η ονομασία αυτή, «σκεπτόμενα» αποδόθηκε διότι, κάθε ένα συνδέεται με ένα διαφορετικό τρόπο σκέψης, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί,

δηλαδή να μπει ή να βγει τόσο εύκολα, όσο ένα καπέλο. Πρόκειται για μια στρατηγική που χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλούς και διαφορετικούς τομείς και επιπροσθέτως, η έρευνα έχει αποδείξει πως συντελεί στην ανάπτυξη κριτικής και δημιουργικής σκέψης του ατόμου. Συνεπώς, η επίλυση προβλημάτων με την χρήση των καπέλων καθιστά εφικτή την εναλλαγή συγκλίνουσας και αποκλίνουσας σκέψης και την ολόπλευρη εξέταση ενός προβλήματος. Με άλλα λόγια, επιτρέπει την εξέταση μιας κατάστασης με διαφορετικούς τρόπους σκέψης, με στόχο την παραγωγή ικανοποιητικών, καινοτόμων λύσεων για το πρόβλημα.

Τέλος, μέσα από την προσέγγιση που επιλέγεται στην επεξεργασία του θέματος, δηλαδή του συνδυασμού του μοντέλου «Επίλυσης προβλήματος» και της στρατηγικής «Τα 6 Σκεπτόμενα καπέλα», εστιάζουμε στις δεξιότητες κριτικής & δημιουργικής σκέψης των εκπαιδευόμενων, κάνοντας χρήση των νέων τεχνολογιών και διαθεματικών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

1.2.Παρουσίαση προβληματικής

Είναι γεγονός πως ποικίλοι τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας γίνονται όλο και περισσότερο αλληλένδετοι και αλληλοεξαρτώμενοι. Νέοι τομείς έρευνας προκύπτουν για να εξελίξουν την ανθρώπινη γνώση, προκειμένου να ανταποκρίνονται στις προκλήσεις του συνεχούς μεταβαλόμενου κόσμου. Η νέα αυτή πραγματικότητα δεν αφήνει ανεπηρέαστο τον τομέα της εκπαίδευσης. Οι μαθητές θα κληθούν λοιπόν να αντιμετωπίσουν το φάσμα των κοινωνικών, επιστημονικών και τεχνολογικών αλλαγών. Για αυτό το λόγο, είναι αναγκαίο να αναπτύξουν διεπιστημονικές δεξιότητες που αφορούν τη διαχείριση πληροφοριών, τη διεξαγωγή έρευνας, την επίλυση προβλήματος, την συνεργασία, την κριτική και δημιουργική σκέψη. Στην απόκτηση αυτών των δεξιοτήτων εξέχοντα ρόλο διαδραματίζει η εκπαίδευση STEAM, ως μια διδασκαλία διεπιστημονικής προσέγγισης.

Μια διεπιστημονική εκπαίδευση λοιπόν, είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλήματος, στην οποία στηρίζεται η καινοτομία. Με άλλα λόγια, η εκπαίδευση σε STEAM περιβάλλον είναι μια διδακτική προσέγγιση που περιλαμβάνει το περιεχόμενο και τις δεξιότητες των φυσικών επιστημών, της τεχνολογίας, της μηχανικής, των τεχνών και των μαθηματικών. Ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών προγραμμάτων με γνώμονα αυτό το ερευνητικό μοντέλο είναι διαδεδομένος σε χώρες του αναπτυγμένου κόσμου, διότι είναι ξεκάθαρη η ανάγκη δημιουργίας πολιτών που θα στελεχώσουν τομείς που εμφανίζουν περισσότερη ζήτηση. Οι πυλώνες της μεθοδολογίας STEM που ορίστηκαν από το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών *(National Science Foundation)* το 1996 απαρτίζονται από την Επιστήμη (Science), την Τεχνολογία (Technology), την Μηχανική (Engineering) και τα Μαθηματικά (Math), (*Woodruff, 2013*). Στις επόμενες δεκαετίες φαίνεται πως θα υπάρξει ζήτηση για επαγγελματίες με δεξιότητες στους τομείς αυτούς, αλλά δε θα είναι πολλοί σε θέση να ανταποκριθούν (*National Science Foundation, 2010*). Από την άλλη, μελέτες φανερώνουν ότι ακόμα από την προσχολική ηλικία είναι εφικτό να προωθήσεις το ενδιαφέρον των μαθητών για τις επιστήμες και τα μαθηματικά ενώ, ήδη, από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση οι μαθητές εκδηλώνουν το ενδιαφέρον τους για STEM καριέρες. Παράλληλα, έρευνα σε αυτή την εκπαίδευση έχει φανερώσει πως οι μαθητές,

κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων, είναι αναγκαίο να μάθουν να ερευνούν καταστάσεις από τον πραγματικό κόσμο, με τρόπο ανάλογο των επιστημόνων *('Successful STEM Education', 2011*).

Μια ιδιαίτερα υποσχόμενη πρακτική για τη διεπιστημονική προσέγγιση θεμάτων είναι η μέθοδος PBL (Problem-Based Learning), η οποία συμβάλλει θετικά στην εκπαιδευτική διαδικασία (*Ari, Katranci, 2014*). Και αυτό γιατί, επιφέρει θετικά αποτελέσματα, σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία, στην επίλυση προβλημάτων, στην ουσιαστικότερη κατανόηση των θεμάτων και στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης (*Dolmans, Schmidt, 1996; Jones, 2006*). Δεν είναι τυχαίο άλλωστε, που πολλοί εκπαιδευτικοί επιλέγουν τη μέθοδο αυτή στη διδασκαλία των Μαθηματικών, καθώς επιφέρει βελτίωση στην επίδοση των μαθητών (*Tarmizi, Bayat, 2012*).

Ωστόσο, είναι αναγκαία η περαιτέρω έρευνα για να διαπιστωθεί κατά πόσο η μέθοδος επίλυσης προβλήματος σε ένα διεπιστημονικό πλαίσιο, με τη βοήθεια ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου μαθησιακού περιβάλλοντος, δύναται να επιφέρει σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα. Πάντως, η έρευνα έχει δείξει ότι σε ένα περιβάλλον που η μάθηση «υποστηρίζεται» από την τεχνολογία και εφαρμόζεται η συγκεκριμένη μέθοδος, η αποτελεσματικότητα των μαθητών έχει στατιστικά σημαντική βελτίωση συγκριτικά με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας (*Gürsul, Keser, 2009*). Επίσης, από τη μελέτη της βιβλιογραφίας, είναι φανερό πως η επίλυση αυθεντικών προβλημάτων της καθημερινής ζωής (real-world problems) που είναι open-end καθώς και ελλιπώς δομημένα (ill-structured) σε διδακτικό περιβάλλον, όπως αυτό της επίλυσης προβλήματος (PBL), δημιουργεί ένα κατάλληλο πλαίσιο απόκτησης δεξιοτήτων STEM. Και αυτό γιατί, η διεπιστημονικότητα που χαρακτηρίζει τα σενάρια STEM καλυτερεύει τις μαθησιακές επιδόσεις των εκπαιδευόμενων. Επιπροσθέτως, η διδασκαλία σε διδακτικό περιβάλλον τύπου Problem-Based Learning παρέχει στους μαθητές τη δυνατότητα προβληματισμού για τις γνώσεις που κατέκτησαν, αλλά και την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η μάθηση συμβάλλει στην επίλυση προβλημάτων. Παρόλα αυτά, η έρευνα αναφορικά με τη μελέτη των επιδράσεων και των επιπτώσεων τέτοιου είδους διδασκαλιών στις μαθησιακές επιδόσεις βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο.

Ακόμα, σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η παθητική στάση των εκπαιδευόμενων κατά τη διάρκεια επίλυσης ενός προβλήματος. Η παθητική στάση ή διαφορετικά το άγχος που βιώνουν οι μαθητές στην επίλυση προβλημάτων δυσχεραίνει την εύρεση πιθανών λύσεων, αλλά και γενικότερα την απόκτηση κριτικής σκέψης. Μέσα από αυτό το «πρόβλημα» λοιπόν αναδύεται ένας ακόμο λόγος χρήσης της μεθόδου PBL που είναι η δυνατότητα ανάπτυξης αυτογνωσίας και αξιολόγησης για τον εκπαιδευόμενο. Επίσης, δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να εφαρμόσει το περιεχόμενο της γνώσης που θέλει να διδάξει σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου (Nilson, 2010).

Επομένως, αναφορικά με τη διδακτική των Μαθηματικών είναι έντονη η ανάγκη δημιουργίας εκπαιδευτικών περιβαλλόντων όπου κυριαρχούν η δράση, ο διάλογος, ο πειραματισμός και η επιστημονική στάση απέναντι στη γνώση. Η μάθηση των Μαθηματικών καθίσταται μια διαδικασία εμπειρική, παραγωγική, όπου κυριαρχεί η

συνεχής αμφισβήτηση των προβλημάτων και των λύσεων τους. Με άλλα λόγια, στόχο αποτελεί η ανάπτυξη προσωπικών νοημάτων από τους μαθητές μέσα από υποθέσεις, αποδείξεις, αντιπαραδείγματα, συνεχείς τροποποιήσεις και ελέγχους (Κυνηγός, 2007).

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα προαναφερθέντα, η παρούσα εργασία υλοποιεί ένα διεπιστημονικό σενάριο, βασισμένο στο συνδυασμό του θεωρητικού μοντέλου «Επίλυσης Προβλήματος» (PBL) με εκείνο της στρατηγικής «Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα» (6 Thinking hats) και συνάμα, ακολουθούνται τα βήματα καλλιέργειας δεξιοτήτων STEM. Τέλος, το συγκεκριμένο σενάριο δύναται να πραγματοποιηθεί σε ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον, με στόχο την ανάπτυξη δημιουργικής σκέψης, την ενίσχυση των δεξιοτήτων STEAM, καθώς και τη γενικότερη εξοικείωση με διεπιστημονικά σενάρια εργασίας για μαθητές Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

1.3.Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Η διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη διδασκαλία και την εκμάθηση των Μαθηματικών, μέσω της χρήσης ενός ηλεκτρονικού περιβάλλοντος μάθησης (Computer Supported Collaborative Learning), στο οποίο κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζει η διεπιστημονική εκπαίδευση. Η υλοποίηση της συγκεκριμένης μεθοδολογίας αναπτύσσεται και υλοποιείται στηριζόμενη στην PBL θεωρία, η οποία ενορχηστρώνεται με την στρατηγική «τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα» σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Με άλλα λόγια, επιχειρείται ο πειραματικός έλεγχος του προτεινόμενου εννοιολογικού πλαισίου σε σχέση με:

- Την καλλιέργεια δεξιοτήτων STEM.
- Την ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης των εκπαιδευομένων, μέσω της εκπαίδευσης σε ένα διεπιστημονικό περιβάλλον μάθησης.
- Την ενεργή συμμετοχή στις δραστηριότητες που προβλέπονται στο εξ αποστάσεως εκπαιδευτικό πρόγραμμα.
- Την ουσιαστική κατανόηση των Μαθηματικών, συσχετίζοντάς τα με τη Φυσική.

Είναι γεγονός, πως η διδασκαλία του γνωστικού αντικειμένου των Μαθηματικών προϋποθέτει την ενεργή συμμετοχή του εκπαιδευόμενου και δύναται να στοχεύει στην ανάπτυξη της διαισθητικής και κριτικής σκέψης αυτού. Η τελευταία ειδικά, έχει άμεση σχέση με την ικανότητα να διατυπώνει κανείς σε σύντομο χρονικό διάστημα εικασίες ή να επιλέγει μεταξύ πιθανών μεθόδων επίλυσης ενός προβλήματος την πιο «σωστή». Έτσι, επιχειρείται η καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης των μαθητών, μέσω της μεθόδου επίλυσης προβλήματος που επιτρέπει σε αυτούς *να* «μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν».

Συνοψίζοντας, είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως η μάθηση μέσω της θεωρητικής προσέγγισης της επίλυσης προβλήματος, οδηγεί τους μαθητές σε ανάπτυξη δεξιοτήτων που τους καθιστά ικανούς να αντιμετωπίζουν με ευκολία τα προβλήματα του περιβάλλοντός τους. Με άλλα λόγια, η εργασία αυτή στοχεύει όχι μόνο στην κατανόηση της σπουδαιότητας των Μαθηματικών, αλλά και στην καλλιέργεια σημαντικών δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα.

1.4.Καινοτομία της διπλωματικής εργασίας

Η καινοτομία της παρούσας διπλωματικής εργασίας προσδιορίζεται στον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την υλοποίηση ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου μαθησιακού περιβάλλοντος που σχετίζεται με τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη μέθοδο επίλυσης προβλήματος (PBL θεωρία). Τα στοιχεία του προγράμματος που συντελούν στο να συντελέσει μια καινοτόμο διδακτική πρόταση εντοπίζονται:

- Στην αύξηση της κριτικής και δημιουργικής σκέψης.
- Στην εξοικειίωση των εκπαιδευομένων με τη μεθοδολογία STEM.
- Στο συνδυασμό των γνώσεων των Μαθηματικών και της Φυσικής που θα αποκτήσουν οι εκπαιδευόμενοι.
- Στην αξιολόγηση που είναι διάχυτη σε όλες τις φάσεις του προγράμματος, ώστε να επιτυγχάνεται συνολική εκτίμηση της απόδοσης των εκπαιδευομένων

Αναφορικά με την εκπαίδευση STEAM πρόκειται για ένα μαθησιακό περιβάλλον, στο οποίο οι εκπαιδευόμενοι εξερευνούν, εφευρίσκουν και ανακαλύπτουν με τη χρήση πραγματικών προβλημάτων και καταστάσεων. Αυτή η εκπαίδευση διδάσκει την καινοτομία και επιτρέπει στους μαθητές να συνδυάσουν επιστημονικούς κλάδους, κάνοντας νέες συνδέσεις μεταξύ αυτών, χρησιμοποιώντας παράλληλα τις αποκτηθείσες δεξιότητες. Εναλλακτικά, δημιουργεί ένα περιβάλλον μάθησης, ούτως ώστε οι εκπαιδευόμενοι όχι απλώς να αποκτήσουν δεξιότητες (skills) του 21^{ου} αιώνα, αλλά και να έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν νέες δεξιότητες *(Narum, 2008).*

Επιπλέον, όπως επισημαίνει η Morrison (2006), οι εκπαιδευόμενοι που θα ολοκληρώσουν μια εκπαίδευση διεπιστημονικού τύπου, θα είναι :

- ✓ **Problem solvers – ικανοί λύτες προβλημάτων:** θα είναι σε θέση να καθορίζουν τις ερωτήσεις και τα προβλήματα, να σχεδιάζουν έρευνες για τη συλλογή και οργάνωση δεδομένων, καθώς και την εξαγωγή συμπερασμάτων και έπειτα δύναται να εφαρμόζουν τα συμπεράσματα σε νέες καταστάσεις.
- ✓ **Innovators – καινοτόμοι:** θα είναι σε θέση να χρησιμοποιούν δημιουργικά τις έννοιες και τις αρχές της Επιστήμης των Μαθηματικών και της Τεχνολογίας, εφαρμόζοντάς τες στο μηχανικό σχεδιασμό.
- ✓ **Self-reliant – αυτοδύναμοι:** θα είναι ικανοί να παίρνουν πρωτοβουλίες και να θέτουν εσωτερικά κίνητρα, για να προσδιορίζουν μια ατζέντα δράσης σε ορισμένα χρονικά πλαίσια.
- ✓ **Logical thinkers – λογικοί στοχαστές:** θα είναι σε θέση να εφαρμόζουν λογικές διαδικασίες σκέψεις των Επιστημών, των Μαθηματικών και του Τεχνολογικού σχεδιασμού για την καινοτομία και την εφεύρεση.
- ✓ **Technologically literate – τεχνολογικά εγγράμματοι:** θα μπορούν να κατανοούν και να εξηγούν τις δυνατότητες που τους προσφέρει η τεχνολογία, να αναπτύσσουν απαιτούμενες δεξιότητες και να εφαρμόζουν την τεχνολογία με τον κατάλληλο τρόπο.

1.5.Ερευνητικά ερωτήματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει και αποσκοπεί να δώσει απάντηση στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

Ερευνητικό ερώτημα RQ1:

Η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem-Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μπορεί να ενισχύσει τις **δεξιότητες STEM** των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή:

- **RQ1.1.**Την ικανότητα να εξερευνούν, να υποθέτουν για να λύνουν προβλήματα. Με άλλα λόγια, την ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης και διαδικασιών για την κατανόηση του φυσικού κόσμου **(Science skills)**.
- **RQ1.2**.Την ικανότητα να αξιοποιούν την τεχνολογία για να επιλύουν προβλήματα **(Tecgnological skills)**.
- **R.Q.1.3**.Την ικανότητα να προσανατολίζονται στο χώρο για να λύνουν προβλήματα, καθώς και να κατανοούν πως οι τεχνολογίες αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού **(Engineering skills).**
- **RQ1.4.**Την ικανότητα να εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες και να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις **(Mathematical skills)**.

Ερευνητικό ερώτημα RQ2:

Πόσο αποτελεσματικό είναι το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem-Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, ως προς την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης (creative thinking) των εκπαιδευόμενων;

- **RQ2.1.** Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η φαντασία, το αίσθημα αυτοπεποίηθησης, ο πειραματισμός, η επικοινωνίας με άλλα μέλη** και **η προοπτική άμεσης αξιοποίησης του παραγόμενου προϊόντος**;

Ερευνητικό ερώτημα RQ3:

Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, σε σχέση με:

- **RQ3.1.** Την επιτυχή σύνδεση της διδασκαλίας των Μαθηματικών με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.
- **RQ3.2.** Την επάρκεια του πολυμεσικού υλικού (παρουσιάσεις, σημειώσεις, παραμύθι) & τους εκπαιδευτικούς πόρους που χρησιμοποιήθηκαν.
- **RQ3.3.** Την αντιστοιχία των ψηφιακών αντικειμένων με τους στόχους του σεναρίου.

Ερευνητικό ερώτημα RQ4:

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης,η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem-Based Learning», επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα;

1.6.Οργάνωση της διπλωματικής εργασίας

Στο **πρώτο κεφάλαιο** της διπλωματικής εργασίας παρουσιάστηκε η προβληματική, οι βασικοί στόχοι της έρευνας και επισημάνθηκαν τα στοιχεία που συντελούν στην καινοτομία της μελέτης αυτής. Ακολούθως, διατύπωθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα και πραγματοποιείται μια γενική αναφορά στη δομή των επόμενων κεφαλαίων.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** περιγράφονται οι σημαντικότερες θεωρίες μάθησης, δίνοντας έμφαση σε αυτήν του εποικοδομητισμού. Ειδικότερα, παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο σχετικά με την διεπιστημονική εκπαίδευση και γίνεται συσχέτιση αυτής με το πεδίο των Μαθηματικών. Ακόμα, παρουσιάζονται μέθοδοι διδασκαλίας που συνδέονται με αυτήν την εκπαίδευση. Ακολούθως, γίνεται αναφορά στη θεωρία του εποικοδομητισμού, σε σχέση με το STEM και περιγράφονται κάποια εκπαιδευτικά μοντέλα, μεταξύ των οποίων και η PBL. Έτσι, παραθέτονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που έχει αυτή η διαδικασία μάθησης. Παράλληλα, γίνεται συσχετισμός της PBL με τα Μαθηματικά και δίνονται μερικά παραδειγματικά μοντέλα ροής δραστηριοτήτων αυτής. Επιπλέον, γίνεται λόγος για στρατηγικές ανάπτυξης κριτικής – δημιουργικής. Στη συνέχεια, γίνεται λόγος για την έννοια της διεπιστημονική προσέγγισης στα Μαθηματικά, καθώς και για Εργαλεία Web 2.0. τεχνολογίας.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας. Διατυπώνεται ο σκοπός της ερευνητικής προσέγγισης και αναλύονται οι εννοιολογικοί και λειτουργικοί ορισμοί των μεταβλητών που εξετάζονται στην παρούσα εργασία. Συνάμα, αναφέρεται το δείγμα, τα μέσα, και η διαδικασία συλλογής των δεδομένων, όπως και το κριτήριο επιλογής ποσοτικής ανάλυσης των δεδομένων. Ακολούθως, περιγράφεται η ανάπτυξη της έρευνάς μας που βασίζεται στη «Μάθηση βασισμένη στο Πρόβλημα» και την στρατηγική «6 Thinking Hats». Γίνεται μια περιγραφή ύστερα της πειραματικής διαδικασίας, δίνοντας πληροφορίες για τους συμμετέχοντες, το υλικό, αλλά και τους περιορισμούς της έρευνας. Τέλος, γίνεται αναλυτική περιγραφή του μαθησιακού σεναρίου.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** πραγματοποίεται επεξεργασία των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από την έρευνα. Ουσιαστικά, μέσα από στατιστική ανάλυση προκύπτουν οι απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που είχαν τεθεί και επομένως, η επιβεβαίωση ή ανατροπή των εναλλακτικών υποθέσεων που προέκυψαν από αυτά.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρατίθενται τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας, οι περιορισμοί και γίνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Ακολουθούν η βιβλιογραφία και τα παραρτήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

2.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο, ύστερα από επισκόπηση σχετικής με το επιλεγμένο θέμα βιβλιογραφίας, παρουσιάζονται οι κύριοι όροι της έρευνας και δίνεται έμφαση σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά,τα οποία επηρεάζουν τη δημιουργία της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης και ορίζουν τη μεθοδολογία της έρευνας.

2.2. Οι σημαντικότερες θεωρίες μάθησης

Όπως συμβαίνει και σε άλλα πεδία της επιστήμης, έτσι και στο πεδίο της μάθησης, υπάρχουν ποικίλες θεωρίες που επιχειρούν να ερμηνεύσουν τις βασικές της διεργασίες. Είναι αναγκαίο άλλωστε, να ερμηνευθεί το φαινόμενο της μάθησης μέσα από την εξέταση των διεθνώς διατυπωμένων επιστημονικών θεωρήσεων, ούτως ώστε να προσδιοριστούν οι αρχές και οι μέθοδοι σχεδίασης των θεωριών αυτών. Βέβαια, οι θεωρίες αυτές διαφέρουν κατά πολύ στη μέθοδο και στο συμπέρασμα, διότι έχουν εστιάσει αποκλειστικά σε ορισμένες όψεις της όλης διαδικασίας της μάθησης, με αποτέλεσμα, να προσεγγίζουν το φαινόμενο της μάθησης από διαφορετική οπτική γωνία.

Επειδή σκοπός της διδασκαλίας είναι να προκαλέσει και να ενισχύσει τη διαδικασία της μάθησης, είναι αναγκαίο για τον εκπαιδευτικό να κατέχει τις βασικές θεωρίες μάθησης, τη φιλοσοφία που τις διέπει, τις αρχές και τη μεθοδολογία τους, ούτως ώστε, να μπορεί στη συνέχεια να αξιολογήσει τα αποτελέσματα αυτής. Ωστόσο, η δημιουργία μια συγκεκριμένης θεωρίας, που να προβλέπει μια «φόρμουλα» γενικής εφαρμογής για όλες τις διδακτικές καταστάσεις είναι ανέφικτη, εξαιτίας του εύρους των καταστάσεων της μάθησης που χαρακτηρίζουν τη διδασκαλία *(Φλουρής, 2003)*.

Ακολούθως, στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται κάποιες από τις πιο αντιπροσωπευτικές θεωρίες μάθησης, συγκεκριμένα η προσέγγιση του εποικοδομητισμού και οι κοινωνικογνωστικές θεωρίες για τη γνώση.

Κονστρουκτιβισμός **Constructivism**	**Κοινωνικογνωστικές θεωρίες** **SocialCognitive theories**
Κονστρουκτιβισμός • J.Piaget • S.Papert Κοινωνικός κονστρουκτιβισμός Ζώνη επικείμενης ανάπτυξης • L.Vygotsky	Κοινωνικογνωστική μάθηση Μίμηση προτύπου • A.Bandura Λεκτική αυτοκαθοδήγηση • D.Meichenbaum Διάμεσα γνωστικά μοντέλα

	• M.Mahoney
	Διαδικασίες αυτορρύθμισης
	• F.Kanfer

Πίνακας 1: Κονστρουκτιβισμός & Κοινωνικογνωστικές θεωρίες μάθησης

2.3. Θεωρία κατασκευής της γνώσης - Εποικοδομητισμός

Η θεωρία του εποικοδομητισμού ή κονστρουκτιβισμού υποστηρίζει πως η γνώση οικοδομείται σταδιακά από τον οργανισμό κατά τη διάρκεια διάφορων εμπειριών και κατά αυτόν τον τρόπο, οι άνθρωποι *«Μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν»* (Learn how to learn). Συνεπώς, οι εκπαιδευόμενοι στοχάζονται διαρκώς πάνω στην εμπειρία τους, παρατηρούν τις ιδέες τους να βελτιώνονται σε δύναμη και πολυπλοκότητα και αναπτύσσουν ικανότητες, στο να ενσωματώνουν τις νέες πληροφορίες στις ήδη υπάρχουσες. Έτσι, είναι εμφανές πως συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία της μάθησης χρησιμοποιώντας ενεργές τεχνικές, όπως πειράματα και πραγματική επίλυση προβλήματος.

Η βάση του εποικοδομητισμού αναπτύχθηκε διεξοδικά από τον Piaget, ωστόσο είχε ήδη θεμελιωθεί πολλά χρόνια πριν, καθώς υπάρχουν και άλλες θεωρίες μάθησης που στηρίζονται σε αυτόν. Μερικές εξ αυτών είναι: η Ευρετική- ανακαλυπτική μάθηση του Bruner, η Νοηματική – προσληπτική μάθηση του Ausubel, αλλά και το Αθροιστικό μοτέλο μάθησης- μοντέλο επεξεργασίας πληροφοριών του R.Gagne.

Η θεώρηση του κονστρουκτιβισμού εστιάζει στον ενεργητικό ρόλο του εκπαιδευόμενου και στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων διερευνητικού χαρακτήρα που δίνουν κίνητρο σε αυτόν *(Κορδάκη κ.α., 2000)*. Επιπροσθέτως, αναγνωρίζεται η σημασία τόσο της πρότερης γνώσης του εκπαιδευόμενου, όσο η σημασία του λάθους, κατά τη διάρκεια τροποποίησης του οποίου ο μαθητής μαθαίνει. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται κάποιες βασικές παραδοχές της εποικοδομητικής θεωρίας :

- Οι μαθητές δεν είναι παθητικές δέκτες κατά της διάρκεια της μάθησης. Αντίθετα, κατά τη μαθησιακή διαδικασία φέρουν τις προσωπικές εμπειρίες και γνώσεις και ως εκ τούτου καθίστανται τελικοί υπεύθυνοι της δικής τους μάθησης.
- Το υποκειμενικό στοιχείο της γνώσης. Είναι ανέφικτο όλοι οι οργανισμοί να έχουν τα ίδια ερεθίσματα, τις ίδιες εμπειρίες και το ίδιο περιβάλλον. Συνεπώς, γίνεται εμφανές το υποκειμενικό στοιχείο της γνώσης.
- Η γνώση δεν βρίσκεται «κάπου εκεί έξω». Αντ'αυτού, κατασκευάζεται με προσωπικό και κοινωνικό τρόπο. Συνάμα, δύναται να αξιολογείται από το μαθητή ως προς το βαθμό που ταιριάζει με την υπάρχουσα γνώση και ύστερα να διαμορφώνεται εκ νέου.
- Οι διδάσκοντες κατά της διάρκεια των μαθησιακών καταστάσεων φέρουν τα δικά τους βιώματα και εμπειρίες. Επομένως, δεν φέρουν μόνο τη γνώση για το εκάστοτε αντικείμενο, αλλά και τις απόψεις για τη μάθηση και όλα αυτά

διαμορφώνουν την αλληλεπίδρασή τους με τους διδασκομένους στο εκπαιδευτικό περιβάλλον.

- Η διδασκαλία δεν είναι απλώς μετάδοση γνώσης. Αντιθέτως, προϋποθέτει την οργάνωση των καταστάσεων μέσα σε ένα σχολικό περιβάλλον, καθώς και το σχεδιασμό κατάλληλων δραστηριότητων που θα οδηγήσουν στην από «κοινού» οικοδόμηση της γνώσης.
- Το αναλυτικό πρόγραμμα πρόκειται ουσιαστικά για ένα πρόγραμμα από μαθησιακές δραστηριότητες, υλικά, πηγές μέσα από τα οποία οι μαθητές θα κατασκευάσουν τη γνώση.
- Ο εκπαιδευτικός ενεργεί ως «διευκολυντής» στη διαδικασία της μάθησης, δημιουργώντας ένα περιβάλλον στον οποίο θα βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να οδηγηθούν στην κατασκευή της γνώσης *(Shabani et al., 2010).* Συνάμα, δύναται να χρησιμοποιεί τεχνικές που θα προωθούν την έκφραση ερωτήσεων των μαθητών, πολλαπλές εκφράσεις της μάθησης καθώς και τη συνεργατική μάθηση.

Ολοκληρώνοντας, στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ του κονστρουκτιβισμού και της διαδικασίας της διδασκαλίας στην παραδοσιακή τάξη:

Κονστρουκτιβιστική τάξη	**Παραδοσιακή τάξη**
Το πρόγραμμα σπουδών εστιάζει στις κυριότερες έννοιες ξεκινώντας από το «the whole and expanding to include the parts».	Το πρόγραμμα σπουδών ξεκινά με το «the parts of the whole», εστιάζοντας στο να αναπτυχθούν βασικές δεξιότητες.
Έμφαση στην ανάζητηση ερωτήσεων και προτιμήσεων των εκπαιδευόμενων.	Έμφαση στο σταθερό πρόγραμμα των σπουδών.
Χρήση κατάλληλων εργαλείων στήριξης που δύναται να χρησιμοποιηθούν από τους μαθητές.	Τα μέσα στήριξης είναι κατά κύριο λόγο τα σχολικά εγχειρίδια.
Η μάθηση είναι ουσιαστικά μια διαδικασία αλληλεπίδρασης μεταξύ του εκπαιδευτή και των εκπαιδευόμενων.	Ο δάσκαλος είναι η «αυθεντία» που μεταδίδει τη γνώση στους μαθητές, οι οποίοι έχουν παθητικό ρόλο.
Οι δάσκαλοι συνδιαλέγονται με τους διδασκομένους, βοηθώντας τους να οικοδομήσουν τη νέα γνώση.	Ο δάσκαλος είναι μοναδικός κάτοχος της γνώσης και οι διδασκόμενοι απλοί αποδέκτες των πληροφοριών.
Η διαδικασία της αξιολόγησης είναι τόσο σημαντική, όσο η διαδικασία της μάθησης. Περιλαμβάνει ποικίλα μέσα όπως παρατήρηση, εργασίες των μαθητών και test.	Η διαδικασία της αξιολόγησης είναι αδρανής και πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο μέσω των test.
Η γνώση είναι δυναμική κα κατασκευάζεται από κοινού, καθώς οι εκπαιδευόμενοι εργάζονται σε ομάδες.	Η γνώση είναι αδρανής και οι εκπαιδευόμενοι εργάζονται κατά κύριο λόγο μόνοι τους.

Πίνακας 2: Σύγκριση Κονστρουκτιβιστικής & Παραδοσιακής τάξης

2.3.1. Εποικοδομητισμός: Πλεονεκτήματα

Σύμφωνα με τον εποικοδομισμό ή κονστρουκτιβισμό η μόνη πραγματικότητα που έχει σημασία είναι αυτή που κάποιος χτίζει μέσα του. Η γνώση δεν προσλαμβάνεται από τον έξω κόσμο ως έχει, αλλά δομείται μέσα μας. Βέβαια, με την έννοια της κατασκευής δεν αναφερόμαστε σε κατασκευάσματα, αλλά στην δόμηση της γνώσης. Συχνά ωστόσο, ενισχύει δραστηριότητες κατασκευής σαν ιδανικές δραστηριότητες μάθησης, όπως κατασκευή προγραμμάτων, πολυμέσων και παιχνιδιών. Ο Papert μάλιστα και οι συνεργάτες του εισήγαν τον όρο *«Κονστρουκσιονισμό»* για την αντίληψη χρήσης κατασκευών σαν διαδικασία μάθησης.

Συνεπώς, καθίσταται κατανοητό πως η μάθηση στον εποικοδομισμό είναι μια διαδικασία δόμησης, σε αντιδιαστολή με την μίμηση και την απομνημόνευση. Οι εκπαιδευτικοί «σχεδιαστές» είναι αναγκαίο να παρέχουν περιβάλλοντα που να διευκολύνουν την κατασκευή της γνώσης. Αρχικά, θα πρέπει να δίνουν έμφαση στη μάθηση, αντί της διδασκαλίας και να ενθαρρύνουν την δόμηση των πληροφοριών από τους εκπαιδευόμενους. Επιπροσθέτως, είναι αναγκαίο να προάγουν την προσωπική αυτονομία των μαθητών και να χρησιμοποιούν συνεργατικές μεθόδους μάθησης ή μεθόδους με σύμπραξη. Συνάμα, οι εκπαιδευτικοί είναι χρήσιμο να προτιμούν αυθεντικές εργασίες με πολυπλοκότητα κατάλληλες για το μαθητή. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήμα του συγκεκριμένου μοντέλου μάθησης:

- Ανάπτυξη των ικανοτήτων της σκέψης των εκπαιδευόμενων.
- Καλλιέργεια των επικοινωνιακών και κοινωνικών δεξιοτήτων.
- Ενθάρρυνση εναλλακτικών μεθόδων αξιολόγησης.
- Υποστήριξη των μαθητών να μεταφέρουν τις γνώσεις κατι τις δεξιότητές τους στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων.
- Ενίσχυση της συμμετοχής των εκπαιδευόμενων κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας.
- Προώθηση της διερύνησης, της ανακάλυψης και της διατύπωσης ερωτημάτων.

Στο πλαίσιο λοιπόν του εποικοδομισμού, κατανοούμε πως κυριαρχεί η αυτονομία, η επιλογή και η διαπραγμάτευση. Αυτό συμβαίνει διότι, συνίσταται η παροχή επιλογών και εκτός απ’αυτό, κάποιοι στόχοι και δραστηριότητες δύναται να είναι αποτέλεσμα διαπραγμάτευσης μεταξύ των εκπαιδευτών και των εκπαιδευόμενων. Δεν πρέπει να λησμονούμε ακόμα, ότι δημιουργείται παρότρυνση, διότι οι μαθητές αισθάνονται κυριότητα κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων, γεγονός που βελτιώνει τις ικανότητες κατάστρωσης σχεδίων και μεταγνώσης.

Τέλος, χρειάζεται να σημειωθεί πως στον κονστρουκτιβισμό κάνουμε λόγο για μάθηση με Σύμπραξη και Συνεργατική Μάθηση. Στην πρώτη περίπτωση, στη Μάθηση με Σύμπραξη (Collaborative Learnng) οι εκπαιδευόμενοι συμμετέχουν σε μια κοινή ομάδα με σκοπό την εκτέλεση ενός έργου. Όπως προκύπτει, οι μαθητές χρησιμοποιούν τις ιδιαίτερες κλίσεις τους και αλληλοσυμπληρώνουν τις αδυναμίες τους. Από την άλλη, η Συνεργατική Μάθηση υποστηρίζει περιβάλλοντα στα οποία οι εκπαιδευόμενοι δουλεύουν ομαδικά ή εναλλακτικά αλληλοβοηθιούνται κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

2.3.2. Εποικοδομητισμός και Εκπαιδευτικό περιβάλλον

Η θεωρία του εποικοδομισμού υποστηρίζει πως η γνώση οικοδομείται σταδιακά από τον οργανισμό κατά τη διάρκεια εμπειριών, καθώς η πληροφορία της γνώσης μεταφέρεται στα γνωστικά εργαλεία. Επομένως, η γνώση είναι αποτέλεσμα των εμπειριών αυτών και είναι εμφανές πως έχει υποκειμενικό χαρακτήρα, διότι ο κάθε οργανισμός ερμηνεύει με ξεχωριστό τρόπο τα δεδομένα που προσλαμβάνει από το περιβάλλον γύρω του. Αναλυτικότερα, στη θεωρία του κονστρουκτιβισμού οι μαθητές κατασκευάζουν τις νέες γνώσεις σύμφωνα με τις προϋπάρχουσες εμπειρίες, αλλά και μέσα από την επικοινωνία με το περιβάλλον εκπαίδευσης *(Shabani et al., 2010).*

Ακολούθως, στόχος της διδασκαλίας στον εποικοδομισμό είναι η δημιουργία ενός κατάλληλου και πλούσιου περιβάλλοντος, στο οποίο ο μαθητής έχει κυρίαρχο ρόλο και αλληλεπιδρά στα παρεχόμενα ερεθίσματα. Βασικοί εκπρόσωποι αυτής της θεωρίας, όπως έχουμε αναφέρει, είναι ο Piaget, ο Bruner και ο Papert. Στην περίπτωση επομένως του εποικοδομιτισμού, η Μάθηση έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ✓ Δομημένη (constructed)
- ✓ Ενεργή (active)
- ✓ Αναστοχαστική (reflective)
- ✓ Συνεργατική (collaborative)
- ✓ Βασισμένη στην έρευνα (inquiry-based)
- ✓ Εξελίξιμη (evolving)

Για να γίνω πιο σαφής, στον εποικοδομισμό φαίνεται να κυριαρχούν ο στοχασμός και η στρατηγική σκέψη. Συγκεκριμένα, ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον θα πρέπει να υποστηρίζει όχι μόνο την απόκτηση γνώσεων, αλλά πολύ περισσότερο την απόκτηση γνώσεων για τον τρόπο που οι άνθρωποι μαθαίνουν. Οι μαθητές για παράδειγμα, θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να στοχάζονται για το τί πρόκειται να μάθουν, να αναλύουν τις επιτυχίες και τις αδυναμίες τους. Σύναμα, όσον αφορά την στρατηγική σκέψη, θα πρέπει να έχουν την ευκαιρία να καταστρώνουν σχέδια για τον τρόπο που θα πετύχουν τους στόχους τους, αλλά και με ποιον τρόπο να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα που προκύπτουν. Η θεωρία ότι ο κάθε άνθρωπος περνά από τη διαδικασία κατασκευής της γνώσης του έχει σημαντικές εφαρμογές στη διδασκαλία, όπου ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως «διευκολυντής» στη διαδικασία κατασκευής της γνώσης, δημιουργώντας το κατάλληλο περιβάλλον για τους μαθητές *(Shabani et al., 2010).* Συμπληρωματικά, στον εποικοδομισμό η μάθηση λαμβάνει χώρα μέσα από δραστηριότητες διερεύνησης, ανακάλυψης, έρευνας, πειραματισμού καθώς και επίλυσης προβλήματος. Μάλιστα, η επίλυση προβλήματος πρόκειται για μια ανωτέρου επιπέδου γνωστική διεργασία που εμπεριέχει το συντονισμό ενός συνόλου από απαιτητικές και αλληλοσυνδεόμενες γνωστικές δεξιότητες.

Καταλήγοντας, στον εποικοδομισμό η γνώση οικοδομείται από τον ίδιο το μαθητή, ο οποίος χρησιμοποιεί το περιβάλλον ως «εργαλείο» διερευνώντας τα αντικείμενα που περιέχει. Ο εκπαιδευόμενος είναι αυτός που ανακαλύπτει πληροφορίες και γεγονότα, κατανοεί έννοιες και τις συσχετίζει μεταξύ τους, δηλαδή οικοδομεί γνώσεις μέσω

πειραματισμού και επίλυσης προβλημάτων. Ωστόσο, ένα ζήτημα που αξίζει να διερευνηθεί είναι κατά πόσο τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα αντανακλούν τις πολυπλοκότητες και τις ανάγκες του πραγματικού κόσμου.

2.3.3. Εποικοδομισμός – Κονστρουκτιβισμός και STEM

Η διεπιστημονική εκπαίδευση STEM στηρίζεται στις βάσεις του εποικοδομισμού για τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος ενεργούς μάθησης, στο οποίο ο μαθητής βρίσκεται στο κέντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας και ο δάσκαλος λειτουργεί ως «διευκολυντής» *(Sanders, 2009)*. Η μάθηση είναι μια διαδικασία, όπου ο μαθητής κατασκευάζει ενεργά τη γνώση μέσα από την εμπειρία.

Βασική αρχή του εποικοδομισμού είναι ότι η γνώση δε μεταδίδεται, αλλά κατασκευάζεται και πως οι προϋπάρχουσες γνώσεις επηρεάζουν τη μάθηση. Οι μαθητές δηλαδή, μετατρέπονται σε ενεργοί δημιουργοί της γνώσης τους, χρησιμοποιώντας υπάρχοντα νοητικά πλαίσια που διαθέτουν. Γίνεται κατανοητό, ότι προσφέρονται αυθεντικές καταστάσεις μάθησης, όπου η κατασκευή της γνώσης πραγματώνεται, όταν υπάρχει η ευκαιρία εξερεύνησης και αλληλεπίδρασης μέσα στο περιβάλλον μάθησης *(Dickey, 2007)*.

Παράλληλα, στο θεωρητικό μοντέλο του εποικοδομισμού είναι απαραίτητο να αντιλαμβάνονται οι εκπαιδευόμενοι τον σκοπό των δραστηριότητων που συμμετέχουν και να εντάσσονται σε ένα πλαίσιο αναφοράς. Οι δραστηριότητες κρίνεται αναγκαίο να έχουν αυθεντικό χαρακτήρα και να οδηγούν τους μαθητές σε αναστοχασμό *(Gredler, 2005)*.

Ο εποικοδομισμός χαρακτηρίζεται από τρία **«c»**, δηλαδή :

- ***C***ontext (Πλαίσιο): Δημιουργία αυθεντικού πλαισίου για τους μαθητές, παρέχοντας κίνητρο για συμμετοχή στη δημιουργία της γνώσης και ενισχύοντας το βαθμό εμπλοκής τους σε διαδικασίες διερεύνησης και αναστοχασμού.
- ***C***onstruction (Κατασκευή της γνώσης): Οι μαθητές κατασκευάζουν τη γνώση, συμμετέχοντας σε αυθεντικές δραστηριότητες.
- ***C***ollaboration (Συνεργασία): Οι μαθητές αλληλεπιδρούν και συνεργάζονται με ομότιμούς τους, προκειμένου να επιτευχθεί η μάθηση *(Gorp & Grissom, 2001)*.

Η εκπαίδευση STEM συνδέεται με τον κοινωνικό κονστρουκτιβισμό, όπου η μάθηση επιτυγχάνεται μέσα από κοινωνικό – πολιτισμικό πλαίσιο. Συνδέεται με τις αναπτυξιακές θεωρίες του Vygotsky και του Bruner, καθώς και με τη κοινωνικογνωστική θεωρία του Bandura. Η νέα γνώση συνδέεται με προηγούμενα γνωστικά σχήματα και συνυπολογίζονται οι ανάγκες των εκπαιδευόμενων. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει παράλληλα, η διαμορφωτική αξιολόγηση, που μπορεί να προέρχεται από τον εκπαιδευτικό, από τον ίδιο το μαθητευόμενο ή από ομοτίμους. Ο εκπαιδευτικός είναι διευκολυντής κατά τη μαθησιακή διαδικασία, παρέχει οδηγίες και προωθεί το διάλογο *(Vygotsky, 1978)*.

Σκοπό της εκπαίδευσης STEM αποτελεί η μάθηση μέσα από ένα αυθεντικό μαθητοκεντρικό περιβάλλον που δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να οικοδομήσουν

τη γνώση πειραματιζόμενοι και εξερευνώντας τις ιδέες που έχουν. Κατά αυτόν τον τρόπο, θα επιτευχθεί η μάθηση με την ανάπτυξη δεξιοτήτων και την ενίσχυση της συνεργασίας των εκπαιδευόμενων *('Journal of STEM Teacher Education', 2014 ; 'Maryland State Department of Education', 2012*). Παράλληλα, στη μάθηση μέσω STEM, το λάθος δεν παρεμποδίζει την κατάκτηση της γνώσης. Αντίθετα, εκλαμβάνεται ως δυνατότητα κατανόησης αναγκών, προϋπάρχουσων γνώσεων και διευκόλυνση της πορείας προς τη μάθηση *(Jonassen, Peck & Wilson, 1999)*. Τέλος, ο εκπαιδευτικός σε αυτή την περίπτωση καθοδηγεί τους μαθητές, αποσύροντας σταδιακά την στήριξή του, σύμφωνα με τις δυνατοτητές τους. Αυτή η αρχή στηρίζεται στην Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης του Vygotsky και αποτελεί την απόσταση ανάμεσα σε αυτό που ο μαθητής δύναται να κάνει μόνος του και σε αυτό που δύναται να κάνει με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού ή με βοήθεια από συνομιλήκους *(Vygotsky, 1978)*.

2.4. Η μεθοδολογία STE(A)M

Το STE(A)M αναφέρεται σε μια εκπαιδευτική προσέγγιση της μάθησης που χρησιμοποιεί την επιστήμη (science), την τεχνολογία (technology), τη μηχανική (engineering), τις τέχνες (arts) και τα μαθηματικά (mathematics) ως σημεία αναφοράς για την καθοδήγηση της έρευνας των εκπαιδευομένων, της επικοινωνίας και της συνεργασίας.

Η πρώτη εμφάνιση του όρου STEM έγινε από τη βιολόγο Judith A. Ramaley to 2001, η οποία ως Διευθύντρια του Ιδρύματος Φυσικών Επιστημών στις Η.Π.Α. ήταν αρμόζουσα για την ανάπτυξη καινούργιων προγραμμάτων σπουδών. Ο σχεδιασμός αυτών των προγραμμάτων στόχευε στην εισαγωγή των Τεχνολογιών και της Επιστήμης των Μηχανικών, ως μέσα αλληλεπίδρασης για τη διδασκαλία και τη μάθηση των Μαθηματικών και των Φυσικών επιστημών ούτως ώστε, οι εκπαιδευόμενοι να κατανοήσουν της ευρύτερη σημασία τους για τη λειτουργία του κόσμου. Αργότερα, το 2016, σε εξαγγελία της κυβέρνησης ο Ομπάμα έκανε λόγο για το **«Stem for all»**, σύμφωνα με το οποίο κάθε Αμερικανός μαθητής δύναται να έχει πρόσβαση σε εκπαίδευση υψηλής ποιότητας. Τα τελευταία χρόνια λοιπόν, μπορούμε να ισχυριστούμε πως το κίνημα STE(A)M ριζώνει και προωθείται ως θετικός τρόπος δράσης για να ανταποκριθεί στης ανάγκες μιας κοινωνίας και οικονομίας του 21^{ου} αιώνα. Η εισαγωγή μάλιστα των τεχνών οδηγεί τα προγράμματα STEM στο επόμενο στάδιο. Συγκεκριμένα, επιτρέπει στους μαθητές να συνδέσουν τις γνώσεις τους σε τομείς, όπως η Φυσική και τα Μαθηματικά με πρακτικές, αρχές σχεδιασμού και πρότυπα τέχνης. Κάποια βασικά στοιχεία λοιπόν της εκπαίδευσης STEAM παρουσιάζονται παρακάτω:

- Το STE(A)M είναι μια ολιστική προσέγγιση της μάθησης που προϋποθέτει σύνδεση μεταξύ των προτύπων, των αξιολογήσεων και του σχεδιασμού του μαθήματος.
- Η πραγματική εκπαίδευση STE(A)M περιλαμβάνει τη σύζευξη δύο ή περισσότερων προτύπων από την επιστήμη και τα μαθηματικά λόγου χάριν που δύναται να διδάσκονται και να αξιολογούνται μέσα και μεταξύ τους.
- Πυλώνες της εκπαίδευσης STEAM αποτελούν έννοιες όπως επικοινωνία, κριτική σκέψη, συνεργασία, έρευνα, δημιουργικότητα.

- Η αξιοποίηση των τεχνών είναι μείζονος σημασίας για μια αυθεντική πρωτοβουλία STEAM.
- Η μάθηση από δασκαλοκεντρική μετατρέπεται σε ανακαλυπτική – διερευνητική καθιστώντας ενεργό το ρόλο των εκπαιδευομένων στη διαδικασία της μάθησης.
- Οι μαθητές αναστοχάζονται στο πέρας της μαθησιακής διαδικασίας, έπειτα από την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων.
- Πιθανοί τρόποι ανάπτυξης της εκπαίδευσης STE(A)M: δραστηριότητες μάθησης, ανάλυση δεδομένων και απεικόνιση αυτών που συμβάλλουν στην ουσιαστικότερη κατανόηση εννοιών, πειραματισμός και συν- δημιουργία.

Αδιαμφισβήτα, είναι πολλές πλέον οι χώρες που υποστηρίζουν ότι η εκπαίδευση STEAM αποτελεί το μέλλον της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως υπάρχουν ομάδες ανθρώπων που δεν έχουν την ευκολία πρόσβασης σε αυτήν και συνάμα παρατηρείται χαμηλό ποσοστό στην κατανόηση των πεδίων του STEAM. Βέβαια, κρίνεται αναγκαίο να μην απασχολεί μόνο όσους ασχολούνται ή επιθυμούν να ασχοληθούν με τον επιστημονικό κλάδο, διότι αποτελεί πηγή πρωτότυπων ιδεών και εφευρέσεων, στοιχείο που αφορά και ομάδες ανθρώπων που επιθυμούν να καταπιαστούν με κάποιο χειρωνακτικό επάγγελμα. Άλλωστε, έχει παρατηρηθεί πως η σφαιρική αντιμετώπιση θεμάτων και προβλημάτων, οδηγεί στην επιτυχή αντιμετώπισή τους, ενώ τα άτομα που μπορούν να αντιμετωπίζουν «προβληματικές» καταστάσεις χαρακτηρίζονται ως «δημιουργικά». *(Henriksen, 2014)*.

Ακολούθως, η έννοια του προγραμματισμού διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο για τη διδασκαλία εννοιών που εμπίπτουν στη διδασκαλία των Μαθηματικών, στη Φυσική και τη λογική, άρα είναι ένα εργαλείο για την εκπαίδευση στα πεδία STEAM *(Papert, 1980)*. Ποικίλλα προγραμματιστικά εργαλεία παρέχουν την ευκαιρία στους μαθητές να δημιουργήσουν παιχνίδια, προχωρώντας κατά αυτόν τον τρόπο από τον σχεδιασμό παιχνιδιού σε εφαρμογές εκπαίδευσης STEAM. Με άλλα λόγια, η υπολογιστική σκέψη θεωρείται πυρήνας στην επίλυση ενός προβλήματος. Και αυτό γιατί, μέσω της μηχανικής σκέψης παρέχονται τρόποι να προσεγγίσουμε το σχεδιασμό και την αξιολόγηση ενός πολύπλοκου συστήματος, το οποίο βρίσκεται εντός των περιορισμών που υφίστανται στον πραγματικό κόσμο. Συνεπώς, μοιράζεται με επιστημονική σκέψη τρόπους με τους οποίους μπορύμε να κατανοήσουμε την έννοια της υπολογισιμότητας, της νοημοσύνης, το μυαλό αλλά και την ανθρώπινη συμπεριφορά *(Wing, 2011)*.

Συνοψίζοντας, η μεθοδολογία STE(A)M αναγνωρίζει την Επιστήμη και την Τεχνολογία ως κυριαρχούσες δυνάμεις της αλλαγής, οι οποίες μέσω της Μηχανικής και των Τεχνών αποκτούν ουσιαστικά μορφή και νόημα. Βέβαια, προϋπόθεση αυτού του οικοδομήματος αποτελούν τα Μαθηματικά που θα αναλυθούν παρακάτω *(Steam Education Program Description, 2014 Yakman & Hyonyong, 2012)*.

2.4.1. Το STEM στην Πρωτοβάθμια Σχολική Εκπαίδευση

Στην πρωτοβάθμια σχολική εκπαίδευση, το δημοτικό, η διδασκαλία υποστηρίζει την ολόπλευρη ακαδημαϊκή ανάπτυξη των μαθητών, ενώ, αναδύεται η σημασία της επίλυσης πραγματικών προβλημάτων του κόσμου, μέσω της διεπιστημικής εκπαίδευσης. Ο όρος STEM ,συνδέοντας τέσσερις τομείς της επιστήμης, ενσωματώνει

τους κλάδους που τον απαρτίζουν σε ένα συνεκτικό παράδειγμα μάθησης που εκκινεί από πραγματικά προβλήματα της καθημερινής ζωής.

Ουσιαστικά, σε ένα πρόγραμμα σπουδών σχολείου που ακολουθείται η μάθηση μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, τα παιδιά μαθαίνουν σε ένα περιβάλλον, όπου βιώνουν τα μαθηματικά και τις επιστήμες ως αναπόσταστο μέρος της καθημερινότητάς τους. Οι εκπαιδευόμενοι παροτρύνονται να χρησιμοποιούν την επιστημονική μέθοδο για να επιλύσουν προβλήματα, να πειραματιστούν και να δημιουργήσουν. Στόχο άλλωστε, αποτελεί η καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα, μεταξύ των οποίων ανήκουν η κριτική σκέψη, η συνεργασία και η δημιουργικότητα *("HanoverResearch", 2012;"Journal of STEM Teacher Education", 2014)*.

Ένα ενοποιημένο πρόγραμμα σπουδών αποτελεί μια επιτυχημένη διεπιστημονική τεχνική εφαρμογής ενός εκπαιδευτικού σεναρίου STEM, διότι επιτρέπει στα γνωστικά αντικείμενα να ενδυναμώσει το ένα το άλλο, υποστηρίζοντας ταυτόχρονα την συνολική ανάπτυξη του καθενός. Η μέθοδος αυτή είναι δυνατή στο δημοτικό σχολείο, καθώς, οι μαθητές περνούν την περισσότερη ώρα στο σχολείο με τον ίδιο εκπαιδευτικό, μειώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο την ανάγκη για προετοιμασία συνδυασμού μαθημάτων μεταξύ των εκπαιδευτικών *("Hanover Research", 2012;"Journal of STEM Teacher Education", 2014).*

Τέλος, κάποια σημαίνοντα προγράμματα καλύτερης πρακτικής της εκπαίδευσης STEM που αφορούν μαθητές δημοτικού σχολείου παρουσιάζονται παρακάτω:

- Asset Inc. (Achieving Student Success through Excellent in Teaching) που χρησιμοποιήθηκε στην Πενσυλβάνια και αφορά την επαγγελματική ανάπτυξη του σχεδιασμού του αναλυτικού προγράμματος. Έρευνα μάλιστα έχει αποδείξει ότι το πρόγραμμα έχει πετύχει τη βελτίωση των σκορ στα τεστ των μαθηματικών και των επιστημών *("HanoverResearch", 2012*).
- Math out of the Box που αφορά ένα πρόγραμμα που σχεδιάστηκε για φτωχούς μαθητές και προωθεί τη μάθηση με τους ακόλουθους τρόπους: την ανάπτυξη της αλγεβρικής σκέψης, της γεωμετρικής λογικής, της μέτρησης σημείων αναφοράς και των αριθμητικών ιδεών ("HanoverResearch", 2012).
- Seeds of science/ Roots of reading που αφορά μαθητές δημοτικού αλλά και σπουδαστές αγγλικής γλώσσας.

Είναι εμφανές, πως η διεπιστημονική εκπαίδευση, δύναται να πετύχει σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα και να ενισχύσει τις δεξιότητες στους τομείς STEM *("Journal of STEM Teacher Education", 2014).*

2.4.2. Η έννοια των « μαθηματικών » στο πλαίσιο της μεθοδολογίας STEAM

Είναι φανερό, πως στο ακρωνύμιο STEAM τα Μαθηματικά βρίσκονται στο τέλος. Ωστόσο, αποτελούν ένα από τα κυριότερα θέματα της εκπαίδευσης αυτής και μάλιστα, από μεγάλο ποσοστό ανθρώπων θεωρούνται ως η μόνη παγκόσμια γλώσσα. Τα Μαθηματικά είναι στην πραγματικότητα παντού και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι σε κάθε πεδίο γνώσης. Είναι υπεύθυνα για τις ανακαλύψεις που μαθαίνουμε στην

καθημερινή ζωή και χρησιμοποιούνται αναμφίβολα από όλους ανεξαρτήτως κουλτούρας, θρησκείας και φύλου.

Είναι γεγονός, πως στα σχολεία ο παραδοσιακός τρόπος εκμάθησης των Μαθηματικών αλλά και άλλων επιστημών, όπως της Φυσικής, αποτελούν πηγή άγχους για τους μαθητές. Αυτό συμβαίνει για πλείστους λόγους, μεταξύ των οποίων, η μη κατανόηση συμβόλων, σχημάτων, τύπων και μαθηματικών υπολογισμών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να δημιουργείται ένας διαχωρισμός μεταξύ των μαθητών που είναι «καλοί» στα Μαθηματικά και αυτών που δεν είναι. Ωστόσο, οι περισσότεροι μαθητές σε ένα ιδανικό γνωστικό περιβάλλον δύναται να αναπτύξουν ικανότητες κριτικής σκέψης, επίλυσης προβλημάτων και καινοτόμες ιδέες .

Ορισμένες λοιπόν από τις επιτυχημένες μεθόδους στη μάθηση και τη διδασκαλία των Μαθηματικών εναρμονίζονται με τη μεθοδολογία της εκπαίδευσης STEAM. Αυτές οι πρακτικές αφορούν την σχηματοποίηση ενός μαθηματικού προβλήματος σε πλαίσιο επιστημονικό, μεταφράζοντάς το, όμως, σε κάτι απτό και κατανοητό, μέσω του οποίου τα παιδιά μπορούν να ταυτιστούν. Μια άλλη μέθοδος είναι πιθανόν να αποτελέσει η εργασία σε ομάδες, κάτι που προϋποθέτει, πως οι μαθητές θα συνεργαργαστούν προτείνοντας τις ιδέες – πιθανές λύσεις και κατά αυτόν τον τρόπο, θα οδηγηθούν στην από κοινού επίλυση προβλήματος. Βέβαια, ακόμα και σε αυτήν την περίπτωση της ομαδικής εργασίας, θα δοθεί στους μαθητές μια κατευθυντήρια γραμμή από τον εκπαιδευτικό, όπως γίνεται στην παραδοσιακή μορφή διδασκαλίας.

Συνεπώς, η νέα προσέγγιση των Μαθηματικών στο πλαίσιο της μεθοδολογίας STEAM αυξάνει την πρόκληση σε σύγκριση με την παραδοσιακή διδασκαλία, όπου είναι αμιγώς καθοδηγητική, ο ρόλος του δασκάλου είναι κυρίαρχος και περιλαμβάνει πρότυπα που οι μαθητές καλούνται να ακολουθήσουν. Με αυτή την προσέγγιση, το ενδιαφέρον των εκπαιδευόμενων αυξάνεται, οι ικανότητες επίλυσης προβλημάτων βελτιώνονται και συνάμα ενθαρρύνονται άλλες ικανότητες, όπως αυτές της επιμονής, της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας.

Ολοκληρώνοντας, μπορεί να υποστηρίξει κανείς πως τα Μαθηματικά είναι περισσότερα από μια λέξη. Με άλλα λόγια, μπορούν να οριστούν ως «Η αφηρημένη επιστήμη του αριθμού, της ποσότητας και του χώρου». Τα Μαθηματικά είναι πολύ περισσότερα από την Άλγεβρα ή τη Γεωμετρία. Είναι ουσιαστικά, το θεμέλιο για την σταθερή ανάπτυξη των δεξιοτήτων της μάθησης, της λογικής σκέψης και της συλλογιστικής. Προγράμματα εκπαίδευσης λοιπόν, όπως τα STEAM, είναι ικανά να συμβάλουν στην ανάπτυξη των προαναφερθέντων δεξιοτήτων που κρίνονται απαραίτητες για τον 21^{ο} αιώνα για όλους τους ανθρώπους, ανεξαρτήτως της σταδιοδρομίας που θα επιλέξουν.

2.4.3. Χαρακτηριστικά των προγραμμάτων εκπαίδευσης STEAM

Τα χαρακτηριστικά προγραμμάτων εκπαίδευσης STEAM είναι τα ακόλουθα (Morrison, 2006) :

- ✓ Ενεργός και μαθητοκεντρική μάθηση.
- ✓ Αυθόρμητη αμφισβήτηση της ισχύουσας γνώσης, αλλά και σχεδιασμένη έρευνα.

- ✓ Καινοτομία και δημιουργικότητα.
- ✓ Αίθουσα διδασκαλίας που περιλαμβάνει και εργαστήριο στον ίδιο φυσικό χώρο.
- ✓ Αίθουσα εξοπλισμένη με υπολογιστές που δύναται να «υποστηρίξει» λογισμικό STEAM.
- ✓ Υποστηρικτική διδασκαλία με πολλαπλούς τρόπους.
- ✓ Μάθηση με ποικιλία μαθησιακών τρόπων.

Ειδικότερα, όπως αναφέρει η Yakman, στα προγράμματα εκπαίδευσης STEM ή STEAM υπάρχουν δύο τύπου προσεγγίσεις. Η μια χαρακτηρίζεται ως «παραδοσιακή», ενώ η άλλη ως «σύγχρονη». Η διαφορά τους σχετίζεται με τον τρόπο που η καθεμιά προσεγγίζει την σχέση μεταξύ των διαφορετικών πυλώνων *(Yakman & Hyonyong, 2012).*

Συγκεκριμένα, η «παραδοσιακή» προσέγγιση STE(A)M εστιάζει στην ανάγκη κάθε ένα από τα γνωστικά αντικείμενα να διατηρεί τα χαρακτηριστικά του και να μην εμπλέκεται με τα υπόλοιπα. Κατά αυτόν τον τρόπο, ο εκπαιδευόμενος θα είναι σε θέση να αποκτήσει γνώσεις για το εκάστοτε πεδίο και θα μπορέσει αργότερα να ενταχθεί ευκολότερα στον επαγγελματικό τομέα της επιλογής του. Από την άλλη, η «σύγχρονη» προσέγγιση εστιάζει στην ανάπτυξη των ικανοτήτων που θα επιτρέψουν στον εκπαιδευόμενο να πραγματοποιήσει συνδέσεις μεταξύ των αποτελούμενων γνωστικών πεδίων. Αυτό δύναται να επιτευχθεί μέσω της διερεύνησης θεμάτων που είναι κατάλληλα για την ανάπτυξη διεπιστημονικών εκπαιδευτικών προγραμμάτων *(Yakman & Hyonyong, 2012*). Είναι αλήθεια, πως η δεύτερη προσέγγιση είναι αυτή που επικρατεί στις μέρες μας, καθότι τα προγράμματα εκπαίδευσης STEAM βρίσκονται ήδη σε κυρίαρχη θέση σε αρκετές χώρες, ούτως ώστε να αποφεύγεται η στείρα εξειδίκευση σε τομείς των θετικών επιστημών και της τεχνολογίας. Ακολούθως, παρουσιάζονται κάποια χαρακτηριστικά της εφαρμογής τέτοιου είδους προγραμμάτων:

<u>Σε επίπεδο Αναλυτικού προγράμματος:</u>

- Την επενεξέταση των Αναλυτικών Προγραμμάτων, με σκοπό την ανάδειξη θεμάτων που μπορούν να διευθετηθούν κάνοντας χρήση της κατάλληλης μεθοδολογίας.
- Την έμφαση των προγραμμάτων στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και ικανότητων, έναντι της στείρας εξειδίκευσης.

<u>Σε επίπεδο εκπαιδευτικού προσωπικού:</u>

- Την αρμόζουσα ενημέρωση και εκπαίδευση του εκπαιδευτικού προσωπικού.
- Την ανάπτυξη και ενίσχυση δεξιοτήτων επικοινωνίας και συνεργασίας.

<u>Σε επίπεδο διδακτικής πρακτικής:</u>

- Την απομάκρυνση από τον παραδοσιακό τρόπο αξιολόγησης.
- Την ανάδειξη δεξιοτήτων επικοινωνίας και συνεργασίας.

- Την χρησιμοποίηση τεχνικών που θα συμβάλουν στην ομαλή ενσωμάτωση όλων των πυλώνων της εκπαίδευσης STEAM σε κοινά διαθεματικά σχέδια μαθήματος.
- Την αξιοποίηση με διαθεματικά σχέδια εργασίας (project).
- Την χρήση κατάλληλων τεχνολογικών μέσων και εργαλείων για την επίτευξη των επιθυμητών στόχων.
- Την βελτιστοποίηση των εκπαιδευτικών περιβάλλοντων, με στόχο την ενεργοποίηση και τη συμμετοχή των εκπαιδευομένων.

Ολοκληρώνοντας, φαίνεται πως υπάρχουν στοιχεία τα οποία εντοπίζονται τόσο στον σχεδιασμό και την υλοποίηση των προγραμμάτων, όσο στα προσδοκώμενα αποτελέσματα αυτών. Σε αυτά συγκαταλέγονται η δημιουργικότητα, η ομαδικότητα, η σύνθεση, η επίλυση προβλήματος και ο αναστοχασμός *(Madden et al., 2013).*

2.4.3.1. Πλεονεκτήματα των προγραμμάτων εκπαίδευσης STEAM

Η μεθοδολογία STEAM αποτελεί ένα φλέγον θέμα στις μέρες μας, καθότι επιδιώκει να συγκεράσει αντικρουόμενους τομείς των θετικών και των θεωρητικών επιστημών με συνδετικό κρίκο την τέχνη. Εναλλακτικά, σκοπός αυτής της εκπαίδευσης είναι μια ενιαία διδακτέα ύλη που προσφέρει ουσιαστική σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο, με στόχο την εκμάθηση και την επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Αλλωστε, υπάρχει πληθώρα δεξιοτήτων που εμπεριέχονται στον όρο STEAM, όπως η έρευνα, η εξερεύνηση και η κριτική σκέψη.

Λαμβάνοντας υπόψην την σημαντική θέση που κατέχει η δημιουργικότητα μεταξύ των δεξιοτήτων που καλείται να κατέχει κανείς τον 21^{ο} αιώνα, είναι εμφανές, πως είναι υψίστης σημασίας η ανάγκη ένταξης εκπαιδευτικών προγραμμάτων STEAM σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες.

Συνάμα, η υιοθέτηση προγραμμάτων εκπαίδευσης STEAM έχει τα ακόλουθα αποτελέσματα (Yakman, 2012):

- ✓ Ενισχύει το βαθμό συμμετοχής των εκπαιδευόμενων στις δραστηριότητες.
- ✓ Προσφέρει δυνατότητες ολοκλήρωσης και επιτυχίας σε όλους τους τύπους των εκπαιδευομένων.
- ✓ Διευκολύνει την συνεργασία και την κοινοποίηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.
- ✓ Συντελεί στην ολόπλευρη ανάπτυξη του ατόμου.
- ✓ Ενεργοποιεί το δεξί τμήμα του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνο για την καλλιέργεια της δημιουργικότητας και της κοινοτομίας, μέσα από την πρακτική εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων και πρακτικών.

Τέλος, καθίσταται σαφές πως μια εκπαίδευση STEAM είναι δυνατόν να διεγείρει το ενδιαφέρον των εκπαιδευομένων, ενώ, συνάμα προσφέρει τη δυνατότητα δημιουργικής επίλυσης υπαρκτών προβλημάτων του κόσμου μας. Μέσω της διδασκαλίας STEM, οι μαθητές αποκτούν γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες που τους καθιστούν *(Morrison, 2006)*: επιλυτές προβλημάτων, λογικά σκεπτόμενους, εφευρέτες αυτοδύναμους και τεχνολογικά πεπαιδευμένους.

2.4.4. Ανάπτυξη δεξιοτήτων 21ου αιώνα και μεθοδολογία STEAM

Η ανάγκη ανάπτυξης δεξιοτήτων κατά τον 21ο αιώνα αποτέλεσαν τη βάση της εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης σε πολλές χώρες, μεταξύ των οποίων, η Αυστραλία, οι Η.Π.Α και η Φινλανδία. Συναποτελούν τις απαραίτητες αρχές διάπλασης του ενεργού πολίτη κατά τη διάρκεια του αιώνα που διανύουμε, αφού, διέπονται από της αρχές της παγκόσμιας οικονομίας, της ανάπτυξης των νέων τεχνολογιών, καθώς και των δυνατοτήτων για δια βίου μάθηση *(Eguchi, 2014), (Yen & Halili, 2015*). Έτσι λοιπόν, στον τομέα της μάθησης, οι δεξιότητες αυτές συνοψίζονται ως **4Cs** και ανήκουν στις πιο δημοφιλείς στρατηγικές μάθησης στο σημερινό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, οι τέσσερις δεξιότητες είναι οι εξής:

- Κριτική σκέψη **(C**ritical thinking**)**,
- Δημιουργικότητα **(C**reativity**)**,
- Συνεργασία **(C**ollaboration**)** και
- Επικοινωνία **(C**ommounication).

Αναλυτικότερα, η Κριτική σκέψη σχετίζεται με την επίλυση προβλημάτων, η Δημιουργικότητα διδάσκει στους εκπαιδευόμενους να σκέφονται και να αναπτύσσουν τις ιδέες τους, η Συνεργασία τους μαθαίνει πώς να εργάζονται από κοινού για την επίτευξη ενός στόχου και τέλος, η Επικοινωνία επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν πως να μεταδώσουν καλύτερα τις ιδέες τους.

Συνάμα, για την ανάπτυξη των προαναφερθέντων δεξιοτήτων που ορίστηκαν ως **4Cs** κρίνεται αναγκαία η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή ως «εργαλείου» μάθησης. Αυτό βέβαια, μπορεί να επιτευχθεί με τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για την προώθηση της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων, της λήψης αποφάσεων, της καινοτομίας και της ανάπτυξης κριτικής σκέψης *(Hopson et al., 2001)*.

Στη συνέχεια, είναι αναγκαίο να αναφέρουμε πως η εκπαίδευση, αναφορικά με την καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, θέτει στο επίκεντρο τον μαθητή. Αυτός με τη σειρά του καλείται, τόσο σε ατομικό όσο σε ομαδικό επίπεδο, να αντιμετωπίσει «πραγματικά προβλήματα» που προϋποθετούν την ουσιαστική εμπλοκή και ανάπτυξη της δημιουργικής του σκέψης. Είναι φανερό, πως ο εκπαιδευόμενος έχει ενεργό ρόλο κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας και διεξάγει έρευνα μέσα από διεπιστημονικά θέματα εργασίας σε πληθώρα θεματικών ενοτήτων, όπως η καινοτομία, η παγκόσμια συνείδηση και η κοινωνικοπολιτική αγωγή *(The partnership for 21st Century Learning, 2015)*. Συνάμα, η Madden διατείνεται πως οι στόχοι ενός τέτοιου προγράμματος σχετίζονται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα και συνοψίζονται ως εξής *(Madden et al., 2013)*:

- ✓ Ανάπτυξη δεξιοτήτων επικοινωνίας και συνεργασίας.
- ✓ Καλλιεργεία δεξιοτήτων ηγεσίας και διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού.
- ✓ Ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλήματος.
- ✓ Ενίσχυση οργανωτικής σκέψης.
- ✓ Ανάπτυξη δημιουργικής σκέψης & πρωτοποριακών ιδεών.

- ✓ Απόκτηση εξειδίκευσης σε κάποιους τομείς, με ταυτόχρονη καλλιέργεια γνωστικής ευελιξίας, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων.

Ολοκληρώνοντας, φαίνεται πως ο διεπιστημονικός χαρακτήρας των εκπαιδευτικών προγραμμάτων STEAM διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και καλλιέργεια δεξιοτήτων στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Προκύπτει συνάμα, η ανάγκη ανάπτυξης εκπαιδευτικών προσεγγίσεων και παρεμβάσεων, σύμφωνα με τις αρχές του εποικοδομητισμού, με πρακτικές ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες και το ρόλο του εκπαιδευτικού ως «διευκολυντή» της μαθησιακής διαδικασίας.

2.4.5. Μέθοδοι διδασκαλίας που σχετίζονται με το STEAM

Η ενσωμάτωση του πεδίου STEAM στην μαθησιακή διαδικασία προϋποθέτει την χρήση κατάλληλων μεθόδων διδασκαλίας, όπως αυτή της ανακαλυπτικής μεθόδου διδασκαλίας (Inquiry-Based Learning), της μεθόδου project (Project- Based Learning) και της επίλυσης προβλήματος (Problem- Based Learning) *(Erdogan & Stuessy,2015)*. Οι μέθοδοι αυτοί παρουσιάζουν τα ακόλουθα κοινά στοιχεία :

- Επιτρέπουν στους μαθητές να σκέπτονται κριτικά και να εφεύρουν λύσεις στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή (*Avery et al.,2010)*.
- Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να συνεργαστούν και να εφαρμόσουν ό,τι έχουν σχεδιάσει σε πραγματικό περιβάλλον *(Erdogan & Stuessy,2015)*.
- Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να παρουσιασούν την εργασία τους σε συμμαθητές, εκπαιδευτικούς και ένα ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο *(Erdogan & Stuessy,2015)*.

2.4.5.1. Το εκπαιδευτικό μοντέλο της «Problem Based Learning»

Εξέχοντα ρόλο στη διεπιστημονική προσέγγιση της μάθησης διαδραματίζει η Problem-Based Learning *(Asghar et al.,2012)* και η ενεργός συμμετοχή των μαθητών για την ανακάλυψη της λύσης μέσω της δια-επιστημονικότητας (transdisciplinary). Η μέθοδος επίλυσης προβλήματος δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να δημιουργήσει μια βιώσιμη λύση σε ένα ορισμένο πρόβλημα *(Savery, 2006)*.

Η μάθηση μέσα από την επίλυση προβλημάτων είναι μια μαθητοκεντρική διδακτική στρατηγική. Οι μαθητές χρησιμοποιούν ως έναυσμα ένα πρόβλημα ή διαφορετικά ένα σενάριο και μέσω της συνεργασίας απαντούν σε ερωτήσεις, αλληλεπιδρούν και λύνουν προβλήματα, χρησιμοποιώντας τις ιδέες τους. Οι εκπαιδευόμενοι εργάζονται σε μικρές ομάδες και ο δάσκαλος αναλαμβάνει το ρόλο του «διευκολυντή» της μάθησης. Συνεπώς, η pbl δεν σχετίζεται μόνο με την επίλυση προβλημάτων. Ουσιατικά, χρησιμοποιεί κατάλληλα προβλήματα για την ουσιαστική κατανόηση της γνώσης και την επίτευξη των μαθησιακών στόχων. Η διαδικασία είναι σαφώς καθορισμένη με στάδια, τα οποία θα αναλύσουμε παρακάτω, και όλες οι παραλλαγές ακολουθούν παρόμοια σειρά βημάτων *(Wood, 2003)*.

Η επίλυση προβλημάτων δίνει στους εκπαιδευόμενους τη δυνατότητα να βιώνουν πραγματικές καταστάσεις έρευνας και έχουν την ευκαιρία μιας διεπιστημονικής

προσέγγισης της γνώσης. Συνάμα, οι προτεινόμενες καταστάσεις προβληματισμού είναι σημαντικό να προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους παρακινούν να «κατασκευάσουν» τη νέα γνώση. Οι δραστηριότητες μέσω αυτής της μεθόδου διευκολύνουν την κατανόηση πληροφοριών και συντελούν στην μακροχρόνια απομνημόνευσή τους, ενώ ταυτόχρονα είναι ελκυστικές (*Schmidt, Rotgans, & Yew, 2011).*

Η μέθοδος επίλυσης προβλήματος παρουσιάζει τα θετικά της μεθόδου project, συμπεριλαμβάνοντας και τα ακόλουθα στοιχεία:

- ✓ Επίλυση περισσότερων ερωτήσεων ανοιχτού τυπου.
- ✓ Έρευνα σε πολλαπλές πηγές πληροφορίας.
- ✓ Διαφορετικές ερμηνείες και αποτελέσματα.

Έτσι λοιπόν, είναι σημαντικό ένας εκπαιδευτικός που θα επιλέξει αυτή τη μέθοδο να «βομβαρδίζει» τους εκπαιδευόμενους με ιδέες για διεπιστημονικά σχέδια εργασίας και οι ίδιοι να επιλέγουν αυτό που θα καταπιαστούν σύμφωνα με τα δικά τους κριτήρια *(Mayes & Gallant, 2018).* Τέλος, η μάθηση που στηρίζεται στην επίλυση προβλήματος, τοποθετεί την επιστημονική έρευνα και την εφαρμογή των μαθηματικών στο πλαίσιο της τεχνολογικής επίλυσης προβλημάτων, εφόσον ο σχεδιασμός και η επιστημονική έρευνα χρησιμοποιούνται συστηματικά στην τεχνολογία των λύσεων στα προβλήματα του «πραγματικού κόσμου» *(Sanders, 2009).*

2.4.5.1.1. Περιγραφή της μεθόδου PBL

Η γνώση σε κάθε τομέα επεκτείνεται με ταχείς ρυθμούς. Αυτό έχει ως απόροια, οι εκπαιδευόμενοι να δυσκολεύονται να κατανοήσουν όλο το υλικό που σχετίζεται με ένα γνωστικό αντικείμενο. Έτσι, προκύπτει η ανάγκη, ο εκπαιδευόμενος να **«μάθει πώς να μαθαίνει»**, προκειμένου να εμβαθύνει σε ένα γνωστικό πεδίο, αλλά και να ενσωματώνει τη νέα πληροφορία.

Στη μάθηση βασισμένη στο πρόβλημα – PBL οι εκπαιδευόμενοι μαθαίνουν πώς να αυτό-εκπαιδεύονται και να είναι ανεξάρτητοι, ώστε να παρακινούνται εύκολα στην επίλυση ενός προβλήματος. Πρόκειται για μια εκπαιδευτική μέθοδο, όπου οι μαθητές οργανώνονται σε μικρές ομάδες, συνεργάζονται και επιλύουν διάφορα προβλήματα, τα οποία μπορούν να παρουσιασθούν σε ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων *(Jonassen, 2010).* Αρχικά, οι μαθητές συζητούν το πρόβλημα, χρησιμοποιώντας πρότερες γνώσεις και ακολούθως, το αναλύουν θέτοντας κάποιες υποθετικές λύσεις. Οι εκπαιδευόμενοι αυτόνομα αναζητούν και συλλέγουν την αναγκαία πληροφορία που επιβεβαιώνει ή απορρίπτει τις αρχικές τους υποθέσεις. Ακολούθως, τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται στην ομάδα, η οποία καλείται να ανασυντάξει την νέα προστιθέμενη πληροφορία. Κατά τη διάρκεια όλης της διαδικασίας, ο εκπαιδευτικός έχει ρόλο «καθοδηγητή», θέτοντας σωστά προσανατολισμένες ερωτήσεις στους μαθητές και δίνοντας μια δομή της επίλυσης του προβλήματος. Στην καταληκτική δραστηριότητα, οι μαθητές αξιολογούν με τον εκπαιδευτικό την αποτελεσματικότητα της μεθόδου που χρησιμοποίησαν.

Η PBL είναι μια εκπαιδευτική μέθοδος που χρησιμοποιεί ανεπαρκώς δομημένα προβλήματα (ill-structured problems) *(Barrows, 1998)* ως κίνητρο για μάθηση και οι

μαθητές αποκτούν ενεργητικό ρόλο *(Hmelo – Silver & Barrows, 2006)*. Τέλος, αυτή η ενεργή μέθοδος μάθησης χρησιμοποιείται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, από το νηπιαγωγείο έως την ανώτατη εκπαίδευση.

2.4.5.1.2. Διδακτικές Προσεγγίσεις της Problem based learning

Η PBL είναι μια διαδικασία, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί ποικιλοτρόπως, με ευελιξία και σε ένα μεγάλο φάσμα γνωστικών αντικειμένων. Ουσιαστικά, η συγκεκριμένη εκπαιδευτική προσέγγιση ξεκινά με την παρουσίαση ενός πρακτικού προβλήματος, το οποίο οι εκπαιδευόμενοι δεν είναι ικανοί να λύσουν στηριζόμενοι απλώς σε όσα ξέρουν. Επομένως, η έμφαση δίνεται στο να αξιολογήσουν ποιες γνώσεις θα τους οδηγούσαν στην επίλυση αυτού και με ποιο τρόπο μπορούν να τις αποκτήσουν. Κατά καιρούς έχουν παρουσιαστεί διάφορα μοντέλα ροής δραστηριοτήτων, με σημαντικότερα αυτά του Πανεπιστημίου του Maastricht *(1975),*του Barrows *(1980),*των Rush & Obsorne *(1991),* Moust Bouhaijs Schmidt *(2001),* Mills *(2008).*

Ξεκινώντας, το πιο ευρεύως χρησιμοπιούμενο μοντέλο ροής δραστηριοτήτων της PBL είναι αυτό του **Πανεπιστημίου του Maastricht** που δημιουργήθηκε το **1975** και χρησιμοποίειται έως σήμερα *(Savin-Baden, 2007a)*:

- **Φάση 1**: Προσδιορισμός του προβλήματος και αποσαφήνιση άγνωστων όρων και ιδεών αυτού.
- **Φάση 2**: Καθορισμός του προβλήματος (Απαιτήσεις, στόχοι και ευκαιρίες).
- **Φάση 3**: Καταιγισμός ιδεών αναφορικά με το πρόβλημα (συμμετέχοντες, γνώσεις & υποθέσεις, γεγονότα, περιορισμοί).
- **Φάση 4**: Οργάνωση υποθέσεων και σκεπτικών επίλυσης προβλήματος. Δημιουργία εναλλακτικών λύσεων (επανεξέταση των βημάτων 2,3).
- **Φάση 5**: Αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων (πλεονεκτήματα, εμπόδια).
- **Φάση 6**: Έρευνα μέσω προσωπικής μελέτης, συγκέντρωση πληροφοριών και υλοποίηση της λύσης.
- **Φάση 7**: Σύνθεση της λύσης, από την προσωπική μελέτη - αξιολόγηση ομάδας και εφαρμογή των νέων πληροφοριών στα πραγματικά προβλήματα.

Αργότερα,το **1980**, ο **Barrows** σχεδίασε το ακόλουθο μοντέλο ροής δραστηριοτήτων της PBL:

- **Φάση 1**: Παρουσίαση του προβλήματος.
- **Φάση 2**: Ομαδική συζήτηση του προβλήματος: καταιγισμός ιδεών, σύμφωνα με προγούμενες γνώσεις και εμπειρίες, εντοπισμός άγνωστων όρων του προβλήματος και δημιουργία ενός σχεδίου δράσης για αυτό.
- **Φάση 3**: Ανεξάρτητη μελέτη για συλλογή πληροφοριών σχετικά με το πρόβλημα.
- **Φάση 4**: Ομαδική συζήτηση: διαμοιρασμός πληροφοριών με τα άλλα μέλη και συνεργασία για τη λύση του προβλήματος.
- **Φάση 5**: Παρουσίαση και μελέτη των πιθανών λύσεων του προβλήματος.
- **Φάση 6**: Αξιολόγηση των μελών της ομάδας, αυτοαξιολόγηση και αξιολόγηση της διαδικασίας επίλυσης του προβλήματος.

Λίγα χρόνια αργότερα, το **1991**, έχουμε τα 7 βήματα της PBL, σύμφωνα με τους **Rush & Obsorne**:

- **Φάση 1**: Παρουσίαση & ορισμός του προβλήματος.
- **Φάση 2**: Αναγνώριση μαθησιακών αναγκών.
- **Φάση 3**: Οργάνωση ομάδων.
- **Φάση 4**: Ατομική μελέτη και αναζήτηση πληροφοριών για το πρόβλημα.
- **Φάση 5**: Ομαδική σύνθεση πληροφοριών.
- **Φάση 6**: Εύρεση «καλύτερης» λύσης και εφαρμογή στο πρόβλημα.
- **Φάση 7**: Αξιολόγηση διαδικασίας επίλυσης προβλήματος.

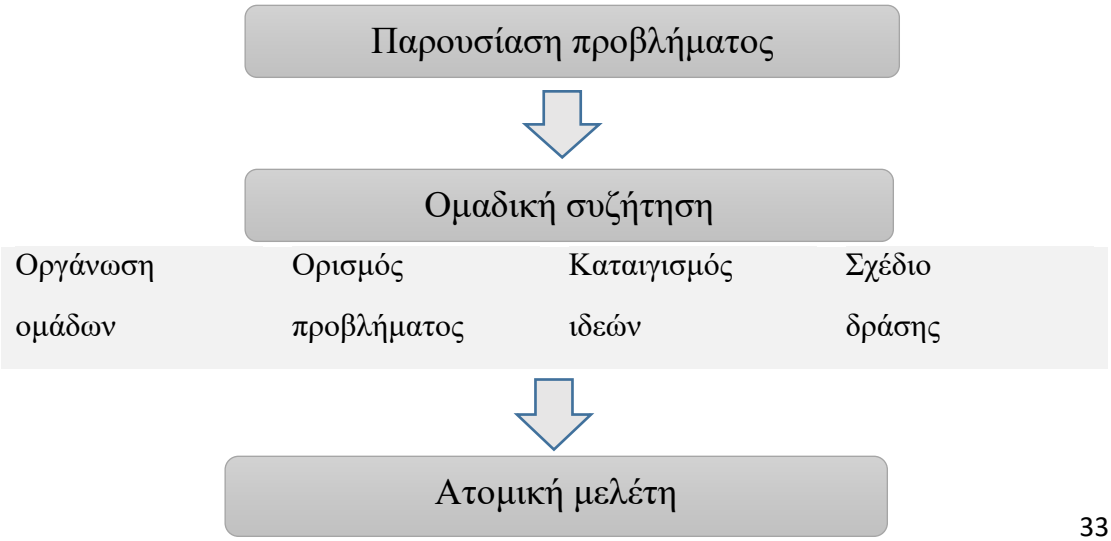
Ακολούθως, το **2001**, οι **Moust, Bouhaijs** και **Schmidt** παρουσιάζουν την εξής ροή δραστηριοτήτων της PBL:

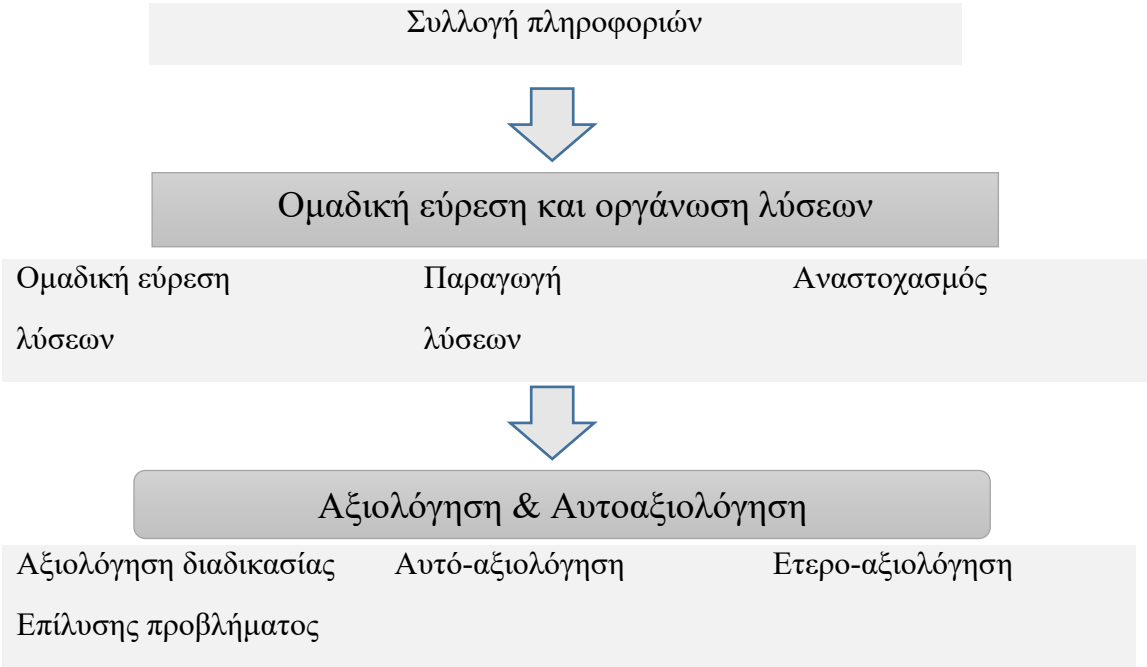
- **Φάση 1**: Αποσαφήνιση των εννοιών και όρων του προβλήματος.
- **Φάση 2**: Ορισμός του προβλήματος.
- **Φάση 3**: Ανάλυση του προβλήματος: καταιγισμός ιδεών και εύρεση λύσης, σύμφωνα με προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες.
- **Φάση 4**: Ομαδική συζήτηση, αναφορικά με τις πιθανές λύσεις του προβλήματος.
- **Φάση 5**: Διαμόρφωση μαθησιακών στόχων.
- **Φάση 6**: Ατομική έρευνα προς αναζήτηση πληροφοριών για το πρόβλημα.
- **Φάση 7**: Σύνθεση πληροφοριών και αξιολόγηση.

Τέλος, παρουσιάζεται η ροή δραστηριοτήτων σύμφωνα με τον **Mills, 2008**:

- **Φάση 1**: Ορισμός του προβλήματος
- **Φάση 2**: Ανάλυση του προβλήματος.
- **Φάση 3**: Έρευνα στόχων.
- **Φάση 4**: Ατομική έρευνα.
- **Φάση 5**: Σύνθεση πληροφοριών για την επίλυση του προβήματος.

Συνοψίζοντας, σε γενικές γραμμές, η ροή δραστηριοτήτων της PBL έχει την ακόλουθη μορφή:





Πίνακας 3: Ροή δραστηριοτήτων της PBL

2.4.5.1.3. Πλεονεκτήματα της μεθόδου PBL

Η PBL θεωρείται μια διαδικασία που δύναται να λύσει πολλά από τα προβλήματα που υπάρχουν στο χώρο της εκπαίδευσης, ενώ συνάμα εξυπηρετεί τακτικές που θεωρούνται ευκταίες για μάθηση υψηλής ποιότητας. Πιο αναλυτικά, τα πλεονεκτήματα που χαρακτηρίζουν αυτή τη μέθοδο είναι τα ακόλουθα:

- **Μάθηση κατευθυνόμενη από τον εκπαιδευόμενο**, καθώς αυτός είναι το επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας.
- Η διαδικασία της PBL θέτει **φυσικά κίνητρα για μάθηση**, καθώς ενθαρρύνει τους μαθητές να ανταλλάσσουν απόψεις και να διαφωνούν σε ένα θέμα.
- Προωθεί την **ουσιαστική και βαθύτερη κατανόηση των πληροφοριών**.
- Στηρίζεται στην **προϋπάρχουσα γνώση**, η οποία **συνδυάζεται με τη νέα γνώση,** με αποτέλεσμα η ανάκληση των γνώσεων να είναι πιο αποτελεσματική για τον εκπαιδευόεμενο.
- Ενθαρρύνει την **ανάκληση της εκπαιδευτικής διαδικασίας**.
- Αναπτύσσει **υψηλού επιπέδου δεξιότητες μάθησης**, καθώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται το νόημα των γνώσεων που καλούνται να μάθουν.
- Υποστηρίζει τόσο την **αυτοαξιολόγηση** όσο την **ομαδική αξιολόγηση** των εκπαιδευόμενων.
- Προάγει τη **διαδικασία της έρευνας**. Η γνώση σχετίζεται με πραγματικά προβλήματα, στοιχείο που συμβάλλει στην αποβολή άχρηστων πληροφοριών που μπορούν να δημιουργήσουν σύγχυση στον εκπαιδευόμενο.

Η έρευνα αποδεικνύει πως η παρουσίαση ενός πραγματικού προβλήματος βοηθά τους εκπαδευόμενους να διατηρούν στη μνήμη τους καλύτερα την αποκτούμενη γνώση και να την ανακαλούν, όποτε είναι αναγκάιο *(Woods, 1994)*. Παράλληλα, μέσω αυτής της μεθόδου λοιπόν, οι μαθητές μπορούν να αντιμετωπιστούν ως ανεξάρτητοι, ποιοτικά παραγωγικοί και υπεύθυνοι για τη μόρφωσή τους.

2.4.5.1.4. Ο ρόλος του εκπαιδευόμενου

Η εφαρμογή της μεθόδου PBL αλλάζει το ρόλο του εκπαιδευόμενου, σε σχέση με αυτόν που είχε στην παραδοσιακή διδασκαλία μάθησης. Δεν είναι παθητικός δέκτης, αλλά παροτρύνεται να είναι ενεργός στην προσέγγιση της γνώσης και να συνεργάζεται, παρά να ανταγνωνίζεται με τα υπόλοιπα μέλη. Για αυτό το λόγο, οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να (*Phungsuk, Viryavejakul, Ratanaolarn, 2017; Abdalla, Gaffar, 2011; SavinBaden, Maggi, Howell, 2004)*:

- Γίνονται περισσότερο ανεξάρτητοι και να αυτενεργούν, σταματώντας να είναι παθητικοί δέκτες πληροφοριών.
- Συμμετέχουν σε συζητήσεις με τους συμμαθητές τους.
- Εξετάζουν όλα τα ερευνητικά ερωτήματα για την επίλυση ενός προβλήματος
- Μοιράζονται πληροφορίες που έχουν συλλέξει.
- Συνεργάζονται σεβόμενοι την συνεισφορά των υπολοίπων.
- Διαχερίζονται τις διαφορετικές πηγές πληροφορίες και να απορρίπτουν τις μη κατάλληλες.

2.4.5.1.5. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού

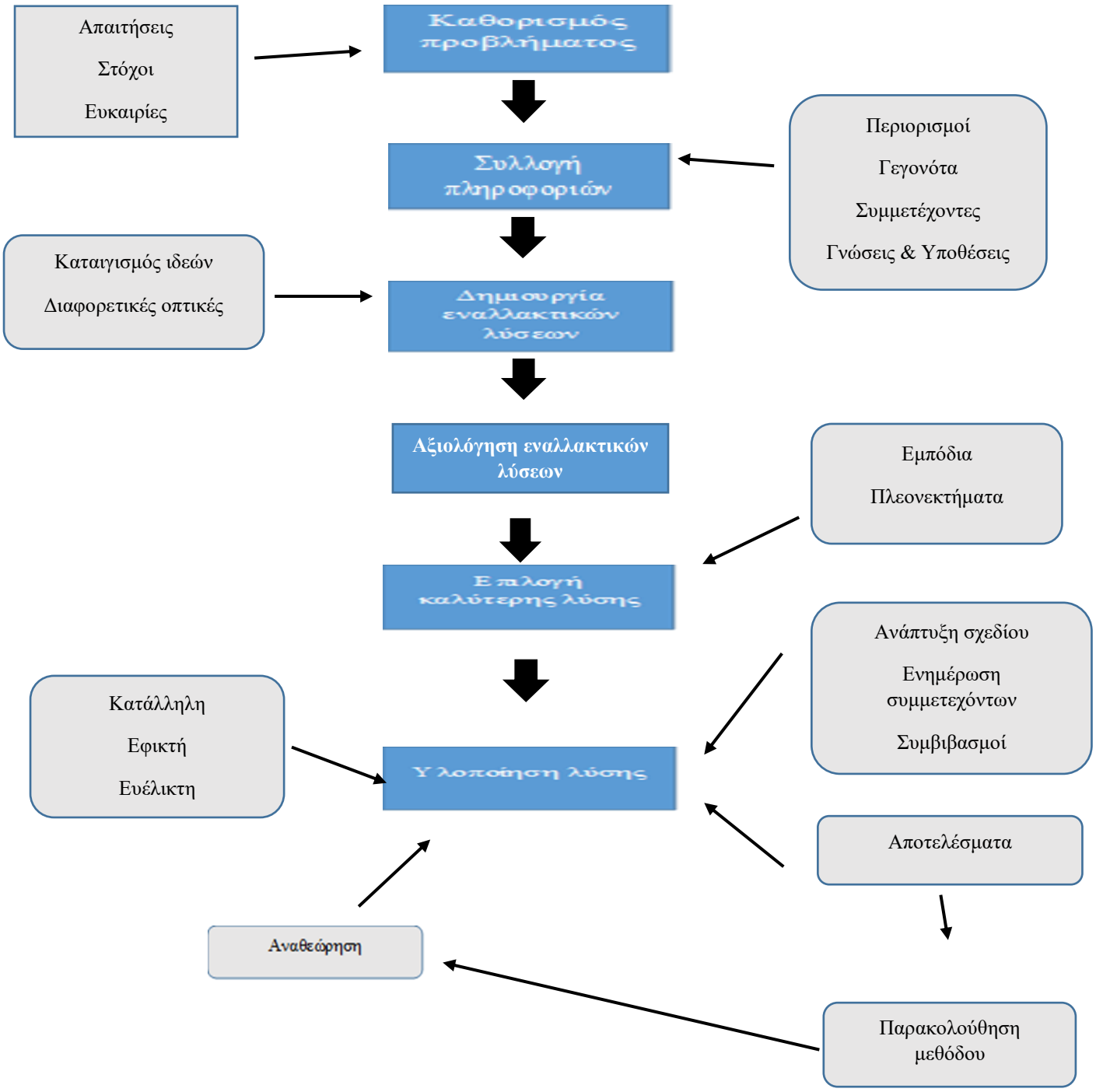
Η εφαρμογή της PBL αλλάζει τον ρόλο του εκαιδευτικού από αυτόν που ήταν σε μια παραδοσιακή διδασκαλία μάθησης. Ο εκπαιδευτικός σε ένα PBL μάθημα έχει το ρόλο του καθοδηγητή και ενθαρρύνει τους μαθητές να αναζητήσουν μόνοι τους τη γνώση και να ανακαλύψουν τις δικές τους εκπαιδευτικές ανάγκες *(Phungsuk, Viryavejakul, Ratanaolarn, 2017; Abdalla, Gaffar, 2011; Savin-Baden, Maggi, Howell, 2004; Hung, Jonassen, Liu, 2008; Barrows, 1996; Zieber, 2006; Savin-Baden, Maggi, Wilkie, 2006; Hmelo-Silver, Eberbach, 2012; Schmidt, Rotgans, Yew, 2011*). Συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτικός :

- Δημιουργεί και διαχειρίζεται το εκπαιδευτικό υλικό και θέτει θέματα προς μελέτη και αναζήτηση.
- Ενθαρρύνει τιυς μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες, όπως αυτές της κριτικής σκέψης και της επίλυσης προβλήματος.
- Μοντελοποιεί καλές στρατηγικές μάθησης, προωθώντας τα βασικά θέματα που ανακύπτουν.
- Επιτηρεί την ομαδική εργασία των μαθητών, τους καθοδηγεί και προσφέρει ανατροφοδότηση.
- Βοηθά τους εκπαιδευόμενους να κάνουν αυτοαξιολόγηση μέσα από κατάλληλες ερωτήσεις.
- Διασφαλίζει πως οι ομάδες έχουν πετύχει τους μαθησιακούς στόχους που έχουν οριστεί.
- Προτείνει εναλλακτικές λύσεις σε ομάδες που αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε ένα πρόβλημα
- Προκαλεί αρνητική δυναμικότητα στην ομάδα, ώστε να εντείνει την προσπάθεια.

2.5. Η διαδικασία της Problem based learning

Η μέθοδος PBL,όπως φάνηκε παραπάνω, μπορεί να είναι δύσκολη στην εφαρμογή της, εξαιτίας έλλειψης εκπαιδευτικών πόρων ή ανθρώπινου δυναμικού και κάποιες φορές,

να προκαλεί εκνευρισμό στους εκπαιδευόμενους που δεν είναι εξοικειωμένοι με την εφαρμογή της. Σε αντιδιαστολή με τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης**, η Problem based learning ξεκινά με ένα πρόβλημα,** οι μαθητές προσδιορίζουν τα δεδομένα γύρω από αυτό, μοιράζονται πληροφορίες με την ομάδα και επαναπροσδιορίζουν το πρόβλημα. Αυτό δημιουργεί μια ροή εργασιών, όπως φαίνεται στο σχήμα:



Όπως φαίνεται, οι στόχοι της Μάθησης Βασισμένης στο Πρόβλημα δεν μοιάζουν με αυτούς των παραδοσιακών τρόπων μάθησης. Στόχο δεν αποτελεί απλώς η εύρεση της σωστής λύσης ενός προβλήματος ή η αποστήθιση αυτού, αλλά, αυτό που έχει σημασία είναι η ίδια διαδικασία μάθησης. Με άλλα λόγια, οι μαθητές εστιάζουν την προσοχή τους στις δεξιότητες και τις απαιτήσεις που χρειάζονται για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων.

2.5.1. Problem based learning σε online περιβάλλον

Η μάθηση μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι μια σύγχρονη μέθοδο διδασκαλίας που υποστηρίζεται από τη χρήση της τεχνολογίας για την αποτελεσματικότερη συνεργασία και επικοινωνία των μαθητών. Αρχικά, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν την τεχνολογία ως πηγή γνώσης και πληροφοριών, ωστόσο, με το πέρασμα του χρόνου ξεκίνησαν να κάνουν χρήση αυτής για την ανάπτυξη συνεργατικών δεξιοτήτων *(Sulaiman, 2013)*. Η συνεργατικότητα λοιπόν, είναι ένα από τα χαρακτηριστικά της PBL, καθώς έχει τις ρίζες της στις αρχές του εποικοδομισμού. Έτσι, η εφαρμογή της Μάθησης Βασισμένης στο πρόβλημα σε online περιβάλλον σχετίζεται με την συμμετοχή των εκπαιδευόμενων σε μικρές ομάδες για την επίλυση μικρών προβλημάτων που είναι μέρος ενός μεγαλύτερου προβλήματος *(Savin-Baden, 2007).*

Για την αποσαφήνιση της PBL ως διαδικτυακής παιδαγωγική μεθόδου έχουν δημιουργηθεί ποικίλοι όροι, όπως on-line PBL, Computer mediated PBL και blended PBL. Συγκεκριμένα, στην blended PBL ή δια ζώσης διδασκαλία συνδυάζεται με τη διαδικτυακή διδασκαλία. Στην ουσία, οι εκπαιδευόμενοι συνεργάζονται για να λύσουν ένα πρόβλημα είτε σε πραγματικό χρόνο είτε ασύγχρονα, από κοινού (*Savin-Baden, 2006).* Βέβαια, ο συγχρονισμός των μελών μιας ομάδας και η ασύγχρονη επικονωνία επηρεάζονται από αντικειμενικές δυσκολίες, όπως ο βαθμός εξοικείωσης των μελών με την τεχνολογία, ο διαθέσιμος χρόνος του καθενός καθώς και τεχνικές δυσκολίες.

Έρευνες αποδεικνύουν πως η online-PBL δύναται να αναπτύξει στους μαθητές δεξιότητες επίλυσης προβλήματος, καθώς και την ικανότητα να αξιοποιούν την τεχνολογία ως πηγή πληροφοριών. Η μέθοδος αυτή έχει τη δυνατότητα να εμπλέκει την συνεργασία των εκπαιδευόμενων τόσο σε πραγματικό χρόνο, όσο ασύγχρονα, μέσω της τεχνολογίας. Παράλληλα, συμβάλει στην κατασκευή, στην συμπλήρωση και στην βελτίωση των ήδη υπάρχουσων γνώσεων στα μέλη που θα εμπλακούν στη μέθοδο αυτή *(Sulaiman, 2013)*. Καθίσταται σαφές, πως ένα online περιβάλλον μάθησης σχεδιασμένο με τη μέθοδο PBL εισάγει τους μαθητές σε δυο νέα στοιχεία μάθησης, που είναι: η μάθηση μέσα από την επίλυση προβλήματος και η μάθηση μέσα από online ομάδες.

Επιπροσθέτως,όπως αποδεικνύει η έρευνα, ένα θετικό χαρακτηριστικό της μάθησης σε ηλεκτρονικό περιβάλλον είναι πως υπάρχει μεγαλύτερο επίπεδο επίτευξης, σε σχέση με την πρόσωπο με πρόσωπο μάθηση στον τομέα της συνεργασίας. Παράλληλα, σε ένα ηλεκτρονικό περιβάλλον μάθησης, ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να ρυθμίσει την εκπαιδευτική διαδικασία με πιο αποτελεσματικό τρόπο, για παράδειγμα κάνοντας τις συζητήσεις των μελών πιο οργανωμένες *(Gürsul,Keser, 2009)*. Συνάμα, έρευνες έχουν δείξει πως οι εκπαιδευόμενοι είναι σε θέση να μεταφέρουν τις γνώσεις που είχαν

αποκτήσει μέσω ηλεκτρονικών συζητήσεων σε πραγματικές συζητήσεις, με στόχο την επίλυση προβλήματος.

Βέβαια, ο συνδυασμός τεχνολογίας και PBL αναπόφευκτα επιφέρει αλλαγές στο ρόλο του εκπαιδευτικού και των εκπαιδευομένων. Ειδικότερα, ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καθοδηγητικός, συμβουλευτικός και ελέγχει τις ομάδες για να εξετάσει την πρόοδο τους και να διευκολύνει την επικοινωνία και την συνεργασία τους. Ακόμα, ο εκπαιδευτικός καλείται να προγραμματίζει σε πραγματικό χρόνο της online συνεδριάσεις της ομάδας, ούτως ώστε να εμπλέξει τα μέλη στην συζήτηση και να κάνει αποτελεσματική την εκπαιδευτική διαδικασία. Παράλληλα, είναι σαφές πως η ύπαρξη της τεχνολογίας δεν μπορεί να αντικαταστήσει την ύπαρξη του δασκάλου, εφόσον είναι αναγκαία η ύπαρξη του σε όλη τη διαδικασία της μάθησης *(Phungsuk,Viriyavejakul, Ratanaolarn, 2017).*

Ακολούθως, παρουσιάζονται κάποιοι από τους λόγους που καθιστούν επιθυμητή την σύζευξη διαδικτύου και PBL *(Savin-Baden, 2007*):

- Θεωρείται μια **καινοτόμος διδακτική προσέγγιση** στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.
- Ο συνδυασμός της PBL με την τεχνολογία **δύναται να ενισχύσει** τόσο την **τεχνολογική** όσο την **παιδαγωγική εμπειρία** των μαθητών.
- Η χρήση της online- PBL δίνει στους μαθητές μεγαλύτερη **ευελιξία** και παράλληλα φαίνεται να είναι πιο **αποτελεσματική** σε σχέση με την πρόσωπο με πρόσωπο εκπαίδευση.
- Παροχή **περισσότερων επιλογών** στους εκπαιδευόμενους για τον **τρόπο** που θα μάθουν, το πότε, καθώς και **ενίσχυση της συνεργασίας** εκτός των πλαισίων της σχολικής τάξης.

Επομένως, το ερώτημα είναι κατά πόσο οι μαθητές της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μπορούν να ωφεληθούν από την διαδικτυακή επίλυση προβλήματος (online-PBL) συγκριτικά με την «παραδοσιακή» διδασκαλία», ούτως ώστε να ενισχύσουν τις δεξιότητες συνεργασίας και την ανάπτυξη της κριτικής – δημιουργικής σκέψης, στο πλαίσιο της εκμάθησης των Μαθηματικών.

2.5.2. Problem based learning στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Η μάθηση μέσω της επίλυσης προβλήματος έχει υιοθετηθεί πλέον από διάφορους κλάδους και εκπαιδευτικά πλαίσια, πέρα από τα όρια της κλινικής εκπαίδευσης από όπου άρχισε, για να προωθήσει την κριτική σκέψη και την επίλυση προβλημάτων. Ένας από τους κυρίαρχους λόγους που συνετέλεσαν στη διάδοσή της είναι βέβαια ο διεπιστημονικός χαρακτήρας της. Έρευνες έχουν διεξαχθεί με αντικείμενο την συγκεκριμένη μέθοδο εκπαίδευσης σε διαφορετικά περιβάλλοντα για να αποδείξουν τα αποτελέσματά της στους εκπαιδευόμενους και να αξιολογήσουν το βαθμό επιτυχίας της. Οι έρευνες αρχικά, σχετίζονταν με τις συνέπειες της συγκεκριμένης μεθόδου μέσα στο εκάστοτε πρόγραμμα σπουδών. Πλέον, οι πιο πρόσφατες εστίαζαν στον τρόπο με τον οποίο η διαδικασία που χρησιμοποιεί η PBL δύναται να συντελέσει σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα *(Elaine H.J. Yew; K. Goh, 2016).*

Ακολούθως, η αποτελεσματικότητα της Μάθησης Βασισμένης στο Πρόβλημα και η δυνατότητα να πραγματοποιεί τους επιδιωκόμενους στόχους εξετάστηκαν με επιπλέον έρευνες στον τομέα της Εκπαίδευσης *(Dochy et al., 2003; Hmelo-Silver, 2004; Newman, 2003; Barrows, 2000; Duch et al., 2001; Evenson & Hmelo, 2000; Kain, 2003; Torp & Sage, 2002)*. Οι έρευνες αυτές πιστοποίησαν πως με τον κατάλληλο εξοπλισμό και την απαραίτητη εκπαίδευση, οι εκπαιδευτικοί θα είναι σε θέση να την αξιοποιήσουν ως πολύτιμο σύμμαχο, ακόμα και στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Ένα ακόμα στοιχείο της μεθόδου PBL που έγινε εμφανές από την έρευνα είναι πως μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε πολλά αντικείμενα, όπως τα Μαθηματικά, η Μουσική και να «προσαρμοστεί» σύμφωνα με το πλαίσιο και το μαθησιακό δυναμικό. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή διδασκαλία και εξαιτίας των προβλημάτων που χρησιμοποιούνται, επιτυγχάνει να προκαλεί το ενδιαφέρον των διδασκομένων. Μια αρχική προσέγγιση της μεθόδου PBL φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πρόβλημα	Πραγματικό- ρεαλιστικό Ανεπαρκώς δομημένο πρόβλημα
Ρόλος του προβλήματος	Εστιασμένο σε τεχνικές-στρατηγικές και πληροφορίες για τη δόμηση της μαθησιακής διαδικασίας
Διαδικασία	Αναγνώριση δεδομένων, παραγωγή ιδεών, αυτενέργεια εκπαιδευόμενων, επαναξιολόγηση και στοχασμός
Ρόλος του εκπαιδευτικού	Καθοδηγητικός, συμβουλευτικός Διευκολύνει την εκπαιδευτική διαδικασία και την συνεργασία των μελών των ομάδων
Συνεργασία	Ανταλλαγή και διαπραγμάτευση απόψεων Κάθε μαθητής «φέρνει» την ιδέα του για να την εφαρμόσουν στην επίλυση του προβλήματος
Εργαλεία	Δομημένος πίνακας Πηγές πληροφοριών που έχουν βρει οι εκπαιδευόμενοι

Πίνακας 4: Τα βασικά σημεία της μεθόδου PBL

2.5.3. Problem based learning και Μαθηματικά

Η Μάθηση Βασισμένη στο Πρόβλημα αφορά ένα περιβάλλον μάθησης, στο οποίο κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζει ένα πρόβλημα και το πρόβλημα παρουσιάζεται με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε, οι μαθητές με δικές τους δυνάμεις να οδηγηθούν στην λύση του. Οι μαθητές συγκεντρώνουν πληροφορίες, εκθέτουν τις ιδέες τους και αξιολογούν τις προτεινόμενες λύσεις *(Roh, 2003)*. Σύμφωνα με την έρευνα των Stokes και Stacey, τα παιδιά είναι αναγκαίο να εξετάζουν μαθηματικά ζητήματα και να έρχονται αντιμέτωπα με ρεαλιστικά προβλήματα, με σκοπό να αναπτύξουν στρατηγική και ικανότητες που θα μπορούν να αξιοποιήσουν και στην πραγματική τους ζωή. Είναι φανερό, πως από την επίλυση τέτοιων προβλημάτων, οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν πλάνα και

πολλές φορές να επαναπροσδιορίσουν τον τρόπο σκέψης τους. Έτσι, αντιλαμβάνονται ουσιαστικά μαθηματικές έννοιες και το βασικότερο, τίθενται οι βάσεις για την μελλοντική βελτίωσή τους.

Το περιβάλλον της PBL είναι διαφορετικό από αυτό της παραδοσιακής διαδικασίας μάθησης. Συμβάλει στην ανάπτυξη δημιουργικών ιδεών, στην καλλιέργεια κριτικής σκέψης, καθώς και στην επικοινωνία των μαθητών με χρήση μαθηματικών εννοιών *(Roh, 2003)*. Από την άλλη, οι καθηγητές που εφαρμόζουν τη μέθοδο PBL στα Μαθηματικά είναι αναγκαίο να έχουν υψηλο επίπεδο γνώσεων στον τομέα αυτό, με σκοπό οι δραστηριότητες που δημιουργούν για τους μαθητές να έχουν νόημα. Παράλληλα, είναι υψίστης σημασίας να παρέχουν τα κατάλληλα κίνητρα στους μαθητές, ούτως ώστε να ασχοληθούν με την επίλυση προβλήματος *(Roh, 2003)*. Επιπροσθέτως, ένα PBL περιβάλλον παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να προσαρμόζονται σε διαφορετικές καταστάσεις, αλλά και περισσότερες ευκαιρίες να κατανοήσουν την μαθηματική διαδικασία επίλυσης που είναι συνυφασμένη με την επικοινωνία και την αναπαράσταση *(Tarmizi, Tarmizi, Lojinin, Mokhtar, 2010)*.

Ακολούθως, παρουσιάζονται κάποια αποτελέσματα ερευνών που σχετίζονται με την μέθοδο PBL και τη διδασκαλία των Μαθηματικών:

- Μαθητές που διδάσκονται με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας έχουν χαμηλότερο βαθμό επίτευξης τόσο σε τυποποιημένα προβλήματα, όσο σε ρεαλιστικά προβλήματα, συγκριτικά με μαθητές που έχουν διδαχθεί με τη PBL *(Roh, 2003)*.
- Η χρήση της PBL στο πεδίο των Μαθηματικών λειτουργεί ενισχυτικά στην καλλιέργεια της συνεργασίας μεταξύ των μελών μιας ομάδας *(Abdullah et al., 2010)*.
- Η χρήση της PBL στα Μαθηματικά βελτιώνει τη δεξιότητα κριτικής σκέψης στους μαθητές και παρέχει βαθύτερη κατανόηση και ουσιαστική γνώση. Ωστόσο, είναι αποδεκτό από τους εκπαιδευτικούς ότι η συγκεκριμένη μέθοδος απαιτεί χρόνο για την εύρεση του κατάλληλου σεναρίου που θα οδηγήσει τους μαθητές στην λύση του προβλήματος *(Ari, Katranci, 2014)*.
- Η εφαρμογή της Μάθησης Βασισμένης στο Πρόβλημα έχει θετική επίδραση στο γνωστικό και στον συναισθηματικό τομέα στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Και αυτό διότι, λειτουργεί αποτελεσματικά στην απόκτηση μόνιμης γνώσης, στην συνεργασία, στην επικοινωνία των μελών, καθώς και στην επίλυση προβλήματος *(Mustaffa et al., 2014)*.

2.6. Κριτική – Δημιουργική Σκέψη

2.6.1. Η Στρατηγική «6 Thinking Hats»

Η παρούσα εργασία χρησιμοποιεί την στρατηγική **«6 Thinking Hats/ Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα»**. Οι εκπαιδευόμενοι πρόκειται να πληροφορηθούν για αυτήν την στρατηγική στην αρχή του προγράμματος, ούτως ώστε, να γνωρίζουν το είδος σκέψης που απαιτεί κάθε φάση, σύμφωνα με το καπέλο που συναντούν. Ουσιαστικά, οπτικοποιούν με παραστατικό τρόπο την εναλλαγή μεταξύ συγκλίνουσας και αποκλίνουσας σκέψης. Το κάθε καπέλο χρησιμοποιείται για να καταστήσει σαφείς τους ρόλους που ο εκπαιδευόμενος καλείται να αναλάβει σε ατομικό ή ομαδικό επίπεδο

κατά τη διάρκεια μιας συλλογιστικής διαδικασίας, αλλά και να αντιληφθεί εις βάθος τα θέματα που προκύπτουν από τις διαφορετικές οπτικές που οι ρόλοι αυτοί περικλείουν (Kenny, 2003).

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα χρήσης της στρατηγικής αυτής, είναι ότι βοηθά τον εκπαιδευόμενο να έρθει αντιμέτωπος με ένα πράγμα κάθε φορά. Για αυτό το λόγο άλλωστε, κάθε καπέλο έχει ένα μοναδικό χρώμα: το άσπρο, το κόκκινο, το μπλε, το πράσινο, το μαύρο, το κίτρινο. Παρακάλω παρουσιάζεται η ερμηνεία κάθε καπέλου:

ΚΑΠΕΛΟ	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ
Άσπρο καπέλο	Αντικειμενικά γεγονότα
Κόκκινο καπέλο	Συναισθήματα
Μπλε καπέλο	Μειονεκτήματα, Αρνητικές πλευρές
Πράσινο καπέλο	Πλεονεκτήματα, Θετικές πλευρές
Μαύρο καπέλο	Δημιουργικές ιδέες
Κίτρινο καπέλο	Έλεγχος και διαχείριση της διαδικασίας

Πίνακας 5: 6 Thinking Hats/ Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα

Η στρατηγική αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλά περιβάλλοντα, είτε μαθησιακά είτε επιχειρησιακά, για διεργασίες όπως:

- Επίλυση προβλήματος
- Διερεύνηση μιας ιδέας
- Περαιτέρω ανάλυση μιας στρατηγικής
- Δημιουργική διαδικασία
- Σχηματισμός επιχειρηματικού πλάνου δράσης
- Ενίσχυση συλλογιστικών δεξιοτήτων μαθητών

Αξίζει να αναφερθεί πως ο De Bono έχει ορίσει μια συγκεκριμένη σειρά σύμφωνα με την χρήση. Για παράδειγμα, στην επίλυση προβλήματος, πρώτο είθισται να είναι το μπλε καπέλο. Έπειτα, δύναται να χρησιμοποιηθεί το κόκκινο, ειδικά όταν υπάρχει κάποιο έντονο συναίσθημα. Βέβαια, άλλες φορές το κόκκινο καπέλο χρησιμοποιείται μετά το τελευταίο μπλε καπέλο, με σκοπό να εκφράσει την απόδοση της σκέψης *(Edward De Bono, 1999)*.

Σε ηλεκτρονικό περιβάλλον μάθησης, ο Edward De Bono, έκανε χρήση αυτής της στρατηγικής στο λογισμικό «de bono thinkinh 24*7», όπου οι χρήστες έχουν την ευκαιρία να χρησιμοποιήσουν αυτή την στρατηγική μέσα από 17 διαφορετικές ακολουθίες. Πάραλληλα, έρευνες αποδεικνύουν ότι γίνεται χρήση αυτής της στρατηγικής σε ηλεκτρονικά περιβάλλοντα μάθησης. Για παράδειγμα, χρησιμοποιείται σε CSCL εργαλεία όπως wiki και blog για συζήτηση μεταξύ των χρηστών, βελτιώνοντας την επικοινωνία και την συνεργασία *(Porcaro, 2010)*. Επιπροσθέτως,

έχει χρησιμοποιηθεί και σε ασύχρονη επικοινωνία για την προσθήκη tags ετικετών σε συζητήσεις *(Schellens et al, 2009, 2006)*, καθώς και σε ένα μεταπτυχιακό διαδικτυακό πρόγραμμα *(Maroulis και Renshle, 2005)*. Τέλος, έχει γίνει χρήση της στρατηγικής 6 Σκεπτόμενα Καπέλα σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας για την καλλιέργεια της δημιουργικότητας *(Kwok et al., 2011).*

2.6.2. Κριτική –Δημιουργική Σκέψη και Επίλυση Προβλήματος

Οι δεξιότητες της κριτικής σκέψης αναφορικά με την επίλυση προβλήματος αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξή της. Όπως αναφέρει η Weiss *(2003)*, υπάρχουν κάποια κριτήρια για να είναι ένα πρόβλημα αποτελεσματικό και να εξασκεί τις ανώτερες δεξιότητες σκέψεις των εκπαιδευόμενων. Συγκεκριμένα, κάθε πρόβλημα πρέπει να είναι:

- ✓ **Κατάλληλο** για μαθητές και να τους φέρνει αντιμέτωπους με μια πρόκληση *(Duch, 2001).*
- ✓ **Ανεπαρκώς δομημένο**. Τα ανεπαρκώς δομημένα προβλήματα έχουν πολλές λύσεις ή μπορεί να μην έχουν καμία λύση και παράλληλα μοιάζουν με τα προβλήματα που αντιμετωπίζει κανείς στην καθημερινή του ζωή.
- ✓ **Συνεργατικό**. Ο εκπαιδευτικός είναι αναγκαίο να σχεδιάζει το πρόβλημα, ούτως ώστε η ομάδα να συνθέσει τις ιδέες όλων των συμμετεχόντων και να πάρει αποφάσεις από κοινού *(Duch et al.,2001).*
- ✓ **Αυθεντικό**. Το πρόβλημα είναι απαραίτητο να στηρίζεται στις εμπειρίες των μαθητών ή να σχετίζεται με μελλοντικά σχέδια αυτών.
- ✓ Σχεδιασμένο με σκοπό να προάγει τη **δια-βίου μάθηση** και την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση. Σε αυτή την περίπτωση, οι μαθητές θα αντιληφθούν τους λόγους που η επίλυση προβλημάτων μπορεί να τους ωφελήσει στη ζωή τους.

Τέλος, είναι αναγκαίο να επισημανθεί πως για ένα εκπαιδευτικό που δεν είναι εξοικειωμένος με τη συγκεκριμένη στρατηγική, είναι πολύπλοκος ο σχεδιασμός ενός τέτοιου προβλήματος Weiss *(2003)*. Ωστόσο, αν κάποιος ακολουθήσει τα παραπάνω κριτήρια, θα πετύχει τη δημιουργία ενός αποτελεσματικού προβλήματος που θα προάγει τις ανώτερες δεξιότητες σκέψης.

2.6.3. Online PBL (Επίλυση Προβλήματος) και Κριτική – Δημιουργική Σκέψη

Η επίλυση προβλημάτων συνδέεται άμεσα με την δημιουργική και κριτική σκέψη των μαθητών, καθώς και με τις ανώτερες δεξιότητες *(Jeremi, 2003)*. Πέραν αυτού, η κριτική σκέψη είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την επίλυση προβλημάτων *(Paul et al., 1994)*. Ως εκ τούτου, η διαδικτυακή επίλυση προβλημάτων, κάνοντας χρήση ηλεκτρονικών εργαλείων συμβάλλει στην ανάπτυξη της κριτικής και δημιουργικής σκέψης των μαθητών. Συνάμα, η έρευνα αποδεικνύει πως δραστηριότητες που εκθέτουν τους τελευταίους να χρησιμοποιούν δεξιότητες κριτικής σκέψης, όπως συζήτηση σε ομάδες στην τάξη, πειραματική ανάλυση δεδομένων και επίλυση προβλημάτων, τείνουν να τις αναπτύσσουν *(Zohar et al., 1994)*. Εν ολίγοις, φαίνεται πως τόσο η εκπαιδευτική μέθοδος PBL, όσο η online PBL συντελεί στην ανάπτυξη κριτικής και δημιουργικής σκέψης των μαθητών.

2.7. Η διδακτική των μαθηματικών στο δημοτικό

2.7.1. Διδασκαλία μαθηματικών στον 21ο αιώνα

Έρευνες αποδεικνύουν, ότι εκπαιδευτικοί που αποφάσισαν να αλλάξουν τον τρόπο διδασκαλίας των μαθηματικών και να «υποστηρίξουν» τη μάθηση μέσω διερεύνησης και πρακτικής άσκησης, πως πέτυχαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, συγκριτικά με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Μάλιστα, αναγνωρίζουν πως τα μαθηματικά αποτελούν την μεγαλύτερη πρόκληση για την εφαρμογή νέων διδακτικών προσεγγίσεων. Έως τώρα, η διδασκαλία των μαθηματικών στηρίζεται στη διεξαγωγή υπολογισμών, ενώ, είναι αποδεκτό πως πρόκειται για ένα πεδίο που πολλές φορές προκαλεί φόβο και άγχος στους εκπαιδευόμενους. Επομένως, για έναν εκπαιδευτικό αποτελεί πρόκληση το να αλλάξει την στάση των μαθητών στο συγκεκριμένο μάθημα.

Ειδικότερα, σε μια ομιλία του ο Dan Meyer διατείνεται πως *«τα Μαθηματικά είναι σαν να προωθείς ένα προϊόν σε ένα αγοραστικό κοινό που δεν το θέλει, αλλά είναι υποχρεωμένο από το νόμο να το αγοράσει».* Ο Meyer υποστηρίζει πως για να βοηθήσουν οι εκπαιδευτικοί τους μαθητές να αποκτήσουν μαθηματική σκέψη, είναι αναγκαίο να εστιάσουν λιγότερο στην υπολογιστική πλευρά των μαθηματικών και να δώσουν έμφαση στο να μπορεί ο μαθητής να αξιολογήσει ποιες πληροφορίες είναι χρήσιμες σε ένα πρόβλημα και ποιες όχι.

Είναι αλήθεια, πως ο τρόπος διδασκαλίας των μαθηματικών, όπως γίνεται στα σχολεία, δε δίνει τα απαραίτητα εφόδια, ούτως ώστε να είναι οι μαθητές σε θέση να τα εφαρμόσουν στον πραγματικό κόσμο (ρεαλιστικά μαθηματικά). Γιατί όμως η διδακτική των μαθηματικών δεν έχει τα προσδοκώμενα αποτελέσματα;

Οι λόγοι συνοψίζονται ακολούθως:

- Η έλλειψη ουσιαστικής κατανόησης του υλικού.
- Η έλλειψη πρωτοβουλίας των εκπαιδευόμενων.
- Η φοβία που έχει δημιουργηθεί για τα λεκτικά προβλήματα, τα οποία ο εκπαιδευόμενος καλείται να αποκωδικοποιείσαι και να επιλύσει.

Τα σχολικά εγχειρίδια αποτελούνται από συγκεκριμένο τύπο ασκήσεων, στον οποίο οι μαθητές έχουν μάθει να περιμένουν συγκεκριμένο τύπο απλών προβλημάτων, όπου η επίλυσή τους βασίζεται σε κάποιο τύπο ή πρόβλημα εφαρμογής της θεωρίας της ημέρας. Αυτός ο τρόπος δεν βοηθά στην ουσιαστική κατάκτηση της γνώσης. Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές αποθαρρύνονται, όταν συναντούν κάποιο πρόβλημα που δεν επιλύεται άμεσα, με γενικότερη συνέπεια να χάνουν την εμπιστοσύνη στην ικανότητα τους να επιλύουν προβλήματα. Με άλλα λόγια, η υπάρχουσα διδακτική μέθοδος δεν προωθεί την κριτική σκέψη των εκπαιδευόμενων και τη διδασκαλία της «υπομονετικής επίλυσης προβλημάτων».

Επομένως, εφόσον διανύουμε τον 21ο αιώνα, είναι αναγκαίο οι μαθητές να αποκτήσουν την ικανότητα επίλυσης πραγματικών προβλημάτων (real world problems) και να συμμετέχουν όλοι ενεργά στην επίλυση αυτών και να μην έχουν παθητική στάση στην επίλυσή τους. Πολύ περισσότερο, οι μαθητές δύναται να ανταλλάσουν απόψεις, να συλλέγουν δεδομένα και να συνδυάζουν στοιχεία για τον σχηματισμό και την επίλυση

ρεαλιστικών προβλημάτων. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου, τα σχολεία μπορούν εφαρμόσουν τα παρακάτω:

- Οι μαθητές να έχουν ενεργό ρόλο κατά τη διάρκεια επίλυσης ενός προβλήματος, να ανταλλάσουν απόψεις και να συνεργάζονται.
- Οι εκπαιδευτικοί να ενθαρρύνουν τους μαθητές να κάνουν ερωτήσεις και με τις κατάλληλες στρατηγικές να τους «εκπαιδεύσουν» στο να επιλύουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου.
- Διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης και χρήση τεχνολογικών μέσων κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας.

Καταλήγοντας, είναι αναγκαίο οι εκπαιδευτικοί να προχωρήσουν σε ένα καινούργιο, εναλλακτικό τρόπο εκπαίδευσης, πέρα από τα σχολικά βιβλία και την απομνημόνευση της ύλης. Στόχο πλέον αποτελεί το να έρθει ο μαθητής σε άμεση επαφή με το αντικείμενο μάθησης μέσα από την παρατήρηση, την συνεργασία, την εργασία.

2.7.2. Η σκοπιμότητα της ένταξης εργαλείων ψηφιακής τεχνολογίας στο μάθημα των μαθηματικών

Πριν εμπλακούμε με το πώς θα εντάξουμε την χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών στη μαθηματική εκπαίδευση, είναι ορθό να εξετάσουμε το «γιατί». Ως αφετηρία, θεωρούμε τη θέση πως η ένταξη της σύγχρονης τεχνολογίας στο εκπαιδευτικό σύστημα έχει νόημα, εφόσον ικανοποιεί κάποια πρόσθετη παιδαγωγική αξία. Σύμφωνα με τον *(Dimitrakopoulos, 2001)* πολλοί μαθητές αισθάνονται φοβία για το μάθημα των Μαθηματικών, δυσκολεύονται να κατανοήσουν αφηρημένες μαθηματικές έννοιες και δεν αντιλαμβάνονται σε τί ακριβώς μπορούν να τους χρησιμεύσουν στη ζωή τους.

Η επιστημονική γνώση στη διδασκαλία των Μαθηματικών από τη δεκαετία του ’90 έως σήμερα εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευόμενοι καλλιεργούν συνειδητή μαθηματική σκέψη, δρώντας σε ένα κοινωνικό περιβάλλον, δηλαδή όταν λειτουργούν σε συνθήκες επικοινωνίας με συμμαθητές και εκπαιδευτικούς. Άρα, όπως υποστηρίζει ο Εξαρχάκος *(1993)* για να αναπτύξουν οι μαθητές θετική στάση στις μαθηματικές δραστηριότητες είναι αναγκαίο τα μαθηματικά να ανταποκρίνονται στην σύγχρονη πραγματικότητα και να εκσυγχρονίζονται, σύμφωνα με τις νέες διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις. Είναι έντονη η ανάγκη δημιουργίας μαθησιακών περιβαλλόντων, όπου κυριαρχούν η δράση, ο διάλογος, ο πειραματισμός, η αναπαράσταση και η επιστημονική στάση απέναντι στη γνώση. Αυτό, μπορεί να επιτευχθεί με την εισαγωγή της τεχνολογίας στο πεδίο της διδακτικής των Μαθηματικών.

Η μάθηση των Μαθηματικών είναι σημαντικό να αντιμετωπίζεται από τους εκπαιδευόμενους ως μια εμπειρική, υποθετικό-παραγωγική διαδικασία, όπου στόχος είναι η δημιουργία και η ανάπτυξη προσωπικών νοημάτων μέσα από υποθέσεις, ανασκευές, συνεχείς παρατηρήσεις και ελέγχους *(Κυνηγός, 2007)*. Η αξιοποίηση λοιπόν της τεχνολογίας, ως εργαλείο ανάπτυξης ποιοτικής λογικομαθηματικής σκέψης, συνιστά πρόκληση στη διδακτική των μαθηματικών.

Ο Papert *(1991)* υποστήριζε πως η τεχνολογία στα μαθηματικά δημιουργεί ένα μαθησιακό περιβάλλον πλούσιο σε ερεθίσματα, στο οποίο ο μαθητής έχει τη

δυνατότητα ελεύθερης έκφρασης. Ακόμα οι *(Dick, Dunham Penelope & Thomas P., 1994) (Groves, 1994)* θεωρούν πως οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τις μαθηματικές έννοιες με την κατάλληλη χρήση της τεχνολογίας. Και αυτό γιατί, ένα δυναμικό ψηφιακό περιβάλλον, το οποίο μπορεί να προσαρμόζεται στις ιδιαιτερότητες του κάθε μαθητή, «ωθεί» τον εκπαιδευόμενο στην ανακάλυψη της γνώσης.

Συνοψίζοντας, ένα εκπαιδευτικό λογισμικό για τη διδακτική των μαθηματικών, δύναται να στοχεύει:

- ✓ Στην έκφραση μαθηματικών ιδεών και νοημάτων.
- ✓ Στην ύπαρξη πολλαπλών διασυνδεόμενων αναπαραστάσεων.
- ✓ Στη διερεύνηση και τον πειραματισμό.
- ✓ Στην υποστήριξη της συνεργατικής μάθησης και επικοινωνίας.
- ✓ Το σύστημα της πραξιακής αναπαράστασης, όπου η γνώση σχετίζεται με την κίνηση και τη δεξιότητα που προέρχεται από την άμεση επαφή του ατόμου με τα πράγματα.
- ✓ Το σύστημα της εικονικής αναπαράστασης, όπου οι γνώσεις αναπαρίστανται μέσω εσωτερικών πνευματικών εικόνων.
- ✓ Το σύστημα της συμβολικής αναπαράστασης, στο οποίο οι γνώσεις παρουσιάζονται με σύμβολα.

2.8. Η έννοια της Διεπιστημονικής προσέγγισης

Η έννοια της *διεπιστημονικής προσέγγισης* προέρχεται από τις προσπάθειες του *Dewey (1933, 1997)* να βοηθήσει τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Βασικό στόχο αυτής αποτελεί η επεξεργασία σύνθετων θεμάτων από τους μαθητές, τα οποία προκύπτουν από ποικίλους επιστημονικούς κλάδους, κάνοντας χρήση παράλληλα μιας ορισμένης εκπαιδευτικής μεθοδολογίας. Διεπιστημονικότητα λοιπόν, είναι ο συνδυασμός δύο ή και περισσότερων κλάδων επιστημονικής γνώσης σε μια δραστηριότητα.

Ένα από τα πλεονεκτήματα της διεπιστημονικής προσέγγισης είναι ότι διατηρεί διακριτά τα όρια μεταξύ των γνωστικών πεδίων που διδάσκονται οι μαθητές. Κατά αυτόν τον τρόπο, δε δημιουργείται σύγχυση σε αυτούς και κατανοούν το μάθημα που διδάσκονται, σε αντίθεση με τη διαθεματική προσέγγιση. Επιπλέον, αυτή η προσέγγιση, σύμφωνα με τους Mathison και Freeman *(1998)* συντελεί στην καλλιέργεια δεξιοτήτων των εκπαιδευόμενων, όπως η δεξιότητα επεξεργασίας και κατανόησης αφηρημένων εννοιών, η καλλιέργεια συνεργατικού πνεύματος, η σύνδεση προβλημάτων με την πραγματική ζωή και η εκδίπλωση μεταγνωστικών ικανοτήτων. Παράλληλα, οι υποστηρικτές της διεπιστημονικής προσέγγισης υποστηρίζουν πως η κατάτμηση της γνώσης, που προέρχεται από το διαχωρισμό της ύλης σε διακριτά γνωστικά πεδία, δεν διευκολύνει τους μαθητές να συνδέσουν τους συγγενείς επιστημονικούς κλάδους. Βέβαια, κατά αυτόν τρόπο διδασκαλίας αποξενώνεται η γνώση από περιστάσεις της καθημερινής ζωής.

Από την άλλη, σύμφωνα με τον Piaget *(1935)* και τον Beane *(1997)* δεν είναι βέβαιο κατά πόσο η αξιοποίηση της διεπιστημονικής προσέγγισης σε μικρές ηλικίες είναι χρήσιμη, καθώς τα παιδιά βρίσκονται σε πρώιμα στάδια γνωστικής ανάπτυξης και δεν

έχουν ισχυροποιηθεί ακόμα οι νέες γνωστικές κατακτήσεις, οι παραστάσεις που αφορούν και τα γνωρίσματα της σκέψης. Ένα άλλο μειονέκτημα της προσέγγισης αυτής, είναι ότι η ένταξη της στην εκπαιδευτική διαδικασία προϋποθέτει τον κατάλληλο υλικοτεχνικό εξοπλισμό, χρόνο καθώς και την κατάρτιση του εκπαιδευτικού προσωπικού *(Βουδρισλής- Αυγερινού, 2004)*.

Στη διεπιστημονική διδασκαλία, διδάσκονται στενά συνδεδεμένες έννοιες από δύο ή περισσότερα γνωστικά αντικείμενα, με στόχο τη βαθύτερη κατανόηση της γνώσης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων. Άλλωστε, τα τελευταία χρόνια πολλές μελέτες προτείνουν την ενοποίηση Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, προτείνοντας ποικίλες τεχνικές για την επίτευξη αυτής της ενοποίησης. Μια τέτοια τεχνική διδασκαλίας και μάθησης που δύναται να αξιοποιηθεί είναι η Επίλυση Προβλήματος, που θα μας απασχολήσει στην παρούσα εργασία.

2.8.1. Διεπιστημονική προσέγγιση και Μαθηματικά

Η διεπιστημονική προσέγγιση σχετίζεται με μια μέθοδο μάθησης, η οποία εξετάζει ένα θέμα/ πρόβλημα, συνδυάζοντας τη γνώση από πολλούς επιστημονικούς κλάδους *(Osman, 2013)*. Σχετίζεται βέβαια με επιστημονικά αντικείμενα που μπορούν να συνυπάρξουν και να αλληλεπιδράσουν. Για παράδειγμα, έννοιες των Μαθηματικών μπορούν να διδαχθούν και να χρησιμοποιηθούν στη Μουσική, τη Φυσική, τη Γλώσσα και αντιστρόφως.

Μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης της μάθησης, οι εκπαιδευόεμενοι δύναται να κατανοήσουν έννοιες που είναι υπό μελέτη σε βάθος, να τις συσχετίσουν μεταξύ τους και να αναπτύξουν κριτική σκέψη. Έτσι, είναι σαφές ότι μπορούν να αντιληφθούν την σύνδεση πραγμάτων και εννοιών που έως σήμερα δεν είχαν καμιά σύνδεση. Ως απόρροια αυτού, όταν βρεθούν αντιμέτωποι με ένα πρόβλημα της πραγματικής ζωής θα είναι σε θέση να σκεφτούν πολλαπλές λύσεις για την επίλυση αυτού *(Ivanitskaya, 2002)*. Τέλος, το αντικείμενο των Μαθηματικών μπορεί να συσχετιστεί με ένα ευρύ φάσμα επιστημών. Η κατανόηση αυτού του γνωστικού πεδίου μέσω προβλημάτων της πραγματικής ζωής φαίνεται από έρευνες να αναπτύσσει δεξιότητες στους μαθητές και και η διδασκαλία γίνεται πιο ουσιαστική. Άλλωστε, σε αυτήν την περίπτωση οι μαθητές δεν είναι παθητικοί δέκτες της μάθησης, αλλά κατασκευάζουν τη γνώση μέσω βιωματικών παραδειγμάτων και προβλημάτων *(Foss, 1998*).

2.9. Εργαλεία Web 2.0. τεχνολογίας

Είναι γεγονός, πως η ανάγκη του ανθρώπου για επικοινωνία είναι έμφυτη και ξεκινά από τα πρώτα στάδια της ζωής του. Αυτό, σε συδυασμό με την ταχύτατη ανάπτυξη της τεχνολογίας συντέλεσαν στην αύξηση χρήσης του διαδικτύου, του ηλεκτρονικού υπολογιστή και γενικά των κοινωνικών δικτύων. Τα κοινωνικά δίκτυα αναπτύχθηκαν από την μετάβαση του Web 1.0. σε Web 2.0., όπου οι χρήστες πλέον δεν επισκέπτονται απλά σελίδες, αλλά έχουν τη δυνατότητα να συμμετέχουν ενεργά στην παραγωγική διαδικασία. Θεωρούμε βέβαια ως αφετηρία ότι η ένταξη χρήσης εργαλείων στο εκπαιδευτικό μας σύστημα έχει ουσία όταν εξυπηρετεί κάποια πρόσθετη παιδαγωγική αξία.

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, δηλαδή οι εφαρμογές του Web 2.0. εμφανίζουν ραγδαία εξάπλωση, καθώς επιτρέπουν τη συνεργασία, την αλληλεπίδραση και τον διαμοιρασμό περιεχομένου μεταξύ των μελών μια διαδικτυακής κοινότητας *(Thongmak, 2013)*. Άλλωστε, έρευνες αποδεικνύουν πως η αξιοποίηση των ΤΠΕ στα Μαθηματικά, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο να αναπτύξουν οι μαθητές συνειδητή μαθηματική σκέψη λειτουργώντας σε ένα κοινωνικό περιβάλλον, δηλαδή όταν δρουν σε περιστάσεις επικοινωνίας με εκπαιδευτικούς και συμμαθητές. Καθίσταται σαφές ότι για τη διδακτική των Μαθηματικών είναι αναγκαία η δημιουργία μαθησιακών περιβαλλόντων, όπου κυριαρχούν η δράση, ο διάλογος, η αναπαράσταση, η συνεργασία, ο πειραματισμός και η επιστημονική στάση απέναντι στη γνώση. Έτσι, η ψηφιακή τεχνολογία δύναται να αξιοποιηθεί ακριβώς για αυτό το λόγο, μέσω ειδικών σχεδιασμένων εκφραστικών εργαλείων *(Χρονάκη, 2000, Ματσαγγούρας, 1987, Κουτσελίνη & Θεοφιλίδης, 2002)*. Με τον όρο «εκφραστικά εργαλεία» εννοούμε εργαλεία που είναι σχεδιασμένα, με σκοπό οι μαθητές να μπορούν να αναλύουν και να συσχετίζουν δεδομένα, να πειραματίζονται και να αλληλεπιδρούν με τα υπόλοιπα μέλη τροποποιώντας την συμπεριφορά τους.

Τέλος, με σκοπό να μην είναι η προσέγγιση στη διδακτική των Μαθηματικών τεχνο-κεντρική ή διαφορετικά εργαλειο-κεντρική, αλλά και να αποφευχθούν ζητήματα που αναδύονται από την άκριτη χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, έχουν δημιουργηθεί περιβάλλοντα ασφαλούς κοινωνικής δικτύωσης για εκπαιδευτική χρήση. Ένα τέτοιο εργαλείο, είναι το **Edmodo**, του οποίου οι δυνατότητες αξιοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία.

Εικόνα 1: Εργαλεία Web 2.0. τεχνολογίας

2.9.1. Το κοινωνικό λογισμικό και η διδακτική του αξιοποίηση

Ο όρος κοινωνικό λογισμικό αναφέρεται σε μια σειρά από προγράμματα λογισμικού που συνδέονται με το διαδίκτυο και προωθούν την συνεργασία και την επικοινωνία μεταξύ των μελών, αλλά και το διαμοιρασμού υλικού και την επεξεργασία δεδομένων (web 2.0. εργαλεία). Τις τελευταίες δεκαετίες λοιπόν, το διαδίκτυο μέσω των προγραμμάτων κοινωνικού λογισμικού, αποτελεί χώρο, όπου πέρα από την πρόσβαση στην πληροφορία και τη γνώση, αυξάνει τη διάδραση του χρήστη με το περιεχόμενο και εντείνει την κοινωνική αλληλεπίδραση των χρηστών, για παράδειγμα μέσω forums ή chat rooms. Οι εξελίξεις βέβαια αυτές αποτελούν αφορμή για την αξιοποίηση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση, με στόχο την αύξηση εμπλοκής των μαθητών σε δεξιότητες που προϋποθέτουν διερεύνηση, πειραματισμό και συνεργασία.

Καθίσταται εμφανές πως η αξιοποίηση ενός κοινωνικού λογισμικού μπορεί να επιφέρει θετικά αποτελέσματα στην εκπαιδευτική διαδικασία, λειτουργώντας συμπληρωματικά με τη δια ζώσης διδασκαλία. Λόγου χάριν, στο πλαίσιο της διδακτικής των Μαθηματικών, κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων ενός σεναρίου, ο εκπαιδευτικός είναι χρήσιμο να αξιοποιεί σχετικές εφαρμογές (π.χ.wikis, edmodo, forums) που προωθούν την συμμετοχικότητα και την ενεργή μάθηση των εκπαιδευομένων εκτός τάξης. Τέλος, ένα παράδειγμα δύναται να είναι η δημιουργία μιας ψηφιακής κοινότητας τάξης, που θα ενισχύει την συνεργασία των μαθητών, την ενεργοποίηση της κριτικής σκέψης, αλλά και τη συλλογική επεξεργασία των δεδομένων ενός προβλήματος προς επίλυση αυτού, που δίνονται ως συνέχεια ή αποτελούν μέρος των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται στην τάξη.

2.9.2. Γενική επισκόπηση του Edmodo

Εικόνα 2: Λογότυπο του Edmodo

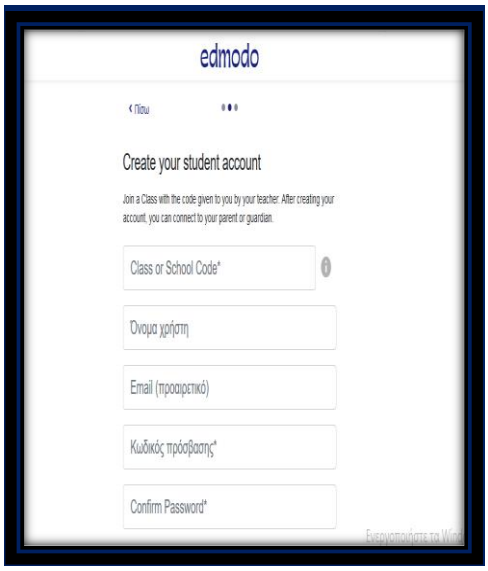
Έρευνες πιστοποιούν πως η αξιοποίηση των Web 2.0. τεχνολογιών κάνουν ευκολότερη την επικοινωνία μεταξύ των μελών, ωστόσο, δεν πρέπει να λησμονούμε την αναγκαιότητα ασφάλειας των προσωπικών δεδομένων των μαθητών, όταν κάνουν χρήση τέτοιου είδους τεχνολογικών εργαλείων. Το Edmodo λοπόν, μπορεί να αποτελέσει ένα ασφαλές μέσο κοινωνικής δικτύωσης και ηλεκτρονικής μάθησης για εκπαιδευτικούς και εκπαιδευόμενους, διότι επιτρέπει τη δημιουργία ηλεκτρονικών τάξεων και και την συμμετοχή τους σε ηλεκτρονικές κοινότητες διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων *(Holland & Muilenburg, 2011)*.

Ειδικότερα, το Edmodo, που δημιουργήθηκε από τους Nick Borg, Jeff O'Hara και Crystal Hutter το 2008, αποτελεί ένα παγκόσμιο ασφαλές μέσο κοινωνικής δικτύωσης και ηλεκτρονικής μάθησης για εκπαιδευτικούς και μαθητές. Συνάμα, αποτελεί φυσική εξέλιξη του τρόπου με τον οποίο μαθαίνουν οι μαθητές που είναι εξοικειωμένοι με εργαλεία κοινωνικής δικτύωσης του Web 2.0. (π.χ. Facebook, Twitter). Είναι απαραίτητο να αναφερθεί, πως το συγκεκριμένο εργαλείο παρέχει ασφάλεια, καθώς παρέχεται σε μια «κλειστή ομάδα χρηστών», όπου εκπαιδευτικοί, μαθητές αλλά και γονείς είναι σε θέση να αλληλεπιδρούν σχηματίζοντας μια κοινότητα μάθησης. Παράλληλα, κυρίαρχο στόχο δεν αποτελεί η κοινωνικοποίηση αλλά η προώθηση της εκπαιδευτικής κοινότητας *(Holland & Muilenburg, 2011)*. Κατά αυτόν τον τρόπο, χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως η κοινόχρηστη βιβλιοθήκη, το ημερολόγιο, η ανάρτηση εργασιών και σχολίων, η ανάρτηση πολυμεσικών στοιχείων και η ανάρτηση ψηφοφορίας, μαθητές και εκπαιδευτικοί εμπλέκονται σε μια διαδικασία μάθησης μέσα και έξω από την τάξη.

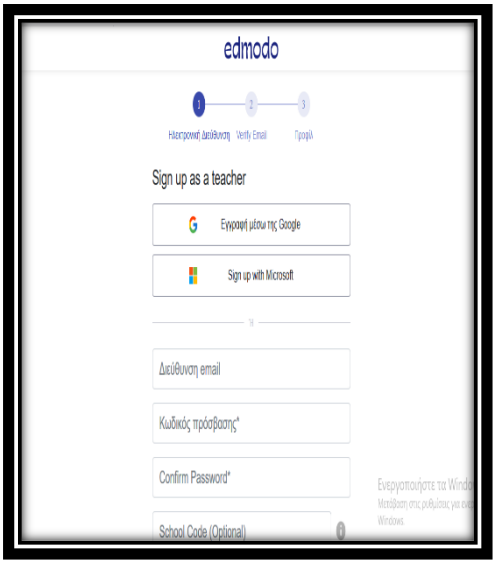
Η ηλεκτρονική πλατφόρμα του Edmodo συγκαταλέγεται στα συστήματα διαχείρισης της μάθησης (Learning Management Systems-LMS), τα οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι εκπαιδευτικοί για να σχεδιάσουν online μαθήματα. Η διαδικασία για την εγγραφή στην πλατφόρμα είναι απλή για εκπαιδευτικούς και για εκπαιδευόμενους. Στη συνέχεια, για να εγγραφεί κάθε μαθητής στην πλατφόρμα χρειάζεται να χρησιμοποιήσει ένα κωδικό που του έχει δοθεί από τον εκπαιδευτικό. Κάθε μάθημα έχει έναν μοναδικό κωδικό και έτσι, αποκλείεται και η πρόσβαση σε οποιονδήποτε εκτός κοινότητας *(Σωτηρούδας Β., 2014)*.

Εικόνα 3: Εγγραφή στην πλατφόρμα του Edmodo

Είναι εμφανές πως το διαδικτυακό περιβάλλον πλοήγησης ομοιάζει με το αντίστοιχο του Facebook, στοιχείο που το καθιστά προσφιλές στους μαθητές. Η ευχρηστία του το καθιστά οικείο προς χρήση από εκπαιδευτικούς και μαθητές, ενώ η ασφάλεια στον τρόπο διαχείρισης πληροφοριών εξασφαλίζεται παρέχοντας στον κάθε χρήστη ξεχωριστό όνομα και κωδικό για πρόσβαση σε αυτό.



Κάνω εγγραφή για μαθητές



Κάνω εγγραφή για εκπαιδευτικούς

Αναφορικά με τα πλεονεκτήματα χρήσης του Edomodo, παρουσιάζονται παρακάτω:

- Τα μέλη συνεργάζονται μεταξύ τους ανταλλάσσοντας υλικό και πληροφορίες.
- Τα μέλη εκφράζουν τις απόψεις τους και εξερευνούν πληροφορίες, μέσω πολυμεσικού υλικού.

- Τα μέλη έχουν τη δυνατότητα να παράγουν γνώση παραδίδοντας μέσω ανάρτησης τα δικά τους projects, τις δικές τους εργασίες.
- Τα μέλη έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους και με τον εκπαιδευτικό εκτός τάξης.
- Στο συγκεκριμένο λογισμικό δεν υπάρχουν διαφημίσεις, στοιχείο που το καθιστά ασφαλές για τους μαθητές.
- Οι εκπαιδευτικοί είναι σε θέση να οργανώσουν τη διδασκαλία τους και να αποκτήσουν επιπλέον διδακτικό περιεχόμενο, είτε δωρεάν είτε επί πληρωμή.
- Οι μαθητές μπορούν να υποβάλλουν τις εργασίες τους στο ηλεκτρονικό περιβάλλλον του Edmodo και να απαντούν σε κουίζ, λαμβάνοντας την κατάλληλη ανατροφοδότηση από τον εκπαιδευτικό.
- Κάθε μαθητής μπορεί να έχει το δικό του προσωπικό φάκελο (e-portofolio), όπου ο εκπαιδευτικός αλλά και ο ίδιος θα είναι σε θέση να ελέγχει την πρόοδό του.

Ωστόσο, ένα από τα μειονεκτήματα του Edmodo είναι το γεγονός πως δεν επιτρέπει την εξατομικευμένη επικοινωνία ανάμεσα στα μέλη, αλλά μόνο την επικοινωνία με τον εκπαιδευτικό ή ολόκληρη την ομάδα. Ωστόσο, η έρευνα πιστοποιεί πως το συγκεκριμένο λογισμικό παρέχει τα απαραίτητα κίνητρα για την ανάπτυξη και την ικανοποίηση επικοινωνιακών ικανοτήτων *(Holland & Muilenburg, 2011*).

Συνοψίζοντας, η ομοιότητα του περιβάλλοντος του Edmodo με την αντίστοιχη του Facebook δημιουργεί οικεία συναισθήματα στα μέλη αυτού, καθιστώντας το περιβάλλον άμεσης αλληλεπίδρασης με τους χρήστες. Αναφορικά με την σχεδίασή του μπορούμε να ισχυριστούμε πως χαρακτηρίζεται από φυσιολογικό σχεδιασμό, χωρίς να αποσπά την προσοχή των μελών. Παράλληλα, χρήστες κάθε ηλικίας μπορούν να περιηγηθούν σε αυτό, διότι είναι δομικά οργανωμένο. Τέλος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κοινοποίηση περιεχομένου, τη διαχείριση εργασιών και τη διεξαγωγή κουίζ, καθιστώντας ελκυστικές τις μαθησιακές δραστηριότητες μαθητών και εκπαιδευτικών.

2.10. Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήθηκε εννοιολογική αποσαφήνιση των όρων που εκπληρώνονται στην έρευνα. Παρουσιάστηκαν κάποιες από τις σημαντικότερες θεωρίες μάθησης, αλλά και οι σκοποί της διδακτικής των Μαθηματικών στο δημοτικό σχολείο, τονίζοντας συνάμα τη σημασία ένταξης ψηφιακών εργαλείων για την εκμάθησή τους. Παράλληλα, έγινε λόγος για τη διεπιστημονική προσέγγιση, δίνοντας έμφαση στη διδασκαλία STEM, στο πλαίσιο της εκμάθησης του γνωστικού πεδίο των Μαθηματικών. Επιπροσθέτως, έγινε αναφορά σε μεθόδους διδασκαλίας που σχετίζονται με το STEAM και επιλέχθηκε για την παρούσα εργασία η Μάθηση Βασισμένη στο Πρόβλημα (Problem-Based Learning). Ειδικότερα, προσδιορίστηκε μέσα από τη βιβλιογραφία το περιεχόμενο της PBL, οι θεωρητικές της αρχές, κάποια χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα, καθώς και μοντέλα ροής δραστηριοτήτων αυτής της μεθόδου. Συνάμα, γίνεται λόγος για την εφαρμογή της σε ένα on-line περιβάλλον και για την καταλληλότητά της για τη διδασκαλία των Μαθηματικών. Βέβαια, είναι αναγκαίο να αναφερθεί πως η Μάθηση Βασισμένη στο Πρόβλημα θα υποστηριχθεί από τις στρατηγική «6 Thinking Hats», καθώς στόχο εκπαιδευτικού προγράμματος

αποτελεί η καλλιέργεια της κριτικής/δημιουργικής σκέψης των εκπαιδευομένων. Τέλος, παρουσιάστηκε η σημασία ένταξη εργαλείων Web 2.0. τεχνολογίας σε ένα PBL περιβάλλον μάθησης, με στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος σε μαθητές της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^{Ο} - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1. Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται ενδελεχώς η μεθοδολογία της έρευνας και ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός της παρέμβασης. Καταρχάς, προσδιορίζονται οι ορισμοί των κύριων όρων που αποτελούν τις μεταβλητές της έρευνας και τίθενται τα ερευνητικά ερωτήματα. Στην συνέχεια, αναλύεται το είδος της ερευνητικής προσέγγισης που επιλέχθηκε, γνωστοποιείται η μεθοδολογική προσέγγιση και ορίζεται το δείγμα για την ακόλουθη έρευνα.

Ακολούθως, αναλύεται λεπτομερώς η ενορχήστρωση, όσων αναφέρθηκαν παραπάνω, στο ερευνητικό περιβάλλον και η ροή εργασίας που λαμβάνει χώρα κατά την είσοδο του χρήστη σε αυτό. Περιγράφονται οι βασικές αποφάσεις σχεδιασμού της ιστοσελίδας, τα εργαλεία που αυτή διαθέτει, αλλά και η διαδικασία συλλογής δεδομένων.

Τέλος, γίνεται λόγος για το εκπαιδευτικό πλαίσιο υλοποίησης της παρέμβασης, καθώς και τις αναγκαίες οργανωτικές προσαρμογές που έγιναν στο πρόγραμμα.

3.2. Στόχος της ερευνητικής προσέγγισης

Η διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο τη διδασκαλία και την εκμάθηση των Μαθηματικών, μέσω της εξοικείωσης των εκπαιδευόμενων σε ένα ηλεκτρονικό περιβάλλον μάθησης(Computer Supported Collaborative Learning), στο οποίο κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζει η διεπιστημονική προσέγγιση. Άλλωστε, η εκμάθηση του συγκεκριμένου γνωστικού αντικειμένου προϋποθέτει την ενεργή συμμετοχή του μαθητή και δύναται να στοχεύει στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης αυτού. Με άλλα λόγια, στόχο αποτελεί η ανάπτυξη της κριτικής-δημιουργικής σκέψης των εκπαιδευόμενων, μέσω της μεθόδου επίλυσης προβλήματος που επιτρέπει σε αυτούς να μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν. Τέλος, κρίνεται αναγκαίο να αναφερθεί πως η μάθηση μέσω της επίλυσης προβλήματος οδηγεί τους μαθητές σε ανάπτυξη δεξιοτήτων που τους καθιστά ικανούς να αντιμετωπίζουν ευκολότερα τα προβλήματα του περιβάλλοντός τους.

3.3. Ορισμοί των ερευνητικών μεταβλητών

Ακολούθως, παρουσιάζονται οι εννοιολογικοί και λειτουργικοί ορισμοί των όρων της έρευνας:

- Διεπιστημονική προσέγγιση
- Δημιουργικότητα

3.3.1. Εννοιολογικοί ορισμοί των ερευνητικών μεταβλητών

Οι κύριες μεταβλητές που εξετάζονται στο πλάισιο της συγκεκριμένης ερευνητικής εργασίας και προκύπτουν από τα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται ορίζονται ως εξής:

- ✓ **Διεπιστημονική προσέγγιση (Interdisciplinary learning) & Μαθηματικά**
  Η διεπιστημονική προσέγγιση ορίζεται ως μια μέθοδος μάθησης, η οποία εξετάζει την από κοινού μελέτη εννοιών από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους *(Osman, 2013)*. Έτσι, έννοιες από τη Φυσική θα μπορούσε να χρησιμοποιηθούν και στα Μαθηματικά, τη Χημεία, τη Βιολογία ή αντιστρόφως. Άρα, καθίσταται κατανοητό ότι αφορά κυρίως κλάδους που μπορούν να συνυπάρξουν και να ασκήσει επιρροή ο ένας στον άλλον.
  Στη διεπιστημονική προσέγγιση λοιπόν, η γνώση αντιμετωπίζεται ως ενιαία ολότητα και όχι αποσπασματικά και συνάμα, συνδέεται με την ίδια τη ζωή. Έτσι, μέσω αυτής της προσέγγισης οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν κριτική σκέψη και ταυτόχρονα μαθαίνουν να συνδέουν έννοιες και καταστάσεις, που προηγουμένως δεν είχαν καμιά σύνδεση. Με άλλα λόγια, η διεπιστημονικότητα, τους οδηγεί σε μια ολιστική προσέγγιση της γνώσης και ταυτόχρονα μέσα από μια βιωματική διαδικασία «εκπαιδεύονται» στο να οικοδομούν τη γνώση.
  Τέλος, ο κλάδος των Μαθηματικών είναι εφικτό να συσχετιστεί με όλο το φάσμα των Φυσικών επιστημών. Εξάλλου, η κατανόηση μαθηματικών εννοιών καλλιεργεί γνώσεις και αναπτύσσει δεξιότητες στους μαθητές και η διδασκαλία γίνεται περισσότερο αποτελεσματική.
- ✓ **Δημιουργικότητα**

Καταρχάς, είναι δύσκολο να ορίσουμε με ακρίβεια την έννοια της «Δημιουργικότητας», διότι υπάρχει ένα εύρος από πιθανές απαντήσεις και δυνατούς ορισμούς. Εν ολίγοις, η δημιουργικότητα μπορεί να οριστεί ως ο συνδυασμός της ατομικής συμβολής, της διαδικασίας και των συνθηκών του περιβάλλοντος, με σκοπό ένα άτομο ή ένα σύνολο ατόμων, να παράγει ένα προϊόν που είναι χρήσιμο σε ένα κοινωνικό πλαίσιο *(Plucker, 2004 στο Kaufman, Plucker, & Russell, 2012)*. Παράλληλα, όπως αναφέρει ο Cropley *(2006)*, η δημιουργικότητα έχει άμεση συνάφεια με την αποκλίνουσα σκέψη, καθώς συνδέεται με την παραγωγή πολλαπλών, εναλλακτικών λύσεων, που προκύπτουν από την ανάλυση και σύνθεση ορισμένων πληροφοριών. Επιπροσθέτως, ο Herrmann *(1995)* τονίζει πως η διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος με δημιουργικό τρόπο, προβλέπει την επινόηση πολλαπλών πρωτότυπων λύσεων για το πρόβλημα και ουσιαστικά, τη μετάβαση από την αποκλίνουσα στην συγκλίνουσα σκέψη, καθώς το εύρος των λύσεων περιορίζεται σταδιακά για να επιλεγεί η κατάλληλη λύση για το πρόβλημα.

3.3.2. Λειτουργικοί ορισμοί των ερευνητικών μεταβλητών

Για την ουσιαστικότερη διερεύνηση των ερευνητικών ερωτημάτων έγινε προσπάθεια απόδοσης λειτουργικών ορισμών στις εξεταζόμενες μεταβλητές:

- ✓ **Διεπιστημονική προσέγγιση (Interdisciplinary learning) & Μαθηματικά**
  Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας η διεπιστημονική προσέγγιση συνδέται με τη μεθοδολογία STEM και διερευνάται το αν και κατά πόσο το γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών,το οποίο βρίσκεται στο τέλος του ακρωνυμίου STEM, μπορεί να λειτουργήσει ως συνδετικός κρίκος μεταξύ των υπόλοιπων τριών πυλώνων. Αυτό θα επιχειρηθεί μέσω της δημιουργίας

ενός σχεδίου μαθήματος που εκπληρώνει ευρύτερους, διεπιστημονικούς σκοπούς, ούτως ώστε, να εκπληρώνεται και η ανάγκη προετοιμασίας των εκπαιδευόμενων στις απαιτήσεις του σύγχρονου κόσμου και η καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα.

Συνεπώς, στην παρούσα έρευνα η διεπιστημονική προσέγγιση συνδέεται με το μοντέλο της επίλυσης προβλήματος και τη στρατηγική «6 Thinking Hats» για την ανάπτυξης της κριτικής/δημιουργικής σκέψης. Οι δεξιότητες STEM σχετίζονται με την ικανότητα των εκπαιδευόμενων να:

- Εξερευνούν και να εκτελούν πειράματα για την κατανόηση του κόσμου, δηλαδή την ικανότητα αξιοποίησης της επιστημονικής γνώσης για την κατανόηση του φυσικού κόσμου (Science skills).
- Χρησιμοποιούν την τεχνολογία, κατανοώντας την εξέλιξη αυτής και πώς επηρεάζει τον κόσμο (Technological skills).
- Κατασκευάζουν εργαλεία από υλικά, αντιλαμβανόμενοι πως οι τεχνολογίες αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού (Engineering skills).
- Εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν δεδομένα, να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις (Mathematical skills).

✓ **<u>Δημιουργικότητα</u>**

Η αποτίμηση της δημιουργικότητας στη συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση προκύπτει από τη σύνδεση αυτής με τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος και βασίζεται σε κάποιους παράγοντες που αναπτύσσουν τη δημιουργική σκέψη. Κάποια στοιχεία επομένως, που συντελούν στην καλλιέργεια τέτοιων συλλογιστικών προτύπων και οδηγούν στην ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης είναι τα ακόλουθα *(Guilford, 1950·Herrmann, 1995·Bozic, 2002·Kaufman et al., 2012*) :

- Ενεργοποίηση φαντασίας.
- Αίσθημα αυτοπεποίθησης.
- Πειραματισμός αναφορικά με το παραγόμενο προϊον.
- Εφαρμογή στην πράξη του προϊόντος.
- Ενίσχυση επικοινωνίας με άλλους

Τέλος, από τους παραπάνω ορισμούς προκύπτουν τα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

3.4. Ερευνητικά ερωτήματα

Αξιοποιώντας το μοντέλο μάθησης μέσω επίλυσης προβλήματος (PBL) σε συνδυασμό με τα βήματα καλλιέργειας δεξιοτήτων STEM, κάνοντας χρήση παράλληλα της στρατηγικής «6 Thinking Hats» διαμορφώθηκαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

<u>Ερευνητικό ερώτημα RQ1</u>:

Η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά

υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μπορεί να ενισχύσει τις **δεξιότητες STEM** των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή:

- **RQ1.1**.Την ικανότητα να εξερευνούν, να υποθέτουν για να λύνουν προβλήματα. Με άλλα λόγια, την ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης και διαδικασιών για την κατανόηση του φυσικού κόσμου **(Science skills)**.
- **RQ1.2**.Την ικανότητα να αξιοποιούν την τεχνολογία για να επιλύουν προβλήματα **(Tecgnological skills)**.
- **R.Q.1.3**.Την ικανότητα να προσανατολίζονται στο χώρο για να λύνουν προβλήματα, καθώς και να κατανοούν πως οι τεχνολογίες αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού **(Engineering skills).**
- **RQ1.4.**Την ικανότητα να εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες και να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις **(Mathematical skills)**.

Ερευνητικό ερώτημα RQ2:

Πόσο αποτελεσματικό είναι το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, ως προς την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης (creative thinking) των εκπαιδευόμενων;

- **RQ2.1.** Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η φαντασία, το αίσθημα αυτοπεποίηθησης, ο πειραματισμός, η επικοινωνίας με άλλα μέλη** και **η προοπτική άμεσης αξιοποίησης του παραγόμενου προϊόντος**;

Ερευνητικό ερώτημα RQ3:

Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, σε σχέση με:

- **RQ3.1.** Την επιτυχή σύνδεση της διδασκαλίας των Μαθηματικών με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.
- **RQ3.2.** Την επάρκεια του πολυμεσικού υλικού (παρουσιάσεις, σημειώσεις, παραμύθι) & τους εκπαιδευτικούς πόρους που χρησιμοποιήθηκαν.
- **RQ3.3.** Την αντιστοιχία των ψηφιακών αντικειμένων με τους στόχους του σεναρίου.

Ερευνητικό ερώτημα RQ4:

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης, η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα;

3.5. Σχεδιασμός της έρευνας

Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζεται και αναλύεται η ανάπτυξη της ερευνητικής μεθοδολογίας που πραγματοποιήθηκε.

3.5.1. Σχεδιασμός εννοιολογικού πλαισίου της έρευνας

Η έρευνα στηρίζεται στην ανάγκη για ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στο πεδίο των Μαθηματικών μέσα από δραστηριότητες διεπιστημονικού χαρακτήρα, και κατ'επέκταση στην ανάγκη ενίσχυσης των δεξιοτήτων STEM. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα σχήμα σχεδιασμού της έρευνας, το οποίο φανερώνει τη ροή της διπλωματικής εργασίας:

ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στόχο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας αποτελεί ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη & η υλοποίηση ενός εννοιολογικού πλαισίου, συνδυάζοντας τη στρατηγική **«The 6 Thinking Hats»** με το μοντέλο της **«Problem based Learning»** και τη **μεθοδολογία STEM**, στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μάθησης στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

- Συγκεκριμένα, επιχειρείται ο πειραματικός έλεγχος του προτεινόμενου εννοιολογικού πλαισίου αναφορικά με τη **μεταβολή της δημιουργικής σκέψης, και των δεξιοτήτων στα πεδία STEM.**

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Ανησυχητική **έλλειψη δυνατότητας επίλυσης προβλήματος** & ανάπτυξης **δημιουργικής σκέψης** των μαθητών στο αντικείμενο των Μαθηματικών.
- Ανάγκη **σύνδεσης των επιστημονικών πεδίων**, γνώσης και φαινομένων που συνδέονται με την καθημερινή ζωή.

Η **διεπιστημονική προσέγγιση** φαίνεται να είναι από τους πιο κατάλληλους τρόπους προετοιμασίας των μαθητών για τη ζωή και τη μετέπειτα επαγγελματική τους εξέλιξη.

ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Δημιουργία τεχνολογικά υποστηριζόμενου μαθησιακού περιβάλλοντος με δραστηριότητες διεπιστημονικού χαρακτήρα που προσελκύουν τους εκπαιδευόμενους.
- Αξιοποίηση της «Problem based Learning» και της στρατηγικής «The 6 Thinking Hats» για την ανάπτυξη της δημιουργικότητας & των δεξιοτήτων στα πεδία STEM.
- Αυθεντικές δραστηριότητες & σύνδεση δραστηριοτήτων με την καθημερινή ζωή/ δημιουργία ανθρώπινου δυναμικού με δεξιότητες STEM.

ΡΟΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

- Εποικοδομητισμός και STEM
- Problem based Learning
- Δημιουργικότητα - «The 6 Thinking Hats»
- Διεπιστημονικότητα – STEM – Πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Βήματα Problem based Learning & στρατηγικές

ΔΕΙΓΜΑ

- Εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης
- Μεταπτυχιακοί φοιτητές του προγράμματος Ε – learning.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

- Edmodo

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

- Μοντέλο
- Τεχνική
- Ρόλοι
- Πόροι
- Αλληλεπίδραση
- Αξιολόγηση

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Ερευνητικό ερώτημα RQ1:

Η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μπορεί να ενισχύσει τις **δεξιότητες STEM** των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή:

- **RQ1.1**. Την ικανότητα να εξερευνούν, να υποθέτουν για να λύνουν προβλήματα. Με άλλα λόγια, την ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης και διαδικασιών για την κατανόηση του φυσικού κόσμου **(Science skills).**
- **RQ1.2**. Την ικανότητα να αξιοποιούν την τεχνολογία για να επιλύουν προβλήματα **(Technological skills).**
- **R.Q.1.3**. Την ικανότητα να προσανατολίζονται στο χώρο για να λύνουν προβλήματα, καθώς και να κατανοούν πως οι τεχνολογίες αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού **(Engineering skills)**.
- **RQ1.4.** Την ικανότητα να εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες και να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις **(Mathematical skills).**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

Ερευνητικό ερώτημα RQ2:

Πόσο αποτελεσματικό είναι το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, ως προς την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης (creative thinking) των εκπαιδευόμενων;

- **RQ2.1.** Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η φαντασία, το αίσθημα αυτοπεποίθησης, ο πειραματισμός, η επικοινωνίας με άλλα μέλη** και **η προοπτική άμεσης αξιοποίησης του παραγόμενου προϊόντος**;

Ερευνητικό ερώτημα RQ3:

Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, σε σχέση με:

- **RQ3.1.** Την επιτυχή σύνδεση της διδασκαλίας των Μαθηματικών με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.
- **RQ3.2.** Την επάρκεια του πολυμεσικού υλικού (παρουσιάσεις, σημειώσεις, παραμύθι) & τους εκπαιδευτικούς πόρους που χρησιμοποιήθηκαν.
- **RQ3.3.** Την αντιστοιχία των ψηφιακών αντικειμένων με τους στόχους του σεναρίου.

Ερευνητικό ερώτημα RQ4:

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης ,η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα;

3.5.1.1 Σχεδιασμός εκπαιδευτικού μοντέλου της «Problem Based Learning»

Το εκπαιδευτικό μοντέλο στο οποίο στηρίχθηκε ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού προγράμματος είναι αυτό της «Problem Based Learning». Με τον όρο *επίλυση προβλήματος* αναφερόμαστε ουσιαστικά σε μια γνωστική διεργασία ανωτέρου επιπέδου που αφορά τον συντονισμό ενός συνόλου από αλληλοσυνδεόμενες δεξιότητες. Ουσιαστικά, το βασικότερο συστατικό σε αυτή τη μορφή μάθησης είναι το ίδιο το πρόβλημα *(Savery, 2006)*. Οι Krulik και Rudnick προσδιορίζουν το πρόβλημα ως μια κατάσταση, στην οποία βρίσκεται ένα άτομο ή μια ομάδα ατόμων που απαιτεί λύση. Συνάμα, στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, τα προβλήματα διακρίνονται με βάση τη διατύπωση, τον τρόπο εργασίας, τους προσδοκώμενους στόχους και το περιεχόμενό τους. Από την άλλη, αναφορικά με τη διατύπωση τα προβλήματα διακρίνονται σε σαφώς και ασαφώς διατυπωμένα (well and ill- structed problems*)*. Τα σαφώς διατυπωμένα είναι αυτά που περιέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες ,ενώ, τα ασαφώς αυτά που δεν περιέχουν επαρκείς πληροφορίες.

Εν συνεχεία, αναφορικά με τους στόχους, τα προβλήματα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, σύμφωνα με την αναθεωρημένη ταξινομία του Bloom**.** Αρχικά, στο πρώτο επίπεδο, *γνώση – κατανόηση***,** όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την επίλυση του προβλήματος είναι δεδομένες. Ακολούθως, στο επίπεδο της *κατανόησης – εφαρμογής*, οι πληροφορίες εξακολουθούν να είναι δεδομένες, όμως εισάγεται μια νέα οπτική για το θέμα. Στο τελευταίο επίπεδο, της *ανάλυσης- σύνθεσης – αξιολόγησης* δεν είναι δεδομένες όλες οι πληροφορίες, το πρόβλημα συνδέεται με καταστάσεις του πραγματικού κόσμου και ουσιαστικά, από τις υποθέσεις της έρευνας πρέπει να ληφθεί μια απόφαση. Επιπροσθέτως, τα προβλήματα που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση, όπως αναφέρουν οι Jonassen & Hung, πρέπει να:

- ✓ Έχουν ανοιχτό τέλος.
- ✓ Είναι ασαφώς διατυπωμένα.
- ✓ Είναι πολύπλοκα. Βέβαια, ο βαθμός πολυπλοκότητας θα πρέπει να προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών.
- ✓ Δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να εξετάσουν το πρόβλημα μέσα από διαφορετικές οπτικές.
- ✓ Βασίζονται στη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών, καθώς και το βαθμό ετοιμότητάς τους.
- ✓ Αυθεντικού πλαισίου και εντάσσονται στο πλαίσιο καθημερινότητας των εκπαιδευόμενων.

Ιδιαίτερη σημασία ακόμα, έχει να αναφέρουμε πως σύμφωνα με τον Palumbo *(1990)* το πρόβλημα ενδείκνυται να λύνεται σε ένα ρεαλιστικό πλαίσιο που προσομοιάζει με πραγματικές συνθήκες, ούτως ώστε, να υπάρξει κατανόηση των γνωστικών δομών και μεταφορά αυτών σε άλλα πλαίσια. Τέλος, η επιλογή των προβλημάτων πραγματοποιείται σύμφωνα με τους στόχους, τα μαθησιακό περιβάλλον, το πρόβλημα, καθώς και το πλαίσιο στο οποίο ανήκει αλλά και τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν προς επίλυση αυτού σε συνάρτηση με το βαθμό δυσκολίας του *(Mauffette et al.,2001 : 16-17).*

3.5.1.1.1. Οι φάσεις του εκπαιδευτικού μοντέλου της «Problem based Learning»

Στο συγκεκριμένο μαθησιακό σενάριο λαμβάνοντας υπόψην το εκπαιδευτικό πρόβλημα, τις ανάγκες των μαθητών και τους στόχους, καταλήξαμε στην επιλογή του διδακτικού μοντέλου PBL βασισμένο στα 7 βήματα του Schmidt, κάνοντας τις αναγκαίες τροποποιήσεις για να ικανοποιούνται οι στόχοι της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

- ✓ **Φάση 1. Παρουσίαση του προβλήματος.**

Η κατανόηση των προβλημάτων αποτελεί ιδιαιτέρως σημαντικό βήμα, ιδιαιτέρως αυτών που έχουν αμφιλεγόμενους στόχους και όχι συγκεκριμένη στρατηγική επίλυσης. Η έλλειψη ειδικής γνώσης σε ένα ορισμένο αντικείμενο μελέτης, αλλά και η τάση των μαθητευόμενων να επιλύσουν το συντομότερο δυνατόν τα προβλήματα, είναι προβλήματα που καλείται να διαχειριστεί ο εκπαιδευτικός που επιλέγει την στρατηγική αυτή. Ουσιαστικά, ο εκπαιδευτικός εισάγει στους εκπαιδευόμενους το πρόβλημα που πρόκειται να διερευνηθεί για τις ανάγκες του μαθήματος και συζητά μαζί τους, ώστε να διασαφηνιστούν ασάφειες γύρω από το πρόβλημα.

- ✓ **Φάση 2.Κατανόση και ανάλυση του προβλήματος.**

Η συλλογή των δεδομένων ή με άλλα λόγια η εκπαίδευση των 'εργαζόμενων' στην αναπαράσταση ενός προβλήματος τους βοηθά στην επιλογή της στρατηγικής που θα ακολουθήσουν**.** Ουσιαστικά, σε αυτό το στάδιο γεφυρώνεται το χάσμα μεταξύ του καθορισμού ενός προβλήματος και επιλογή μιας στρατηγικής επίλυσης.

Οι εκπαιδευόμενοι είναι συχνό φαινόμενο να δυσκολεύονται σε αυτή τη φάση, γι' αυτό και στρατηγικές όπως, η καταγραφή γνωστών και άγνωστων σημείων του προβλήματος αποδεικνύονται ιδιαιτέρως χρήσιμες. Σε αυτό το στάδιο, το πρόβλημα που διερευνάται τίθεται χωρίς περαιτέρω διευκρινίσεις για την επίλυσή του. Οι εκπαιδευόμενοι με τη βοήθεια της συζήτησης προσπαθούν να κατανοήσουν το ανεπαρκώς δομημένο πρόβλημα και να σκεφτούν τρόπους επίλυσής του.

- ✓ **Φάση 3. Ατομική έρευνα / Επιλογή στρατηγικής επίλυσης προβλήματος .**

Στο στάδιο αυτό, οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να επιλέξουν μια στρατηγική προς επίλυση του προβλήματος. Ρόλος του εκπαιδευτικού ουσιαστικά είναι να βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να σκεφτούν, προτού καταλήξουν στην στρατηγική επίλυσης που θα εφαρμόσουν. Παράλληλα, σε αυτή τη φάση είναι ιδιαιτέρως χρήσιμο οι εκπαιδευόμενοι, όχι μόνο να επιλύσουν το πρόβλημα αξιοποιώντας τις γνώσεις της προηγούμενης φάσης, αλλά και να κατανοήσουν την ουσία αυτού, ούτως ώστε να είναι σε θέση να το συσχετίσουν και με άλλα παρόμοια.

- ✓ **Φάση 4. Επιλογή καλύτερης λύσης /Εφαρμογή της στρατηγικής.**

Σε αυτό το στάδιο οι εκπαιδευόμενοι ελέγχουν την αποτελεσματικότητα ή διαφορετικά την ποιότητα της σκέψης τους. Είναι η στιγμή, όπου οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν με τις ιδέες τους και να εφαρμόσουν την στρατηγική τους προς επίλυση του προβλήματος. Επομένως, με τη βοήθεια της συζήτησης έχουν τη

δυνατότητα να επιλέξουν την καλύτερη ατομική λύση μεταξύ των μελών της ομάδας και ,εάν επιθυμούν, να την τροποποιήσουν και να την συντάξουν εκ νέου, για να πετύχουν το βέλτιστο αποτέλεσμα.

- ✓ **Φάση 5. Παρουσίαση λύσης.**

Σε αυτό το στάδιο, οι μαθητευόμενοι δύναται να επαληθεύσουν την αποτελεσματικότητα της λύσης που πρότειναν. Για αυτό το λόγο, υποβάλουν την ομαδική τους λύση και τη διαμοιράζονται με μια άλλη ομάδα, με σκοπό να αναστοχαστούν την επίλυση του προβλήματος της άλλης ομάδας. Ο εκπαιδευτικός/ ερευνητής σε αυτή τη φάση είναι σκόπιμο να βοηθήσει στην κατανόηση ασυμφωνιών και παρανοήσεων, θέτοντας τις κατάλληλες ερωτήσεις.

- ✓ **Φάση 6. Ανάλυση της διαδικασίας επίλυσης του προβλήματος / Ανατροφοδότηση.**

Στην συγκεκριμένη φάση, είναι υψίστης σημασίας οι μαθητευόμενοι να αναστοχαστούν πάνω στη μαθησιακή τους εμπειρία. Με άλλα λόγια, οι εκπαιδευόμενοι ανταλλάσσουν απόψεις για την τελική ομαδική λύση της δικής τους, αλλά και της άλλης ομάδας, επισημαίνοντας αν είναι απαραίτητο να γίνουν βελτιώσεις ή όχι. Κατά αυτόν τον τρόπο, οι εκπαιδευόμενοι θα μπορέσουν να γίνουν πιο αποτελεσματικοί στην επίλυση προβλημάτων, αλλά και περισσότερο μεθοδικοί στον τρόπο που σκέφτονται και αναλύουν τα δεδομένα προβληματικών καταστάσεων.

- ✓ **Φάση 7. Αξιολόγηση.**

Στην τελευταία φάση της εκπαιδευτικής μεθόδου, οι μαθητές αξιολογούν τόσο την ατομική τους επίδοση, όσο και την ομαδική λύση του ανεπαρκώς δομημένου προβλήματος, με στόχο να γίνει αναστοχασμός της όλης μαθησιακής διαδικασίας.

Σε κάθε μια από τις παραπάνω φάσεις προβλέπονται ανάλογες δραστηριότητες και συλλογιστικές διαδικασίες, αρχίζοντας από τον εντοπισμό του προβλήματος και καταλήγοντας στην επιλογή και δοκιμή της λύσης, η οποία επιλέχθηκε ως καταλληλότερη. Όλη η διαδικασία έχει ως κέντρο το άτομο, καθότι η αποδοχή και οικοιοποίηση του προβλήματος θεωρούνται απαραίτητα στοιχεία για την επεξεργασία και την επίλυση αυτού. Η σειρά των φάσεων διατηρείται σταθερή, ενώ πραγματοποιείται συγχώνευση σε κάποιες περιπτώσεις προς διευκόλυνση της ροής του σεναρίου και τέλος, εκτελείται γραμμικά η ροή αυτού και της ευρύτερης ιστορίας. Συνεπώς, στο παρόν εκπαιδευτικό πρόγραμμα, οι φάσεις διαδέχονται η μια την άλλη ως εξής:

Στις παραπάνω φάσεις του PBL σεναρίου ενσωματώθηκαν και οι αρχές της μεθοδολογίας STEM (STEM principles), έτσι ώστε, να επιτευχθεί με αποτελεσματικότερο τρόπο η διεπιστημονική προσέγγιση των Μαθηματικών. Στο ακόλουθο σχήμα πραγματοποιείται αντιστοίχιση του μοντέλου STEM με τις φάσεις του σεναρίου PBL. Στην πρώτη στήλη παρουσιάζονται οι φάσεις του μοντέλου STEM και στην δεύτερη οι φάσεις του εκπαιδευτικού σεναρίου PBL.

STEM principles	**ΦΑΣΕΙΣ PBL εκπαιδευτικού σεναρίου**
➢ Προσέλκυση προσοχής ➢ Γνωριμία με το περιβάλλον ➢ Ενεργοποίηση προηγούμενης γνώσης	Φάση 1. Παρουσίαση προβλήματος
➢ Εμπλοκή στα πεδία STEM	Φάση 2. Κατανόηση και Ανάλυση προβλήματος Φάση 3. Ατομική έρευνα Φάση 4. Επιλογή καλύτερης λύσης Φάση 5. Παρουσίαση λύσης
➢ Καταληκτικές δραστηριότητες	Φάση 6. Ανατροφοδότηση Φάση 7. Αξιολόγηση

Πίνακας 6: Σύνδεση STEM principles & PBL

3.5.1.2. Η αφόρμηση του σεναρίου

Είναι εμφανές, πως η ευρύτερη θεματική στην οποία εισάγονται οι εκπαιδευόμενοι είναι αυτή της διεπιστημονικής προσέγγισης και των προνομίων που η εκμάθηση αυτής προσφέρει. Ωστόσο, δεν μπορούμε να κάνουμε λόγο για πλήρη υιοθέτηση της μεθοδολογίας STEAM στα σχολεία, καθώς, η ενσωμάτωση της ρομποτικής στη διδακτέα ύλη βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη. Όμως, δεξιότητες όπως η υπολογιστική σκέψη, η καινοτομία, η δημιουργικότητα, η εύρεση προβλημάτων και η επίλυσή τους συχνά αναπτύσσονται κατά τη διαρκεία προγραμμάτων που αναπτύσσονται μέσω διεπιστημονικών δραστηριοτήτων. Ειδικότερα, αναφέρεται πως:

‘’ *(...) η ρομποτική μπορεί να εφαρμοστεί ή να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία αλλά και την προσέλκυση μαθητών στα STEM, για να δείξει τις συνδέσεις μεταξύ διαφόρων επιστημονικών πεδίων ή για να παρουσιάσει στην πράξη πως εφαρμόζονται διάφορες θεωρητικές έννοιες.’’*

Βέβαια, είναι κρίσιμο να αναφέρουμε πως η μεθοδολογία STEAM περιλαμβάνει πέντε πυλώνες, όμως, είναι γεγονός, πως η εκπαίδευση στη χώρα μας εστιάζει κυρίως στην εκπαιδευτική ρομποτική (Engineering). Υπάρχουν και οι υπόλοιποι πυλώνες (Science, Technology, Arts, Mathematics) που είναι εξίσου σημαντικοί.

<u>Ως αφόρμηση του προβληματισμού λοιπόν, τίθενται οι εξής ερωτήσεις:</u>

- Θα επηρεαζόταν η διαχείριση της διδακτέας ύλης στο πλαίσιο των Αναλυτικών Προγραμμάτων;
- Θα λειτουργούσε αποτελεσματικά για του μαθητές η σύνδεση των Μαθηματικών και συγκεκριμένα η διδασκαλία των κλασμάτων, μέσω της σύνδεσης με άλλα γνωστικά αντικείμενα, όπως η Φυσική;
- Θα εντοπιζόταν κάποια επίδραση στην δημιουργικότητα – κριτική σκέψη των εκπαιδευόμενων αλλά και των εκπαιδευτικών γενικότερα;

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται συνολικά η διάρθρωση της ροής εργασίας στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, που εκτυλίσσεται σύμφωνα με το εκπαιδευτικό μοντέλο, τη στρατηγική και τη μεθοδολογία που έχουμε επιλέξει.

Θεωρητικό μοντέλο	**Στρατηγικές**	**STEM principles**	**Δραστηριότητες**	**Εργαλεία (Ψηφιακό υλικό υποστήριξης του Μαθησιακού σεναρίου)**	**Συλλογή δεδομένων**	**Δείκτες**	**Ερευνητικά Ερωτήματα**
Problem based learning (PBL)	**Τα « Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα»**		**Παρουσίαση προτεινόμενης ροής δραστηριοτήτων στην ιστοσελίδα**	**Edmodo**	**Μέσα που θα χρησιμοποιηθούν π.χ. δημοσίευση ιδεών, ερωτηματολόγια, ρουμπρίκες**		
Εισαγωγή			✓ Ενημέρωση διαδικασίας ✓ Φόρουμ γνωριμίας ✓ Φόρουμ γενικής χρήσης & επίλυσης απορίων ✓ Ανακοινώσεις	✓ Εικονική παρουσίαση της ιστορίας του Shrek – **PowerPoint**		**e- course**	

Θεωρητικό μοντέλο	**Στρατηγικές**	**STEM principles**	**Δραστηριότητες**	**Εργαλεία (Ψηφιακό υλικό υποστήριξης του Μαθησιακού σεναρίου)**	**Συλλογή δεδομένων**	**Δείκτες**	**Ερευνητικά Ερωτήματα**
Παρουσίαση Προβλήματος		➢ Προσέλκυση προσοχής ➢ Γνωριμία με το περιβάλλον ➢ Ενεργοποίηση προηγούμενης γνώσης	✓ Θεωρία μαθηματικών ✓ Λυμένες ασκήσεις μαθηματικών ✓ Εξερεύνηση κλασμάτων που είναι μεγαλύτερα της ακέραιας μονάδας (καταχρηστικά κλάσματα) ✓ Τι είναι « Η πρόσθεση & η αφαίρεση ετερώνυμων κλασμάτων»; ✓ Θεωρία Φυσικής (Μίγματα)	✓ Εικονική παρουσίαση των υλικών τη μυστικής συνταγής – **PowerPoint** ✓ Εκπαιδευτικό βίντεο για τα κλάσματα – **Video/ youtube** ✓ Φύλλο εργασίας/ **pdf** ✓ Κουίζ , Γνήσια & Καταχρηστικά κλάσματα / **Wordwall** ✓ Κουίζ, Πρόσθεση & Αφαίρεση κλασμάτων/ **Wordwall** ✓ Θεωρία Φυσικής/ **PowerPoint**	✓ Διαγνωστική **STEM** Αξιολόγηση ✓ Wordwall	**e- course**	**<u>Ερευνητικό ερώτημα RQ1</u>**: Η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μπορεί να ενισχύσει τις **δεξιότητες STEM** των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή: ▪ **RQ1.1**.Την ικανότητα να εξερευνούν, να υποθέτουν για να λύνουν προβλήματα. Με άλλα λόγια, την ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης και διαδικασιών για την κατανόηση του φυσικού κόσμου ***(Science skills).*** ▪ **RQ1.2**.Την ικανότητα να αξιοποιούν την τεχνολογία για να

Θεωρητικό μοντέλο	**Στρατηγικές**	**STEM principles**	**Δραστηριότητες**	**Εργαλεία (Ψηφιακό υλικό υποστήριξης του Μαθησιακού σεναρίου)**	**Συλλογή δεδομένων**	**Δείκτες**	**Ερευνητικά Ερωτήματα**
							επιλύουν προβλήματα ***(Tecgnological skills)*.** ▪ **R.Q.1.3**.Την ικανότητα να προσανατολίζονται στο χώρο για να λύνουν προβλήματα, καθώς και να κατανοούν πως οι τεχνολογίες αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού ***(Engineering skills)***. ▪ **RQ1.4.**Την ικανότητα να εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες και να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις ***(Mathematical skills)*.**

Θεωρητικό μοντέλο	**Στρατηγικές**	**STEM principles**	**Δραστηριότητες**	**Εργαλεία (Ψηφιακό υλικό υποστήριξης του Μαθησιακού σεναρίου)**	**Συλλογή δεδομένων**	**Δείκτες**	**Ερευνητικά Ερωτήματα**
Κατανόηση Και Ανάλυση Προβλήματος		➢ Εμπλοκή στα πεδία STEM	✓ Ανάλυση του προβλήματος ✓ Αξιολόγηση των μελών της ομάδας ✓ Δημοσίευση αρχικών ιδεών > ανταλλαγή ιδεών	✓ Φύλλο εργασίας/ **pdf** ✓ Ρουμπρίκα αξιολόγησης/ **rubistar**	➢ Ρουμπρίκα αξιολόγησης ➢ Φόρουμ συζήτησης/ Edmodo posts	**STEM** **e- course**	**<u>Ερευνητικό ερώτημα RQ1</u>**
Ατομική έρευνα		➢ Εμπλοκή στα πεδία STEM	✓ Οδηγίες γραφής σε αρχείο word ✓ Ανάρτηση ατομικών λύσεων ✓ Φτιάχνω το δικό μου μείγμα «Αντίδοτο…ενάντια στο κρυολόγημα»	✓ Συνέχεια Εικονική παρουσίασης της ιστορίας του Shrek - **PowerPoint** ✓ Οδηγίες γραφής σε αρχείο word/ **Video/ youtube**	➢ Δημοσίευση ατοιμκών λύσεων/ Edmodo	**STEM** **e- course**	**<u>Ερευνητικό ερώτημα RQ1</u>**

Θεωρητικό μοντέλο	**Στρατηγικές**	**STEM principles**	**Δραστηριότητες**	**Εργαλεία (Ψηφιακό υλικό υποστήριξης του Μαθησιακού σεναρίου)**	**Συλλογή δεδομένων**	**Δείκτες**	**Ερευνητικά Ερωτήματα**
Επιλογή καλύτερης λύσης		➢ Εμπλοκή στα πεδία STEM	✓ Επιλογή μεταξύ των εκπαιδευομένων της καλύτερης λύσης προς επίλυση του προβλήματος ✓ Πληροφορίες για τον τρόπο γραφής σε ένα padlet ✓ Padlet	✓ Φύλλο εργασίας/ **Word** ✓ Οδηγίες για τον τρόπο γραφής στο Padlet **Video/ youtube**	➢ Padlet posts	**STEM** **e- course** **creativity**	**<u>Ερευνητικό ερώτημα RQ2</u>**: Πόσο αποτελεσματικό είναι το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, ως προς την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης (creative thinking) των εκπαιδευόμενων; ▪ **RQ2.1.** Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η φαντασία, το αίσθημα αυτοπεποίθησης, ο**

Θεωρητικό μοντέλο	**Στρατηγικές**	**STEM principles**	**Δραστηριότητες**	**Εργαλεία (Ψηφιακό υλικό υποστήριξης του Μαθησιακού σεναρίου)**	**Συλλογή δεδομένων**	**Δείκτες**	**Ερευνητικά Ερωτήματα**
							πειραματισμός, η επικοινωνίας με άλλα μέλη και **η προοπτική άμεσης αξιοποίησης του παραγόμενου προϊόντος**;
Παρουσίαση λύσης		➢ Εμπλοκή στα πεδία STEM	✓ Πληροφορίες υποβολής εργασίας από το Padlet ✓ Τελική ομαδική λύση	✓ Καταγραφή τελικής ομαδικής λύσης στο Padlet/ **Word**	➢ Ερωτηματολόγιο Αυτό – αξιολόγησης της δημιουργικής σκέψης	**STEM** **e-course** **creativity**	**<u>Ερευνητικό ερώτημα RQ2</u>**

Θεωρητικό μοντέλο	**Στρατηγικές**	**STEM principles**	**Δραστηριότητες**	**Εργαλεία (Ψηφιακό υλικό υποστήριξης του Μαθησιακού σεναρίου)**	**Συλλογή δεδομένων**	**Δείκτες**	**Ερευνητικά Ερωτήματα**
Ανατροφοδότηση		➢ Καταληκτικές δραστηριό-τητες	✓ Αποκάλυψη των μαγικών λέξεων και των συστατικών ✓ Ανταλλαγή απόψεων για τη διαδικασία της ομαδικής λύσης του προβλήματος ✓ Ανταλλαγή απόψεων τελικής λύσης της ομάδας αδελφάκι ✓ Δημιουργώντας… κατάλληλα μείγματα!	✓ Edmodo posts ✓ Κουίζ, Πρόσθεση κλασμάτων με πλαίσιο αναφοράς τα μίγματα/ **Wordwall**	➢ Συμπλήρωση ερωτηματολογίου ➢ Σχεδιασμός εκπαιδευτικής λύσης &ανάρτηση αυτής	**STEM** **e- course**	**<u>Ερευνητικό ερώτημα RQ3</u>**: Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, σε σχέση με: ▪ **RQ3.1.** Την επιτυχή σύνδεση της διδασκαλίας των Μαθηματικών με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. ▪ **RQ3.2.** Την επάρκεια του πολυμεσικού υλικού (παρουσιάσεις, σημειώσεις, παραμύθι) & τους εκπαιδευτικούς πόρους που χρησιμοποιήθηκαν.

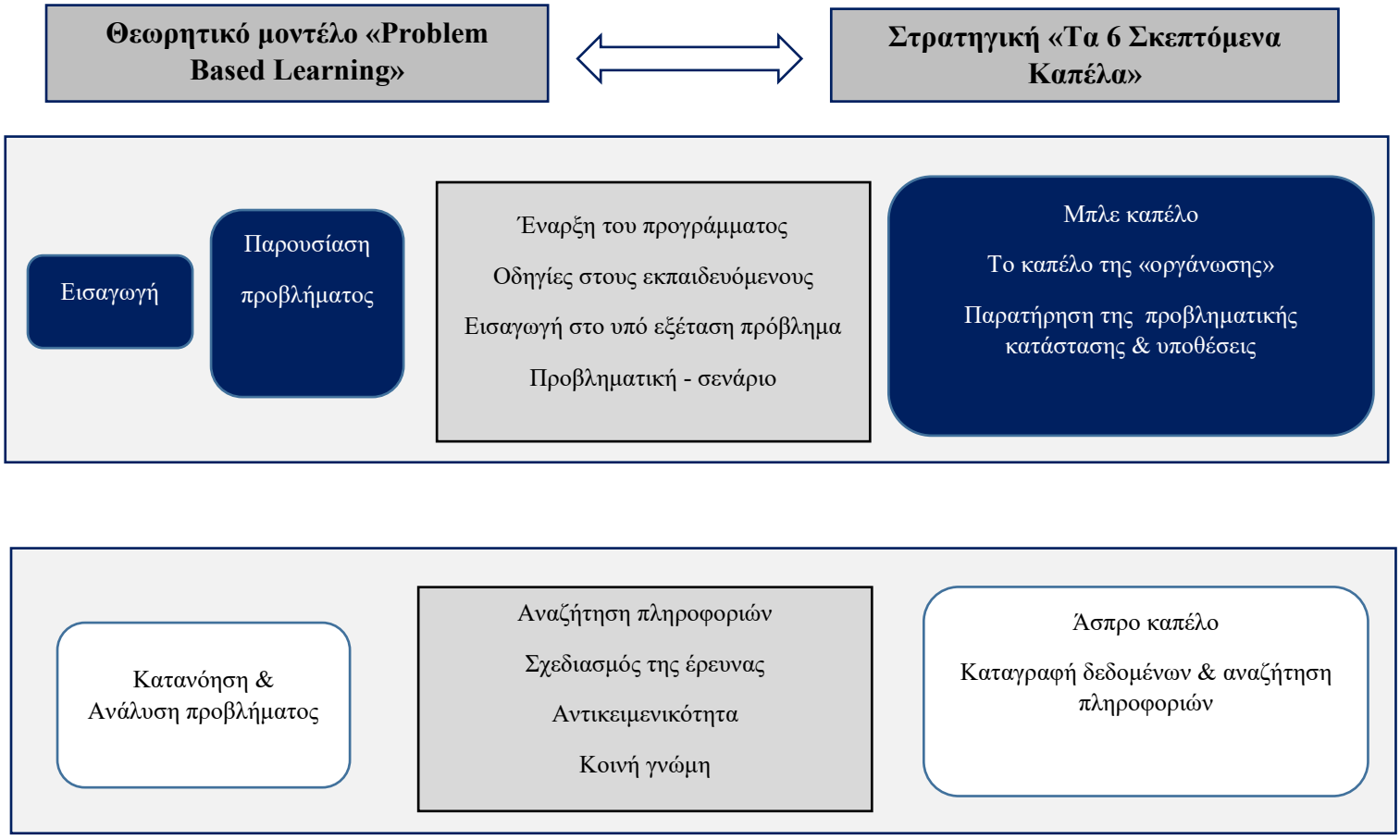
Θεωρητικό μοντέλο	**Στρατηγικές**	**STEM principles**	**Δραστηριότητες**	**Εργαλεία (Ψηφιακό υλικό υποστήριξης του Μαθησιακού σεναρίου)**	**Συλλογή δεδομένων**	**Δείκτες**	**Ερευνητικά Ερωτήματα**
						creativity	▪ **RQ3.3.** Την αντιστοιχία των ψηφιακών αντικειμένων με τους στόχους του σεναρίου.

Θεωρητικό μοντέλο	**Στρατηγικές**	**STEM principles**	**Δραστηριότητες**	**Εργαλεία (Ψηφιακό υλικό υποστήριξης του Μαθησιακού σεναρίου)**	**Συλλογή δεδομένων**	**Δείκτες**	**Ερευνητικά Ερωτήματα**
Αξιολόγηση		➢ Καταληκτικές δραστηριό-τητες	✓ Αξιολόγηση μέσω της δημιουργίας εννοιολογικού χάρτη ✓ Αυτοαξιολόγηση ✓ Αξιολόγηση της ομαδικής πρότασης επίλυσης του προβλήματος ✓ Αξιολόγηση με τη χρήση ψηφιακού παιχνιδιού στο Scratch ✓ Ερωτηματολόγια μαθήματος	✓ Δημιουργία εννοιολογικού χάρτη/ **lucid** ✓ Αξιολόγηση ατομικής & ομαδικής επίλυσης προβλήματος/ **Word** ✓ Ερωτηματολόγιο/ **Φόρμες Google**	➢ Ρουμπρίκας αξιολόγησης ατομικού παραδοτέου ➢ Ρουμπρίκα αξιολόγησης τελικού ομαδικού παραδοτέου ➢ Scratch ➢ Συμπλήρωση ερωτηματολογίου	**STEM** **e- course** **creativity**	**<u>Ερευνητικό ερώτημα RQ4</u>**: Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης,η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», θα επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα;

3.5.1.3. Σύνδεση του εκπαιδευτικού μοντέλου και της στρατηγική « Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα»

Οι φάσεις του μοντέλου υποστηρίζονται συνάμα από την στρατηγική «Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα». Τα 6 καπέλα σκέψης του Edward de Bono αποτελούν μια καλή τεχνική λήψης αποφάσεων και μέθοδο για ατομική σκέψη, αλλά και ομαδικές συζητήσεις. Συγκεκριμένα, «Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα» διατρέχουν όλο το σενάριο και ενισχύουν τις επιμέρους συλλογιστικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα σε καθεμιά από τις φάσεις του, υποδεικνύοντας τις αλλαγές μεταξύ αυτών με εμφανή τρόπο. Η ακολουθία αυτών των καπέλων, μπορούμε να ισχυριστούμε πως είναι αρμόζουσα για τη Μάθηση μέσω Επίλυσης Προβλήματος, η οποία αποτελεί τη βάση της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

Ειδικότερα, αρχίζοντας με την εξοικείωση με το πρόβλημα- θεματική, οι μαθητευόμενοι καταλήγουν στο να κάνουν χρήση της συγκεκριμένης μεθοδολογίας στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και να την κάνουν μέρος της δικής τους πρακτικής. Άλλωστε, η μετάβαση από την αποκλίνουσα στην συγκλίνουσα σκέψη, από το γενικό στο ειδικό, από την αντικειμενικότητα στην υποκειμενικότητα εντοπίζονται εξετάζοντας είτε την εναλλαγή των φάσεων του μοντέλου είτε της στρατηγικής. Έτσι, η ροή εργασιών στο εκπαιδευτικό σενάριο δύναται να έχει την ακόλουθη μορφή.



Ατομική έρευνα	Η φάση 3 αποσαφηνίζεται μέσα από 3 καπέλα Ενεργοποίηση εμπειρίας καθώς και ατομικές ανάγκες Οικειοποίηση του ατομικού προβλήματος Ανάλυση των συνθηκών & συναισθήματα Εντοπισμός & ενίσχυση θετικών στοιχείων Πλήρης οριοθέτηση του προβλήματος	Κόκκινο καπέλο Συναισθήματα & ένστικτα Περιγραφή/ έλεγχος προηγούμενων γνώσεων/αυτοαξιολόγηση
Επιλογή καλύτερης λύσης		Μαύρο καπέλο Πιθανά προβλήματα & δυσκολίες - Κρίση
Παρουσίαση λύσης		Κίτρινο καπέλο Εκτιμήσεις & θετική στάση
Ανατροφοδότηση	Δημιουργική σκέψη Κατασκευή ενός καινοτόμου σεναρίου ως προτεινόμενης λύσης στο πρόβλημα Ανταλλαγή απόψεων Αναζήτηση & εφαρμογή πιθανών λύσεων	Πράσινο καπέλο Αποκλίνουσα σκέψη Δημιουργικότητα – Νέες ιδέες
Αξιολόγηση	Ολοκλήρωση του προγράμματος Αναστοχασμός Έλεγχος & αξιολόγηση των προτεινόμενων ιδεών Πιθανή εφαρμογή της λύσης σε πραγματικές συνθήκες	Μπλε καπέλο Μετα- σκέψη Έλεγχος & επόμενα βήματα

Πίνακας 7: Αντιστοίχιση φάσεων του θεωρητικού μοντέλου « Problem Based Learning» και της στρατηγικής τα «Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα»

3.5.1.4. Σύνδεση του εκπαιδευτικού σεναρίου και της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας STEAM

Η σύνδεση με τη μεθοδολογία STEM διατρέχει όλες τις φάσεις του εκπαιδευτικού προγράμματος. Άλλωστε, ένα από τους κυριότερους στόχους του προγράμματος είναι η εξοικείωση των εκπαιδευόμενων με την συγκεκριμένη μεθοδολογία και κατ' επέκταση η αξιοποίηση της στην στην σύγχρονη διδασκαλία. Επομένως, σύμφωνα με την στρατηγική ' **What – Why – How** ' , οι μαθητευόμενοι ανακαλύπτουν:

- Τι είναι η μεθοδολογία STEAM ;
- Γιατί είναι ωφέλιμη για τους εκπαιδευόμενους ;
- Πώς μπορεί να ενταχθεί στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας και να λειτουργήσει με αποτελεσματικό τρόπο ;

Ειδικότερα, κάθε μία από τις θεματικές που αναφέραμε δύναται να συσχετιστεί με τις φάσεις του μοντέλου της «Problem Based Learning», όπως φαίνεται στον πίνακα:

ΦΑΣΕΙΣ PROBLEM BASED LEARNING	**WHAT – WHY - HOW**	**ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ**	**STEM PRINCIPLES**
• Εισαγωγή			
1. Παρουσίαση προβλήματος	What (Τι;)	Κατανόηση του προβλήματος	➢ Προσέλκυση προσοχής ➢ Γνωριμία με το περιβάλλον ➢ Ενεργοποίηση προηγούμενης γνώσης
2. Κατανόηση & Ανάλυση προβλήματος	What (Τι;)	Κατανόηση του προβλήματος	➢ Εμπλοκή στα πεδία STEM
3. Ατομική έρευνα	Why (Γιατί ;)	Παραγωγή ιδεών	
4. Επιλογή καλύτερης λύσης	How (Πώς;)	Σχεδιασμός για δράση	
5. Παρουσίαση λύσης			
6. Ανατροφοδότηση			➢ Καταληκτικές δραστηριό-τητες
7. Αξιολόγηση			

Πίνακας 8: Αντιστοίχιση PBL με την στρατηγική «What-Why-How» & STEM principles

Αναλυτικότερα, στις δύο πρώτες φάσεις γίνεται προσπάθεια να απαντηθεί το ερώτημα **«Τι είναι η μεθοδολογία STEAM; »**. Στην ουσία, σε αυτό το στάδιο οι εκπαιδευόμενοι εισάγονται στο θέμα, και έχοντας ως έρεισμα πρότερες γνώσεις προσπαθούν να κατοτιπιστούν ως προς αυτό, μέσω της ερευνητικής διαδικασίας.

Το ακόλουθο ερώτημα, το οποίο είναι **«Γιατί είναι ωφέλιμη για τους εκπαιδευόμενους η μεθοδολογία STEAM; »** απαντάται στη φάση της οριοθέτησης του προβλήματος. Είναι έκδηλη η μετατόπιση από το αντικειμενικό στο υποκειμενικό στοιχείο, καθώς, η οικειοποίηση του προβλήματος διαδέχεται τη γενικότερη πληροφόρηση γύρω από τη θεματική που εντάσσεται αυτό. Ανάλογα, η συλλογιστική πορεία είναι από το γενικό στο ειδικό, εφόσον, ο μαθητευόμενος προσπαθεί να ανιχνεύσει στοιχεία της μεθοδολογίας που θα τον βοήθησουν στην επίλυση της προβληματικής κατάστασης. Άλλωστε, το αντικειμενικό και υποκειμενικό στοιχείο εναλλάσσονται πλήρως με τη συγκεκριμένη μεθοδολογία.

Στη συνέχεια, οι δυο τελευταίες φάσεις συνδέονται με το ερώτημα «**Πώς μπορεί να ενταχθεί στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας και να λειτουργήσει με αποτελεσματικό τρόπο; »** διότι, το περιεχόμενο τους σχετίζεται με το σχεδιασμό της εκπαιδευτικής παρέμβασης, τις δυνατότητες εφαρμογής της και τα αποτελέσματα χρήσης αυτής. Συνεπώς, οι δύο προηγουμένες φάσεις μπορούμε να ισχυριστούμε ότι είναι κυρώς θεωρητικές και ακολούθως, υπάρχει αυτή η πρακτική φάση της μεθοδολογίας STEM. Άρα, σε αυτή την φάση όλο το θεωρητικό υπόβαθρο γίνεται πράξη μέσα από ένα εκπαιδευτικό σενάριο με πρακτική αξία εφαρμογής.

Συνεπώς, απ'όσα αναφέραμε προκύπτει πως οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν μια ολιστική άποψη της μεθοδολογίας STEM. Κατά αυτόν τον τρόπο, αυξάνονται οι πιθανότητες διεπιστημονικής προσέγγισης του διδακτικού αντικειμένου των Μαθηματικών, καθώς και πρακτικής εφαρμογή αυτών, με την περάτωση του προγράμματος.

3.5.1.5. Το διδακτικό σενάριο του μοντέλου της Problem based Learning(PBL) για τα Μαθηματικά

3.5.1.5.1. Τίτλος διδακτικού σεναρίου

«Καλώς ήρθατε στην Κλασματοχώρα» .

3.5.1.5.2. Τάξεις στις οποίες απευθύνεται το διδακτικό σενάριο

Ε' τάξη δημοτικού.

3.5.1.5.3. Συμβατότητα με το ΔΕΠΠΣ και το ΑΠΣ Μαθηματικών

Το περιεχόμενο του σεναρίου είναι απολύτως συμβατό με το Α.Π.Σ. και το Δ.Ε.Π.Π.Σ., αφού αποτελεί θέμα της ενότητας των Μαθηματικών της Ε' τάξης και αναφέρεται στη διδασκαλία της 3^{ης} διδακτικής ενότητας και συγκεκριμένα στο Κεφάλαιο 18 του σχολικού βιβλίου. Ειδικότερα, η διδασκαλία και η εκμάθηση τους επιχειρείται μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, γι' αυτό τον λόγο, πραγματοποιείται συσχέτισή τους με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. Σύμφωνα με τα παραπάνω, πραγματοποιείται σχεδιασμός και εφαρμογή συνθετικών μαθησιακών δραστηριοτήτων για τα Κλάσματα και τα Μίγματα. Συγκεκριμένα, γίνεται εφαρμογή της Problem based

learning (PBL) στην ενότητα «Πρόσθεση και αφαίρεση κλασμάτων» από το πεδίο των Μαθηματικών και της ενότητας «Μίγματα» από το πεδίο της Φυσικής.

3.5.1.5.4. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Μαθηματικά, Φυσική, ΤΠΕ

3.5.1.5.5. Οργάνωση της διδασκαλίας & απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Οι εκπαιδευόμενοι δύναται να χωριστούν σε ομάδες των 4 ατόμων και να εργαστούν ομαδοσυνεργαστικά. Θα συνεργάζονται καθ' όλη τη διάρκεια του διδακτικού σεναρίου, ούτως ώστε να ολοκληρώσουν με επιτυχία τις δραστηριότητες. Για την καλύτερη διεξαγωγή του σεναρίου, ο χωρισμός θα γίνει σε ανομοιογενείς ομάδες. Ο εκπαιδευόμενος θα έχει ενεργό ρόλο και θα διαχειρίζεται ποικίλες πηγές πληροφοριών, ενώ, ο εκπαιδευτικός θα έχει συμβουλευτικό και καθοδηγητικό ρόλο, ώστε να τελεστεί το σενάριο με άρτιο τρόπο.

3.5.1.5.6. Εκτιμώμενη διάρκεια

Για την υλοποίηση του συγκεκριμένου σεναρίου απαιτούνται 13 ημέρες, περίπου δυο βδόμαδες.

3.5.1.5.7. Προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών για τα κλάσματα

Οι εκπαιδευόμενοι πριν από την τυπική διδασκαλία των κλασμάτων, αλλά και την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης, διαθέτουν, όπως είναι αναμενόμενο, τις αναγκαίες προαπαιτούμενες γνώσεις που σχετίζονται αφενός με τη γνώση των ακέραιων αριθμών και της διαίρεσης και αφετέρου, με τη λεκτική και συμβολική γραφή απλών κλασμάτων. Πέραν αυτού, όπως έχει αναφερθεί ήδη, οι εκπαιδευόμενοι, διαθετούν μια αντίληψη για τα κλάσματα από την καθημερινή τους ζωή, η οποία, για παράδειγμα, μπορεί να προέρχεται από διαδικασίες αναζήτησης του μέρους ενός όλου. Για παράδειγμα, άτυπη γνώση αποτελούν εκφράσεις που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή όπως «θα έρθω σε ένα τέταρτο της ώρας», «τα παιδιά έφαγαν τη μισή πίτσα» και «το ένα τρίτο της τάξης απουσιάζει». Συνάμα, οι γνώσεις που διαθέτουν οι μαθητές στη διαίρεση και τον πολλαπλασιασμό, αναντίρρητα, θα τους βοηθήσουν στην εκτέλεση πράξεων μεταξύ των κλασμάτων. Συνάμα, όσο αφορά το γνωστικό πεδίο της Φυσικής, οι εκπαιδευόμενοι ήδη γνώριζαν σε θεωρητικό επίπεδο από προηγούμενο κεφάλαιο τα «Υλικά σώματα», την έννοια της (χημικής) ουσίας, του μείγματος, καθώς και το ότι στην καθημερινότητά μας τα περισσότερα υλικά είναι μείγματα διάφορων ειδών. Οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν αξιοποιούν τις αντιλήψεις τους για τα κλάσματα και τα μείγματα, με στόχο την ενοποίηση της γνώσης. Τέλος, εφόσον η εκπαιδευτική παρέμβαση θα πραγματοποιηθεί σε ένα ηλεκτρονικό περιβάλλον μάθησης, η γνώση χειρισμού των υπολογιστών θα τους βοηθήσει στο να επιλύσουν και να ολοκληρώσουν τις δραστηριότητες που περιέχει το εκπαιδευτικό σενάριο αναφορικά με τα κλάσματα.

3.5.1.5.8. Σύντομη περιγραφή εκπαιδευτικού προβλήματος

Μια πρόκληση για τους μαθητές της Ε' δημοτικού αποτελεί η κατανόηση της έννοιας των κλασματικών αριθμών, διότι αποτελούν ένα περίπλοκο κατασκεύασμα, το οποίο ενέχει αρκετές δυσκολίες για αυτούς. Βέβαια, ο εκπαιδευτικός καλείται να

αποσαφηνίσει, να εξηγήσει και να ενισχύσει τους μαθητές στην προσπάθεια αποκωδικοποίησης των κλασματικών αριθμών, αφού αποτελούν μέρος της καθημερινότητάς τους και τη βάση για πολλές αλγεβρικές πράξεις.

Ειδικότερα, οι εκπαιδευόμενοι αντιμετωπίζουν δυσκολίες εννοιολογικής κατανόησης των κλασμάτων που συνδέονται με το φαινόμενο μεταφοράς χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των φυσικών αριθμών σε μη φυσικούς αριθμούς *(Ni & Zhou, 2005)*. Συνάμα, *η έννοια του μέρους –όλου* που σχετίζεται με μια εννιαία ποσότητα ή με ένα γενικότερο σύνολο αντικειμένων που δύναται να χωριστούν σε ίσα μέρη είναι αρκετά δυσνόητη για τους μαθητές, καθώς δυσκολεύονται να κατανοήσουν την σύνδεση του όλου με το μέρος, ούτως ώστε να δημιουργήσουν κλάσματα. Επίσης, οι μαθητές κάνουν λάθη στις αναπαραστάσεις των κλασματικών αριθμών, ενώ, λάθη των μαθητών παρουσιάζονται και στις διαφορετικές διαστάσεις της έννοιας του κλασματικού αριθμού και ακόμα περισσότερο στην αναγνώριση του κλασματικού αριθμού ως μέτρου και στην αναπαράστασή του στην αριθμογραμμή. Ακόμα, η *έννοια του πηλίκου* που καθιστά το κλάσμα ως αποτέλεσμα διαίρεσης φαίνεται να μην γίνεται άμεσα αντιληπτό και κατανοητό από την πλειονότητα των εκπαιδευόμενων *(Γαγάτσης κ.α., 2006)*.

Άρα, καθίσταται κατανοητό πως οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές αποδίδονται τόσο στην εννοιολογική φύση των κλασματικών αριθμών, στο συμβολισμό και τις αναπαραστάσεις τους, όσο και στις διαδικασίες λογισμού με κλασματικούς αριθμούς. Επομένως, είναι ιδιαίτερα σημαντικός ο σωστός σχεδιασμός και η εφαρμογή κατάλληλων μαθηματικών δραστηριότητων που θα ωθήσουν τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά, να δημιουργούν εννοιολογικές συνδέσεις και όχι απλά να διεκπεραιώνουν διαδικασίες.

Έτσι, η επιλογή του εκπαιδευτικού προβλήματος και του εκπαιδευτικού σεναρίου που θα παρουσιαστεί παρακάτω, αφορά όχι απλά την κατανόηση και την εκτέλεση πράξεων με κλασματικούς αριθμούς, αλλά και την εφαρμογή τους στην καθημερινή ζωή μέσα από μια σειρά βιωματικών δραστηριοτήτων.

3.5.1.5.9. Διδακτική προσέγγιση

Μεθοδολογική προσέγγιση

Η προσέγγιση του θέματος, μέσω του προτεινόμενου διδακτικού σεναρίου, πραγματοποιείται μέσω της μάθησης με επίλυση προβλήματος και της εποικοδομιστικής προσέγγισης της γνώσης. Λαμβάνοντας υπόψην της προαπαιτούμενες γνώσεις των εκπαιδευόμενων αναφορικά με την έννοια των κλασμάτων, γίνεται προσπάθεια τροποποίησης των εσφαλμένων ιδεών τους και μετασχηματισμού τους σε νέα γνώση. Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, διερευνώντας τη σχέση των κλασμάτων με τα μίγματα, ενώ μέσω της κατανόησης της διεπιστημονικής προσέγγισης της γνώσης, προκύπτει η ουσιαστικότερη κατανόηση αυτών των θεματικών ενοτήτων. Κατ' επέκταση, οι μαθητευόμενοι εκτελούν πράξεις κλασμάτων (πρόσθεση – αφαίρεση) με επιτυχία και εκπαιδεύονται στο να επιλύουν ρεαλιστικά προβλήματα.

Συνάμα, οι προσπάθειες που καταβάλλουν οι μαθητές για να κατασκευάσουν τη νέα γνώση έχει ως απόροια να διατηρηθεί, να αφομοιωθεί για μεγαλύτερο χρονικό

διάστημα και να συνδεθεί με προϋπάρχοντα γνωστικά σχήματα. Παράλληλα, η εφαρμογή και η χρήση της νέας γνώσης σε αυθεντικά περιβάλλοντα και προβληματικές καταστάσεις της καθημερινής τους ζωής αποτελεί και το τελικό ζητούμενο. Οι μαθητές λοιπόν στο προτεινόμενο σενάριο μάθησης προσθέτουν, αφαιρούν, συμπληρώνουν και ανακατασκευάζουν, ώστε να ανακαλύψουν όλες τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών – όρων των κλασματικών αριθμών.

Τέλος, μέσω της PBL οι μαθητές οικοδομούν τη λογικομαθηματική σκέψη, η οποία εμπεριέχει μια μορφή δυναμικότητας και δεν χρεάζεται να δραστηριοποιηθεί με βάση οποιαδήποτε κίνητρα, εφόσον εμπεριέχει την ευχαρίστηση μιας μαθησιακής ανάγκης του μαθητή. Η εξάσκηση των γνωστικών δομών που αυτός διαθέτει αποτελεί επιβράβευση και ενίσχυση καθαυτή. Ακόμα, η διδασκαλία μέσω της επίλυσης προβληματικών καταστάσεων αποτελεί επαγωγική μέθοδο αναζήτησης της γνώσης, εφόσον ο εκπαιδευόμενος οδηγείται από τη μελέτη ορισμένων παραδειγμάτων στη διατύπωση γενικών εννοιών, κανόνων και αρχών.

Διδακτική προσέγγιση με ΤΠΕ

Οι ΤΠΕ στο συγκεκριμένο σχέδιο εργασίας δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να προσεγγίσουν τη νέα γνώση μέσα από ένα εμπλουτισμένο μαθησιακά περιβάλλον, το οποίο την παρουσιάζει πολυτροπικά, πολυδιάστατα και πολυαισθητηριακά. Η αξιοποίηση των ΤΠΕ κατά τη μαθησιακή διαδικασία αποτελεί ένα σύγχρονο μέσο διδασκαλίας και ένα εργαλείο που υποστηρίζει και ανατροφοδοτεί το έργο, τόσο του εκπαιδευτικού, όσο του εκπαιδευόμενου. Ταυτόχρονα, η χρήση της τεχνολογίας σε κάθε διδακτική παρέμβαση συμβάλλει στην ανάπτυξη και στη διεύρυνση δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου όπως: ανάλυση, παρατήρηση, σύνθεση, επίλυση προβληματικής κατάστασης με ουσιαστικό στόχο την βελτιστοποίηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

3.5.1.5.10. Οριοθέτηση Ειδικών Εκπαιδευτικών Στόχων

Σε πλήρη αντιστοιχία με τον ευρύτερο διδακτικό σκοπό και τους ευρύτερους διδακτικούς στόχους που ήδη έχει γίνει αναφορά, μπορούν να οριστούν και οι επιμέρους στόχοι, ανά φάση του εκπαιδευτικού προγράμματος, οι οποίοι θα εναρμονίζονται με την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων που προβλέπονται σε καθεμία από αυτές. Στην περιγραφή των στόχων που επιχειρείται ακολούθως, γίνεται χρήση της αναθεωρημένης ταξινομίας στόχων του Bloom. Προηγουμένως, είναι σημαντικό να τονίσουμε πως οι εκπαιδευτικοί στόχοι διακρίνονται σε 3 κατηγορίες *(Bloom, 1956):*

- **Γνωστικό τομέα** (cognitive), που αφορά τις διεργασίες της γνώσης (knowledge)
- **Συναισθηματικό τομέα** (affective), που αφορά τις στάσεις (attitudes)
- **Ψυχοκινητικό τομέα** (psychomotor), που αφορά τις δεξιότητες (skills)

Το 2000 λοιπόν, συντελέστηκε η αναθεωρημένη ταξινομία στόχων του Bloom από τον Lorin Anderson και τον Krathwohl. Έγινε χρήση ρημάτων έναντι ουσιαστικών και στην κορυφή της πυραμίδας, τοπεθετήθηκε το ρήμα **«δημιουργώ»**, ενώ, πρώτα υπήρχε η λέξη «αξιολόγηση».

Έτσι, παρουσιάζεται ακολούθως, η αναθεωρημένη ταξινομία στόχων του Bloom, ούτως ώστε, να οριστεί η σταδιακή πραγματοποίηση στόχων υψηλότερων απαιτήσεων *(Amer, 2006)*. Τα 6 επίπεδα τώρα είναι τα ακόλουθα:

Θυμάμαι > Κατανοώ > Εφαρμόζω > Αναλύω > Αξιολογώ > Δημιουργώ

Δημιουργία (create)	Επινοούν ένα εκπαιδευτικό σενάριο αναπτύσσοντας τη μεθοδολογία STEAM (4η φάση)
Αξιολόγηση (evaluate)	Ασκούν κριτική στο εκπαιδευτικό σενάριο που δημιουργούν, έχοντας ως άξονα τη δημιουργική σκέψη (4η φάση) Επιλέγουν με ικανοποιητικό τρόπο συγκεκριμένα κριτήρια για τον έλεγχο των εκπαιδευτικών σεναρίων των λοιπών ομάδων (5η φάση)
Ανάλυση (analyze)	Πραγματοποιούν ατομική έρευνα, ταξινομούν πληροφορίες και τις κοινοποιούν στα άλλα μέλη (2ή φάση) Αποκωδικοποιούν το πρόβλημα και αναδεικνύουν θετικές και αρνητικές διαστάσεις αυτού (3η φάση)
Εφαρμογή (apply)	Ακολουθούν τις οδηγίες του προγράμματος σε όλες τις ενότητες του εκπαιδευτικού προγράμματος και χρησιμοποιούν κατάλληλα τα διαθέσιμα εργαλεία του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος (1η, 2η, 3η, 4η και 5η φάση)
Ανάκληση (remember)	Δημοσιεύουν τις αρχικές τους σκέψεις σε σχέση με την προβληματική κατάσταση που τους παρουσιάζεται (1η φάση)
Κατανόηση (understand)	Μελετούν το αναρτημένο υλικό και να το χρησιμοποιούν ουσιαστικά στη μελέτη τους (2η φάση) Τοποθετούν το πρόβλημα στο κατάλληλο πλαίσιο, αυτό της μεθοδολογίας STEAM (3η φάση)

Πίνακας 9: Αναθεωρημένη ταξινομία στόχων του Bloom

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το Common Core State Standards στα Μαθηματικά:

Ως προς το γνωστικό αντικείμενο οι μαθητές να είναι σε θέση να:

- Ανακτήσουν βασικές έννοιες της διαίρεσης και των δεκαδικών αριθμών που απαιτούνται για την κατανόηση των κλασμάτων **(remembering/ 1η φάση).**
- Διακρίνουν τους όρους του κλάσματος: αριθμητή – παρονομαστή, τί υποδηλώνουν οι όροι και τί η κλασματική γραμμή **(remembering/ 1η φάση).**

- Κατανοήσουν την έννοια του κλάσματος ως μια διαδικασία ισομερούς χωρισμού **(understanding/ 2η φάση).**
- Κατανοήσουν ότι ένα κλάσμα ½ ορίζεται ως την ποσότητα που σχηματίζεται από ένα μέρος, όταν ένα σύνολο διακρίνεται σε δύο ίσα μέρη **(understanding/ 2η φάση).**
- Αντιληφθούν τη θέση, την αξία, τον ρόλο της ακέραιης μονάδας, της κλασματικής μονάδας και των κλασματικών αριθμών **(understanding/ 2η φάση).**
- Κατανοήσουν μέσα από μια σειρά δραστηριοτήτων τη σύνδεση των κλασμάτων με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής **(understanding/ 3η φάση).**
- Χρησιμοποιήσουν εκφράσεις από την καθημερινή ζωή σχετικές με τα κλάσματα και να εμβαθύνουν στην σπουδαιότητα χρήσης αυτών **(1η, 2η, 3η,4η και 5η φάση).**
- Εφαρμόσουν χωρισμούς, πράξεις, μοιρασιές σε ίσα μέρη αλλά και να αξιολογήσουν τις σχέσεις μεταξύ των μεριδίων της διανομής **(applying & analyzing/ 3η και 4η φάση).**
- Αντιληφθούν ότι το όλο / ακέραιη μονάδα π.χ. το (1/5) δύναται να χωριστεί και σε ισοδύναμα υποσύνολα **(applying & analyzing/ 3η και 4η φάση).**
- Συνδέσουν τις έννοιες και τη γραφή των κλασματικών μονάδων με το μέρος του όλου μιας ποσότητας **(evaluating/ 4η και 5η φάση).**
- Διαπιστώσουν τις ποικίλες και διαφορετικές ποσοτικές σχέσεις δημιουργίας μιας ακέραιης μονάδας και να τις αξιολογούν με τον κατάλληλο τρόπο **(evaluating/ 5η και 6η φάση).**
- Προβλέψουν την ίση και δίκαιη μοιρασιά ενός συνόλου σύμφωνα με τον αριθμό των μελών που συμμετέχουν στη μοιρασιά **(creating/ 4η φάση).**
- Δημιουργήσουν οι ίδιοι ένα σενάριο χρήσης κλασματικών μονάδων **(creating/4η φάση).**

Ως προς την ανάπτυξη δεξιοτήτων, οι μαθητές να είναι σε θέση να:

- Διακρίνουν και να κατασκευάζουν κλάσματα.
- Πειραματίζονται σε καταστάσεις επίλυσης προβλημάτων.
- Συνδυάζουν τις γνώσεις που ήδη κατέχουν, με σκοπό να δημιουργούν νέες γνώσεις, έχοντας ως έρεισμα το γνωστικό υπόβαθρο που ήδη κατέχουν.
- Αλληλεπιδρούν και να συνεργάζονται εποικοδομητικά και αποτελεσματικά με τα μέλη μιας ομάδας και κατ΄επέκταση μιας κοινότητας.
- Συνοψίζουν και να εφαρμόζουν τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει στην επίλυση αυθεντικών προβλημάτων της καθημερινότητας.

Ως προς ανάπτυξη στάσεων, οι μαθητές να είναι σε θέση να:

- Αναγνωρίζουν την χρηστικότητα προσωπικής αναζήτησης λύσεων και να την χρησιμοποιούν για την εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων.
- Αναγνωρίζουν την σημασία της συνεργασίας και της ανταλλαγής απόψεων για την από κοινού ‘κατασκευή’ της γνώσης, στο πλαίσιο της διερεύνησης.

- Αναγνωρίζουν την αξία των γνώσεων στο πεδίο των Μαθηματικών, καθώς με την χρήση αυτών καθίσταται ευκολότερη η κατανόηση σύνθετων εννοιών.
- Αναζητούν λύσεις σε καθημερινά προβλήματα.
- Κατανοούν την σπουδαιότητα των συστημάτων διαχείρισης μάθησης στην εκπαίδευση.

Ως προς την χρήση των Νέων Τεχνολογιών, οι μαθητές να είναι σε θέση να:

- Χειρίζονται τους υπολογιστές και να κάνουν λειτουργική χρήση του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος μάθησης.
- Καλλιεργήσουν δεξιότητες χειρισμού Η/Υ και συγκεκριμένα σχεδιασμού, διαχωρισμού, αλλά και κλασματικών αριθμών.
- Αξιοποιούν τις δυνατότητες των λογιστικών φύλλων.
- Χρησιμοποιούν διαδραστικές εφαρμογές για περαιτέρω εξάσκηση και κατανόηση των κλασματικών εννοιών.
- Εμπλουτίσουν το υπό διερεύνηση γνωστικό αντικείμενο πολυαισθητηριακά και πολυτροπικά.
- Κατασκευάζουν οι ίδιοι ένα σενάριο μάθησης με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας που ανήκουν.

3.5.1.5.11. Η υπερκείμενη ιστορία –σενάριο «Καλώς ηρθατε στην Κλασματοχώρα»

Με αφορμή το παραμύθι του Σρεκ που αφηγείται ο εκπαιδευτικός, οι εκπαιδευόμενοι παίρνουν τον ρόλο των μικρών ηρώων του παραμυθιού, θέλοντας να βοηθήσουν τον Σρεκ να βρει τα υλικά της συνταγής του φαρμάκου για να βοηθήσει την πριγκίπισσα Φιόνα να ξυπνήσει από την δηλητηρίαση της από τον κακό βασιλιά. Συνδυαστικά, οι ευρύτεροι «μαθηματικοί» και «φυσικοί» στόχοι της έρευνας θα μπορούσαν να συνοψιστούν στον εξής κοινό διδακτικό στόχο: **η παρουσίαση τρόπων λύσεως, εκ μέρους των εκπαιδευόμενων, για την πρόσθεση κλασμάτων με πλαίσιο αναφοράς τα μείγματα.**

<u>Το παραμύθι αναφέρει τα εξής:</u>

*'Μια φορά κι έναν καιρό στο βασίλειο Πέρα Πέρα ζούσαν ευτυχισμένοι ο Σρεκ με την οικογένειά του. Όλα κυλούσαν ήρεμα και όμορφα, ώσπου μια μέρα ο βασιλιάς προκειμένου να εκδικηθεί τον Σρεκ, επειδή ζήλευε την ευτυχία του, δηλητηρίασε τη σύζυγό του Φιόνα, βάζοντας φαρμάκι στο φαγητό της. «Δε θα είστε ποτέ ευτυχισμένοι, θα σας καταστρέψω», φώναξε ο βασιλιάς. Έτσι, η πριγκίπισσα έπεσε σε βαθύ ύπνο και δεν ξυπνούσε με τίποτα. Τότε, ο Σρεκ στεναχωρημένος, περιπλανιόταν στο δάσος μη ξέροντας τι να κάνει. Ξαφνικά, εμφανίστηκε η νεράιδα του δάσους και θέλησε να τον βοηθήσει… Του είπε λοιπόν: «Η μόνη λύση στο πρόβλημα σου Σρεκ είναι να φτιάξεις ένα αντίδοτο για να ξυπνήσει η αγαπημένη σου… Πρέπει να ψάξεις για να βρεις όλα τα υλικά. Άνοιξε τον πάπυρο για να δεις τα υλικά, κάποια από αυτά βρίσκονται μέσα στο κάστρο του βασιλιά! Για κάθε υλικό που θα βρίσκεις, θα ανακαλύπτεις και μία μαγική λέξη που πρέπει να πεις στην αγαπημένη σου, όταν θα της δώσεις να πιει το αντίδοτο. Έχεις στην διάθεση σου 3 ώρες, διαφορετικά η αγαπημένη σου θα κοιμηθεί για πάντα….. Ξεκίνα από τώρα Σρεκ η ώρα είναι 10:00, έως της 13:00 πρέπει να έχεις βρει όλα τα υλικά. **Φτιάξε το αντίδοτο και σώσε την αγαπημένη σου Φιόνα**».*

Έτσι λοιπόν, μη έχοντας άλλη επιλογή ο Σρεκ ξεκίνησε αμέσως το ταξίδι του. «Αγαπημένη μου θα γυρίσω πίσω και θα σε σώσω» είπε αποφασισμένος ο Σρεκ. Δεν είχε άλλωστε καιρό για χάσιμο! Οι ώρες ήταν πολύτιμες. ***Θα καταφέρει να βρει όλα τα συστατικά της συνταγής του αντιδότου; Θα βοηθήσετε τον Σρεκ στην περιπέτεια του;***

Εξερευνώντας την Κλασματοχώρα

Πίνακας: Εισαγωγική διαδικασία του μαθησιακού σεναρίου

Φάση 0: Εισαγωγή Μπλε καπέλο Το καπέλο της «οργάνωσης» Παρατήρηση της προβληματικής κατάστασης & υποθέσεις	
Τίτλος	1η εκπαιδευτική δραστηριότητα Αφόρμηση – Παρουσίαση μαθησιακού σεναρίου
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα
Περιγραφή	Αρχικά, παρουσιάζεται στους εκπαιδευόμενους μια ιστορία για να γίνει κατανοητό ακολούθως το πρόβλημα προς επίλυση. ***Σκηνή 1***: Εμφάνιση του ήρωα της ιστορίας. Αφού κάνει μια σύντομη περιγραφή για το τί έχει συμβεί και αναφέρει πως το όνομά του είναι *Σρεκ*, δηλώνει πως είναι στεναχωρημένος και πως χρειάζεται να φτιάξει ένα μαγικό αντίδοτο, για να ξυπνήσει την αγαπημένη του, Φιόνα. ***Σκηνή 2***: Αφού ο Σρεκ έμαθε πως τα υλικά για το μαγικό αντίδοτο βρίσκονται μέσα στον πάπυρο, φοβάται πως δεν θα τα καταφέρει μόνος του! Γι΄αυτό το λόγο ζητά τη βοήθεια των εκπαιδευόμενων. ***Σκηνή 3***: Ο Σρεκ χαίρεται που τελικά οι εκπαιδευόμενοι θα τον βοηθήσουν στην περιπέτειά του και έτσι, θα καταφέρει να βρει όλα τα συστατικά της μαγικής συνταγής.
Στόχος	➢ Κοινοποίηση μαθησιακού σεναρίου στους εκπαιδευόμενους, με σκοπό να αυξηθεί το ενδιαφέρον τους και να εμπλακούν ενεργά.
Διάρκεια Δραστηριότητας	5 λεπτά
Τίτλος	2η εκπαιδευτική δραστηριότητα Ενημέρωση διαδικασίας

Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα
Περιγραφή	Οι εκπαιδευόμενοι μελετούν το αρχείο ενημέρωσης της διαδικασίας, που βρίσκεται σε μορφή PowerPoint, με σκοπό να ενημερωθούν για όλα τα στάδια του μαθησιακής διαδικασίας.
Στόχος	➢ Ενημέρωση των εκπαιδευομένων για την εκπαιδευτική διαδικασία που θα πραγματοποιηθεί στην ηλεκτρονική πλατφόρμα του Edmodo.
Διάρκεια Δραστηριότητας	5 λεπτά
Τίτλος	3η εκπαιδευτική δραστηριότητα Φόρουμ γνωριμίας με τα υπόλοιπα μέλη
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα
Περιγραφή	Οι εκπαιδευόμενοι που θα συμμετέχουν στο μάθημα καλούνται να γράψουν λίγα λόγια για τον εαυτό τους, ούτως ώστε, να γνωριστούν καλύτερα με τα υπόλοιπα μέλη που θα λάβουν μέρος στη διαδικασία.
Στόχος	➢ Γνωριμία μεταξύ των εκπαιδευόμενων
Διάρκεια Δραστηριότητας	10 λεπτά
Τίτλος	4η εκπαιδευτική δραστηριότητα Φόρουμ γενικής χρήσης και επίλυσης απορριών των εκπαιδευομένων
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή	Οι εκπαιδευόμενοι έχουν τη δυνατότητα σε αυτό το φόρουμ να αναρτούν ερωτήσεις οποιαδήποτε χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης, με σκοπό, να επιλυθεί από τον εκπαιδευτικό ή κάποιο άλλο εκπαιδευόμενο.
Στόχος	➢ Επίλυση απορίων κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης
Διάρκεια Δραστηριότητας	5 λεπτά
Τίτλος	5η εκπαιδευτική δραστηριότητα Ανακοινώσεις
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα για όλη την τάξη
Περιγραφή	Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται ουσιαστικά από ένα φόρουμ / πίνακα ανακοινώσεων, όπου αναρτώνται από τον εκπαιδευτικό σημαντικές ανακοινώσεις σχετικά με το μάθημα. Για παράδειγμα, δύναται να αναρτώνται οι ομάδες στις οποίες οι εκπαιδευόμενοι θα χωριστούν στην συνέχεια ή κάποιες ημερομηνίες αναφορικά με την παράδοση των εργασιών.
Στόχος	➢ Άμεση ανάρτηση σημαντικών πληροφοριών από τον εκπαιδευτικό προς τους εκπαιδευόμενους.
Διάρκεια	5 λεπτά

- ✓ Ενημέρωση διαδικασίας
- ✓ Φόρουμ γνωριμίας
- ✓ Φόρουμ γενικής χρήσης & επίλυσης απορίων
- ✓ Ανακοινώσεις

Αρχικά, παρουσιάζεται στους εκπαιδευόμενους η **«Φάση 0»,** η οποία ονομάζεται κατά αυτόν τρόπο, καθώς έχει εισαγωγικό ρόλο και δεν αποτελεί τμήμα του εκπαιδευτικού μοντέλου που έχουμε επιλέξει. Οι εκπαιδευόμενοι ενημερώνονται για τη διαδικασία και έχουν τη δυνατότητα να περιηγηθούν στην ιστοσελίδα και να γνωρίσουν τις δυνατότητες που αυτή προσφέρει. Σε αυτό το στάδιο λοιπόν, που οι μαθητευόμενοι μελετούν πληροφορίες γίνεται αξιοποίηση του **μπλε καπέλου** ή διαφορετικά του καπέλου της «οργάνωσης» από « Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα».

Πίνακας: Πρώτη φάση της εκπαιδευτικής διαδικασίας

Φάση 1: Παρουσίαση προβλήματος	
Μπλε καπέλο Το καπέλο της «οργάνωσης» Παρατήρηση της προβληματικής κατάστασης & υποθέσεις	
Τίτλος	6η εκπαιδευτική δραστηριότητα Συνέχεια ιστορίας «Το ταξίδι του Σρεκ»
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα
Περιγραφή	Συνέχεια της ιστορίας ***Σκηνή 4η :*** Ο Σρεκ εμφανίζεται και πάλι στους εκπαιδευόμενους και αποκαλύπτει τον πάπυρο που περιέχει τα υλικά της μαγικής συνταγής. ***Σκηνή 5η :*** Κάποια από τα υλικά βρίσκονται στο κάστρο του βασιλιά που θέλησε να δηλητηριάσει τη Φιόνα. Θα πρέπει να ψάξεις στο κάστρο με προσοχή!

Σκηνή 6η: Ο πρωταγωνιστής της ιστορίας μας ζητάει τη βοήθεια των εκπαιδευόμενων για να βρει τα υλικά στο κάστρο του βασιλιά.

Σκηνή 7η: Ο Σρεκ αποκαλύπτει στους εκπαιδευόμενους πως για κάθε υλικό που θα βρίσκουν στο κάστρο, θα ανακαλύπτουν και μια μαγική λέξη. Όταν συγκεντρώσουν όλες τις λέξεις, θα σχηματιστεί η φράση που θα επαναφέρει τη Φιόνα, τη σύζυγό του στη ζωή.

Σκηνή 8η: Παρουσιάζεται το ανεπαρκώς δομημένο πρόβλημα με το οποίο καλούνται να ασχοληθούν οι εκπαιδευόμενοι. Το παραμύθι του Σρεκ παρουσιάζεται με τη μορφή PPT. Τα υλικά που καλούνται να βρουν οι εκπαιδευόμενοι είναι:

- **2** αυγά του δράκου
- **1 ολόκληρη και ¼** της δυναμωτικής πίτσας που τρώνε οι ιππότες του βασιλιά
- **Τέσσερα έκτα** από το μπουκάλι νερού της ζωής που έχει ο βασιλιάς στο κάστρο
- **Τέσσερα τρίτα** από το αλεύρι που έχει ο βασιλιάς και φτιάχνει τα κουλουράκια του

Επομένως, καθώς η ιστορία ξετυλίγεται στους εκπαιδευόμενους, προκαλείται το ενδιαφέρον τους και η προσοχή τους για τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες που θα πραγματοποιηθούν στη συνέχεια.

Στόχος	➢ Παρουσίαση του ανεπαρκώς δομημένου προβλήματος στους εκπαιδευόμενους, με στόχο την ενεργή συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. ➢ Σύνδεση της νέας γνώσης με έννοιες και φράσεις της καθημερινής ζωής. ➢ Εντοπισμός αρχικών απόψεων για την έννοια και τη χρήση των κλασμάτων.

Διάρκεια	5 λεπτά

Τίτλος	7η εκπαιδευτική δραστηριότητα Θεωρία μαθηματικών
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα
Περιγραφή	Οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να παρακολουθήσουν ένα βίντεο για τα κλάσματα στο Edmodo *(Εισαγωγή στα κλάσματα)* , στο οποίο γίνεται μια σύντομη επανάληψη των γνώσεων των μαθηματικών που γνωρίζουν από παλαιότερες τάξεις του Δημοτικού. Η ανασκόπηση διαδραματίζει εξέχοντα ρόλο για την ουσιαστικότερη κατανόηση παλαιότερων γνώσεων αλλά, και για την εκμάθηση των νέων γνώσεων.
Στόχος	➢ Υπενθύμιση πρότερων γνώσεων στο γνωστικό πεδίο των Μαθηματικών και αποσαφήνιση τυχόν παρανοήσεων.
Διάρκεια	10 λεπτά

Τίτλος	8η εκπαιδευτική δραστηριότητα Λυμένες ασκήσεις μαθηματικών
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή

Παρουσιάζονται κάποιες βασικές ασκήσεις των κλασμάτων που αφορούν αναπαράσταση του κλάσματος με λεκτική μορφή, με οριζόντια αλλά και με κάθετη διαίρεση. Παράλληλα, γίνεται προβολή της πρόσθεσης ομώνυμων και ετερόνυμων κλασμάτων. Οι μαθητές ουσιαστικά μελετούν κάποια παραδείγματα πρόσθεσης, μέσω συγκεκριμένων στρατηγικών, όπως είναι το Ε.Κ.Π.

Στόχος

- Εξάσκηση στην εφαρμογή βασικών γνώσεων των κλασματικών αριθμών, δηλαδή στην πρόσθεση ομώνυμων & ετερόνυμων κλασμάτων.

Διάρκεια Δραστηριότητας

10 λεπτά

Τίτλος

9η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Εξερεύνηση κλασμάτων που είναι μεγαλύτερα της ακέραιας μονάδας (καταχρηστικά κλάσματα)

Τύπος Δραστηριότητας

Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή

Οι εκπαιδευόμενοι μέσα από ένα σύντομο κουίζ αναρωτιούνται και εξερευνούν τί συμβαίνει όταν ο αριθμητής είναι μεγαλύτερος από τον παρονομαστή. Η αριθμητική γραμμή δύναται να τους βοηθήσει στην αναγνώριση του κλάσματος ως μέτρου.

Στόχος

- Αναγνώριση και εφαρμογή κλασμάτων μεγαλύτερων της μονάδας.
- Απόκτηση νέων γνώσεων με ενεργό ρόλο των εκπαιδευόμενων.

Διάρκεια Δραστηριότητας

5 λεπτά

Τίτλος

10η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Τι είναι « Η πρόσθεση & η αφαίρεση ετερώνυμων κλασμάτων»;

Τύπος Δραστηριότητας

Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή

Οι εκπαιδευόμενοι στη δραστηριότητα αυτή μέσα από τη χρήση ενός κουίζ διερευνούν τη διαδικασία, η οποία πρέπει να ακολουθηθεί, ώστε κλάσματα που είναι ετερώνυμα, έχουν δηλαδή διαφορετικούς παρονομαστές, να μετατραπούν σε ομώνυμα.

Ουσιαστικά, αυτό δύναται να επιτευχθεί βρίσκοντας πρώτα το Ε.Κ.Π. στους παρονομαστές. Έπειτα, προσθέτουν ή αφαιρούν τους αριθμητές, αφήνοντας παρονομαστή τον ίδιο. Σε περίπτωση λάθους, εμφανίζεται η σωστή απάντηση στην οθόνη του εκπαιδευόμενου.

Στόχος

- Ανάπτυξη προβληματισμού.
- Κατανόηση της σπουδαιότητας προηγούμενων γνώσεων στην απόκτηση και κατανόηση νέων (Συμμετοχή εκπαιδευόμενου στην κατασκευή νοηματικών σχημάτων).

Διάρκεια Δραστηριότητας

5 λεπτά

Τίτλος

11η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Θεωρία Φυσικής (Μίγματα)

Τύπος Δραστηριότητας

Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή Δραστηριότητας

Παρουσιάζεται σε μορφή PowerPoint μια εισαγωγή για τα «Μίγματα», δηλαδή πως αυτά προκύπτουν από την ανάμειξη δύο ή περισσότερων ουσιών. Παράλληλα, γίνεται παρουσίαση καθημερινών διαλυμάτων , όπως ο αέρας, το αλατόνερο, τα μπρούτζινα κέρματα και οι μαθητές καλούνται να σκεφτούν πως αυτά δημιουργούν τα μίγματα. Συνάμα, είναι σημαντικό οι εκπαιδευόμενοι να αναστοχαστούν αυτές τις πληροφορίες και να ανακαλύψουν μόνοι τους, τί συνδέει τις έννοιες αυτές με την εκμάθηση και κατανόηση των κλασμάτων.

Στόχος

- Ανακάλυψη της σχέσης που συνδέει τα «Μαθηματικά» με τη «Φυσική», μέσω της εύρεσης τρόπου λύσεων για την πρόσθεση κλασμάτων με πλαίσιο αναφοράς τα μείγματα
- Διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης.

Διάρκεια Δραστηριότητας

10 λεπτά

- ✓ Θεωρία μαθηματικών
- ✓ Λυμένες ασκήσεις μαθηματικών
- ✓ Εξερεύνηση κλασμάτων που είναι μεγαλύτερα της ακέραιας μονάδας (καταχρηστικά κλάσματα)
- ✓ Τι είναι « Η πρόσθεση & η αφαίρεση ετερώνυμων κλασμάτων»;
- ✓ Θεωρία Φυσικής (Μίγματα)

Η **«Φάση 1»** είναι ουσιαστικά η αρχή του εκπαιδευτικού προγράμματος, καθώς τότε ξεκινά να αναπτύσσεται το θεωρητικό μοντέλο της PBL. Πριν από την έναρξη αυτής της φάσης, ο εκπαιδευόμενος συμπληρώνει ένα **ερωτηματολόγιο διαγνωστικής αξιολόγησης** και στην συνέχεια, γίνεται παρουσίαση της συνέχειας του μαθησιακού σεναρίου. Σε αυτό το στάδιο, επιχειρείται η γνωριμία με την ηλεκτρονική πλατφόρμα, καθώς και υπενθύμιση πρότερων γνώσεων. Επιπροσθέτως, ο εκπαιδευόμενος σε αυτή τη φάση εξακολουθεί να κάνει χρήση του **μπλε καπέλου,** ενώ, γίνεται παρουσίαση της θεωρίας των Μαθηματικών και της Φυσικής (διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης). Παράλληλα, οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν νέες γνώσεις και ξεκινούν να στοχάζονται πιθανούς τρόπους λύσεις του ανεπαρκώς δομημένου προβλήματος.

Πίνακας: Δεύτερη φάση της εκπαιδευτικής διαδικασίας

Φάση 2: Κατανόηση και ανάλυση του προβλήματος

Άσπρο καπέλο

Καταγραφή δεδομένων & αναζήτηση πληροφοριών

Τίτλος	12η εκπαιδευτική δραστηριότητα Συνέχεια ιστορίας
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή

Κάθε μαθητής καλείται να διεκπεραιώσει μια σειρά δραστηριοτήτων, προκειμένου να συλλέξει τις απαιτούμενες πληροφορίες και να βρει τα υλικά στο κάστρο του βασιλιά. Δίνεται στους εκπαιδευόμενους φύλλο εργασίας, σε μορφή pdf, με δραστηριότητες που αφορούν την υπόθεση του σεναρίου που εξελίσσεται.

Στην **πρώτη δραστηριότητα**, απεικονίζονται ρολόγια στα οποία οι εκπαιδευόμενοι δύναται να ορίσουν τους λεπτοδείκτες του ρολογιού την ώρα που τους ζητείται.

Στην **επόμενη δραστηριότητα** , οι εκπαιδευόμενοι βλέπουν τα υλικά της συνταγής και συμπληρώνουν τον πίνακα (κλάσματα, λεκτική μορφή, οριζόντια & κάθετη διαίρεση, μεικτός αριθμός).

Η **τελευταία δραστηριότητα** περιλαμβάνει έναν ογκομετρικό σωλήνα, όπου οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να σχεδιάσουν την ποσότητα του νερού που χρειάζεται ο Σρεκ από αυτό για το αντίδοτο. Ακολούθως, καλούνται να διακρίνουν κάποια μείγματα, εάν είναι ομογενή ή ετερογενή.

Στόχος

- Κατανόηση παραδειγμάτων καθημερινής ζωής που σχετίζονται με τα διαλύματα.
- Ικανότητα μοντελοποίησης καταστάσεων του πραγματικού κόσμου.
- Παρότρυνση αναζήτησης λύσης του ανεπαρκώς δομημένου προβλήματος.

Διάρκεια Δραστηριότητας

15 λεπτά

Τίτλος

13η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Ανάλυση προβλήματος

Τύπος Δραστηριότητας

Ομαδική δραστηριότητα

Περιγραφή

Οι εκπαιδευόμενοι αρχικά χωρίζονται σε ομάδες (2 – 4 άτομα). Ακολούθως, η κάθε ομάδα συζητά στο φόρουμ και προβαίνουν ουσιαστικά στην ανάλυση των δεδομένων του προβλήματος. Κατά τη διάρκεια αυτής της συζήτησης, πραγματοποιείται απάντηση κάποιων βοηθητικών ερωτήσεων που έχουν οριστεί από τον εκπαιδευτικό, για την ουσιαστικότερη κατανόηση προβλήματος.

Κατά αυτόν τον τρόπο, οι εκπαιδευόμενοι αναφέρονται στα δεδομένα που ήδη γνωρίζουν (στις πρότερες γνώσεις), αλλά δύναται να κάνουν λόγο και για στοιχεία που θα ήθελαν να γνωρίζουν ως επιπρόσθετη πληροφορία, για να οδηγηθούν στην επιτυχή λύση του προβλήματος.

Στόχος

- Ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των εκπαιδευόμενων σχετικά με τον τρόπο επίλυσης του ανεπαρκώς δομημένου προβλήματος
- Αναθεώρηση πιθανών λανθασμένων απόψεων, μέσω της συζήτησης

Διάρκεια Δραστηριότητας

10 λεπτά

Τίτλος

14η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Αξιολόγηση των μελών της ομάδας

Τύπος Δραστηριότητας

Ομαδική δραστηριότητα

Περιγραφή

Οι εκπαιδευόμενοι σε αυτό το στάδιο αξιολογούν τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας, μέσω της χρήσης μιας ρουμπρίκας που βρίσκεται σε μορφή word. Στόχο αποτελεί η ανατροφοδότηση αναφορικά με τη συμμετοχή και τη συνεργασία των μελών της ομάδας στο στάδιο της προηγούμενης συζήτησης.

Στόχος

Κατανόηση του βαθμού συνεισφοράς του κάθε εκπαιδευόμενου που ανήκει στην ίδια ομάδα με αυτόν.

Διάρκεια Δραστηριότητας

5 λεπτά

- ✓ Ανάλυση του προβλήματος
- ✓ Αξιολόγηση των μελών της ομάδας

Στη **«Φάση 2»** κύρια ενέργεια αποτελεί η αναζήτηση πληροφοριών, σχετικά με τα ζητήματα και τους προβληματισμούς που έχουν δημιουργηθεί στη «Φάση 1». Ειδικότερα, οι εκπαιδευόμενοι χωρίζονται σε ομάδες και συζητούν, ανταλλάσσουν απόψεις σχετικά με τον τρόπο επίλυσης του ανεπαρκώς δομημένου προβλήματος. Σε αυτό το στάδιο, γίνεται χρήση του **λευκού καπέλου,** το οποίο αφορά την καταγραφή των δεδομένων και την περαιτέρω αναζήτηση πληροφοριών. Το περιεχόμενο της ενότητας σχετίζεται με τη διεπιστημονική προσέγγιση, ενώ αποτελεί εφαλτήριο της ατομικής έρευνας που θα ακολουθήσει ο κάθε εκπαιδευόμενος. Τέλος, σε αυτό το στάδιο επικρατεί η κοινή γνώμη, ενώ, παράλληλα οι προβληματισμοί και τα θέματα μελέτης είναι κοινά. Σε επόμενο στάδιο, η ατομική έρευνα θα βρεθεί στο επίκεντρο των δράσεων.

Πίνακας: Τρίτη φάση εκπαιδευτικής διαδικασίας

Φάση 3: Ατομική έρευνα Κόκκινο καπέλο Συναισθήματα & ένστικτα Περιγραφή/ έλεγχος προηγούμενων γνώσεων/αυτοαξιολόγηση	
Τίτλος	15η εκπαιδευτική δραστηριότητα Συνέχεια ιστορίας
Τύπος Δραστηριόηας	Ατομική δραστηριότητα σε όλη την τάξη

Περιγραφή

Σκηνή 10: Ο Σρεκ εμφανίζεται στην οθόνη των εκπαιδευόμενων και τους επιβραβεύει για την προσπάθειά τους ως τώρα. Αναφέρει πως τα στοιχεία που είχαν ως τώρα είναι σωστά, όμως τώρα, θα τους αποκαλύψει και κάποια στοιχεία ακόμα που θα τους οδηγήσουν στην επιτυχή λύση του προβλήματος.

Σκηνή 11: Γίνεται αναφορά των επιπλέον στοιχείων: α) Έχουν ακόμα 1 ώρα και ½ της ώρας για να καταφέρουν να λύσουν το πρόβλημα και να σωθεί η σύζυγός του, β) στο κάστρο του βασιλιά, στο θρόνο του, υπάρχει ακόμα ένα υλικό για τη συνταγή, το οποίο είναι το μαγικό φίλτρο της ζωής! Από αυτό οι εκπαιδευόμενοι θα χρησιμοποιήσουν το ½.

Σκηνή 12: Παρουσιάζεται το τελικό πρόβλημα, όπως έχει διαμορφωθεί.

Τα υλικά που καλούνται να συγκεντρώσουν οι εκπαιδευόμενοι και να σχηματιστεί η τελική φράση που θα φέρει στη ζωή τη Φιόνα είναι:

- ½ του μαγικού φίλτρου της ζωής
- 2 αυγά του δράκου
- 1 ολόκληρη και ¼ της δυναμωτικής πίτσας
- 4/6 από το μπουκάλι νερού του βασιλιά
- 1 ολόκληρο και 1/3 από το αλεύρι του βασιλιά

Στόχος

- Γνωστοποίηση των επιπλέον στοιχείων
- Επανάληψη προηγούμενων στοιχείων, με σκοπό την αποφυγή τυχόν λανθασμένων ιδεών από τους εκπαιδευόμενους

Διάρκεια Δραστηριότητας

5 λεπτά

Τίτλος

16η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Οδηγίες γραφής σε αρχείο word

Τύπος Δραστηριότητας

Ατομική δραστηριότητα σε όλη την τάξη

Περιγραφή

Δίνονται οδηγίες προς στους εκπαιδευόμενους, αναφορικά με τον τρόπο δημιουργίας σχολίου σε αρχείο word, μέσω της προβολής ενός βίντεο που θα αναρτηθεί από τον εκπαιδευτικό στο Edmodo.

Στόχος

- Επίλυση απορριών ή δυσκολιών σχετικά με τον τρόπο γραφής σε word.
- Επίλυση τυχών προβλημάτων κατά την επιλογή ομαδικής λύσης. Συγκεκριμένα, θα μπορούν να κάνουν αναφορά σε κάποιο σημείο της επίλυσης του προβλήματος σε ένα από αυτά τα αρχεία word.

Διάρκεια Δραστηριότητας

5 λεπτά

Τίτλος

17η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Δημοσίευση ατομικών λύσεων

Τύπος Δραστηριότητας

Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή

Ο κάθε εκπαιδευόμενος δημοσιεύει σε μια βάση δεδομένων που έχει δημιουργηθεί στο ηλεκτρονικό περιβάλλον το αρχείο με τη δική του λύση του προβλήματος.

Στόχος

- Συλλογή της προσπάθειας του κάθε εκπαιδευόμενου, ο οποίος παρατήρησε, πειραματίστηκε και οδηγήθηκε (πιθανώς) στη λύση του προβλήματος
- Ικανότητα διερεύνησης και αναζήτησης πληροφοριών σε ένα ευρύ φάσμα δεδομένων

Διάρκεια Δραστηριότητας

15 λεπτά

Τίτλος

18η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Φτιάχνω το δικό μου μείγμα «Αντίδοτο…ενάντια στο κρυολόγημα»

Περιγραφή	Η δραστηριότητα αυτή δύναται να παρουσιαστεί από τους εκπαιδευόμενους σε ένα αρχείο word (εικόνες και αποτελέσματα), αφού την εκτελέσουν, εκτός του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος μάθησης. Προτείνεται να δημιουργήσουν ένα **συμπυκνωμένο χυμό** από **πορτοκάλια**. Αφού ο καθένας συγκεντρώσει τα απαραίτητα υλικά και αφού στύψουν 4 ποτήρια από φρέσκα πορτοκάλια, καλούνται να βράσουν (με βοήθεια ενός ενήλικα) 2 ποτήρια νερό με 2/3 του κιλού ζάχαρη. Εφόσον, «δέσει» και το αποσύρουν από τη φωτιά, προσθέτουν τα πορτοκάλια που έχουν στύψει και το αφήνουν να κρυώσει. Για ένα ποτήρι χυμό πορτοκαλιού, χρειάζεται δύο δάκτυλα σε ένα ποτήρι , το οποίο ανακατώνουν με νερό.
Στόχος	➢ Διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης. Η ζωή είναι μείγματα ➢ Αναστοχασμός σχετικά με τη σύνδεση των γνωστικών αντικειμένων των «Μαθηματικών» και της «Φυσικής». ➢ Εύρεση των συστατικών του διαλύματος που δημιούργησαν (διαλύτης & διαλυμένη ουσία) αλλά και να στοχασμός αναφορικά με το αν μπορούν να ξεχωρίσουν το νερό από το χυμό πορτοκαλιού και να δικαιολόγηση της απάντησής τους.
Διάρκεια δραστηριότητας	15 λεπτά

- ✓ Οδηγίες γραφής σε αρχείο word
- ✓ Ανάρτηση ατομικών λύσεων
- ✓ Φτιάχνω το δικό μου μείγμα «Αντίδοτο…ενάντια στο κρυολόγημα»

Στην **«Φάση 3»** του προβλήματος οι εκπαιδευόμενοι προσπαθούν να επιλέξουν την κατάλληλη στρατηγική για την επίλυση του προβλήματος. Ουσιαστικά, ολοκληρώνεται η ευρύτερη φάση κατανόησης του προβλήματος και σηματοδοτείται η έναρξη της ατομικής προσπάθειας του καθενός. Είναι υψίστης σημασίας, όχι απλώς να λύσουν το πρόβλημα, αλλά, πολύ περισσότερο να κατανοήσουν το γιατί, καθώς, και να μπορούν να το συσχετίσουν με παρόμοια που θα συναντήσουν. Για αυτό το στάδιο, όπου επιλέγεται το **κόκκινο καπέλο**, οι μαθητευόμενοι οδηγούνται σε οικειοποίηση του προβλήματος. Ο καθένας σταθμίζοντας τα δεδομένα και σύμφωνα με προηγούμενες εμπειρίες του εντοπίζει και οριοθετεί το «δικό» του πρόβλημα. Τέλος, η ουσιατική οριοθέτηση του προβλήματος θα οδηγήσει στον προσεχτικό και εμπεριστατωμένο σχεδιασμό της λύσης που θα επιλεγεί από τον καθένα ως κατάλληλη λύση.

Πίνακας: Τέταρτη φάση εκπαιδευτικής διαδικασίας

Φάση 4: Επιλογή καλύτερης λύσης

Μαύρο καπέλο

Πιθανά προβλήματα & δυσκολίες - Κρίση

Τίτλος	19η εκπαιδευτική δραστηριότητα Επιλογή στρατηγικής προς επίλυση του προβλήματος
Τύπος Δραστηριότητας	Ομαδική δραστηριότητα
Περιγραφή	Οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να ΄διορθώσουν' τις ασκήσεις των μελών τις ομάδας τους και να καταλήξουν στις σωστές απαντήσεις. Με άλλα λόγια, σε αυτό το στάδιο ελέγχουν την ποιότητα & την αποτελεσματικότητα της σκέψης του καθενός. Επομένως, αφού οι μαθητές μελετήσουν τις ατομικές λύσεις των συνεκπαιδευμένων, μέσω της χρήσης ενός φόρουμ συζήτησης προσπαθούν να καταλήξουν στην ατομική λύση που τους φαίνεται περισσότερο σωστή, έχοντας συλλέξει χρήσιμα στοιχεία και οριοθετώντας ουσιαστικά το πρόβλημα. Ταυτόχρονα, είναι πιθανό να εντοπίσουν λανθασμένες προτάσεις και να προβούν σε τροποποίηση αυτών.
Στόχος	➢ Δυνατότητα αναδιοργάνωσης των υπαρχουσών γνώσεων ➢ Ικανότητα από κοινού προσέγγισης και επίλυσης προβλημάτων ➢ Επιλογή μιας ατομικής λύσης ως ομαδική.
Διάρκεια Δραστηριότητας	15 λεπτά
Τίτλος	20η εκπαιδευτική δραστηριότητα Πληροφορίες για τον τρόπο ανάρτησης στο Padlet
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή

Καταρχάς, το padlet αποτελεί μια διαδικτυακή εφαρμογή, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να τροποποιούν, να προσθέτουν, να διαγράφουν το περιεχόμενο σε συνεργασία με άλλα άτομα.

Συνεπώς, προς διευκόλυνση των εκπαιδευομένων όσον αφορά τον τρόπο ανάρτησης της λύσης στο Padlet, παρουσιάζονται κάποιες οδηγίες σε ένα βίντεο , αναφορικά με τον τρόπο διαχείρισης αυτού.

Στόχος

- Εκμάθηση του τρόπου γραφής στο padlet

Διάρκεια Δραστηριότητας

5 λεπτά

Τίτλος

21η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Padlet

Τύπος Δραστηριότητας

Ομαδική δραστηριότητα

Περιγραφή

Οι εκπαιδευόμενοι από κάθε ομάδα καλούνται σε αυτή τη δραστηριότητα να καταγράψουν την τελική ομαδική λύση του προβλήματος. Εάν βέβαια, το κρίνουν αναγκαίο δύναται να κάνουν τροποποιήσεις σε σημεία που χρίζουν αλλαγής, προτού γράψουν το τελικό αποτέλεσμα.

Στόχος

- Δυνατότητα αναδιοργάνωσης των υπαρχουσών δεδομένων
- Συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευομένων για την παρουσίαση της λύσης του προβλήματος.

Διάρκεια Δραστηριότητας

15 λεπτά

- ✓ Επιλογή μεταξύ των εκπαιδευομένων της καλύτερης λύσης προς επίλυση του προβλήματος
- ✓ Πληροφορίες για τον τρόπο γραφής σε ένα padlet
- ✓ Padlet

Στην **«Φάση 4»** του προβλήματος γίνεται αξιοποίηση του **μαύρου καπέλου** από τα «Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα» ή διαφορετικά του καπέλου που αφορά πιθανές δυσκολίες. Πρόκειται για την πιο δημιουργική φάση, διότι στόχος είναι ο εντοπισμός δυσκολιών, η δημιουργία πιθανών εναλλακτικών λύσεων και έπειτα, η επιλογή της περισσότερο κατάλληλης για το πρόβλημα που έχει οριστεί.

Ουσιαστικά, οι εκπαιδευόεμενοι συζητούν τις ιδέες τους από την ατομική εργασία που έχει προηγηθεί και στοχάζονται αναφορικά με την πρόταση – λύση που έχει επιλέξει ο καθένας.

Ακολούθως, στην **«Φάση 5»** οι εκπαιδευόμενοι κάνουν χρήση του **κίτρινου καπέλου** που σχετίζεται με την πλήρη οριοθέτηση του προβλήματος και την παρουσίαση του τελικού παραδοτέου. Επίσης, μελετούν οδηγίες για τον τρόπο συγγραφής και τους υπενθυμίζεται ότι ο δημιουργικός τρόπος σκέψης είναι το ζητούμενο. Παράλληλα, σε αυτή τη φάση δίνεται στους μαθητευόμενους **ένα ερωτηματολόγιο αυτό-αξιολόγησης της δημιουργικής σκέψης,** με σκοπό να αντιληφθούν τα κριτήρια δημιουργικής σκέψης και να τα χρησιμοποιήσουν και στην αξιολόγηση της 'ομάδας-αδελφάκι'. Η τελική λύση της κάθε ομάδας τέλος, αναρτάται στην ιστοσελίδα.

- ✓ Πληροφορίες υποβολής εργασίας από το Padlet
- ✓ Τελική ομαδική λύση

Πίνακας: Πέμπτη φάση εκπαιδευτικής διαδικασίας

Φάση 5: Παρουσίαση λύσης

Κίτρινο καπέλο

Εκτιμήσεις & θετική στάση

Τίτλος	22η εκπαιδευτική δραστηριότητα Πληροφορίες υποβολής εργασίας από το Padlet
Τύπος Δραστηριότητας	Ομαδική δραστηριότητα
Περιγραφή	Σε ένα αρχείο Word παρουσιάζεται στους εκπαιδευόμενους η τελική διαδικασία που πρέπει να γίνει από ένα μαθητή κάθε ομάδας, με σκοπό να αντιγραφεί η τελική τους λύση του προβλήματος από το Padlet στη βάση δεδομένων. Εφόσον πραγματοποιηθεί αυτό, η εργασία τους θα γίνει ορατή στην ΄ομάδα – αδελφάκι΄. Τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας, το μόνο βήμα που χρειάζεται να ακολουθήσουν είναι να γράψουν στη βάση δεδομένων το όνομά τους, ούτως ώστε να σημειωθεί η δραστηριότητα ως ολοκληρωμένη.
Στόχος	➢ Διαμοιρασμός και κοινοποίηση της τελικής ομαδικής λύσης του προβλήματος της κάθε ομάδας
ΔιάρκειαΔραστηριότητας	10 λεπτά

Τίτλος	23η εκπαιδευτική δραστηριότητα Τελική ομαδική λύση
Τύπος Δραστηριότητας	Ομαδική δραστηριότητα
Περιγραφή	Οι εκπαιδευόμενοι σε αυτό το στάδιο αναρτούν στη βάση δεδομένων την τελική ομαδική λύση, ούτως ώστε να γίνει ορατή από την 'ομάδα-αδελφάκι'.
Στόχος	➢ Ανταλλαγή των τελικών παραδοτέων μεταξύ των ομάδων, με σκοπό στο επόμενο στάδιο να γίνει μια τελική αξιολόγηση μεταξύ τους αναφορικά με αυτά τα παραδοτέα.
Διάρκεια δραστηριότητας	5 λεπτά

Πίνακας: Έκτη φάση εκπαιδευτικής διαδικασίας

Φάση 6: Ανατροφοδότηση

Τίτλος	24η εκπαιδευτική δραστηριότητα Αποκάλυψη των μαγικών λέξεων
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα
Περιγραφή	Ο κάθε εκπαιδευόμενος 'ανοίγει' το επισυναπτόμενο link που βρίσκεται στο ηλεκτρονικό περιβάλλον μάθησης, για να εκτελέσει ένα κουίζ Αναγραμματισμού στο Wordwall. Αφού το ολοκληρώσει, αποθηκεύει το αποτέλεσμα , βάζοντας ως όνομα, το username που έχει λάβει και για την είσοδό του στο Edmodo. Έτσι, ο Σρεκ, ο ήρωας της κλασματοχώρας, φαίνεται να έχει στη διάθεσή του όλα τα υλικά, αλλά και τις μαγικές λέξεις για να ξυπνήσει τη Φιόνα.!

Στόχος

- Ικανότητα αναζήτησης και συγκέντρωσης πληροφοριών
- Ανατροφοδότηση μέσω του κουίζ σχετικά με τη λύση που έχει προταθεί

Διάρκεια Δραστηριότητας

7 λεπτά

Τίτλος

25η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Ανταλλαγή απόψεων για τη διαδικασία της ομαδικής λύσης του προβλήματος

Τύπος Δραστηριότητας

Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή

Ο κάθε εκπαιδευόμενος ‘ανοίγει ΄το επισυναπτόμενο link στο Edmodo, το οποίο θα τον μεταφέρει στον πίνακα του Padlet. Εκεί, ο κάθε εκπαιδευόμενος καλείται να απαντήσει στην ακόλουθη ερώτηση: *Θεωρείτε πως η συνεργασία στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος θα επιδρούσε θετικά στην ικανότητα των εκπαιδευόμενων να εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες και να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις;*

Στόχος

- Κατανόηση της σημασίας της συνεργασίας για τη λήψη αποφάσεων
- Σημασία του διαλόγου για τη δημιουργία από κοινού του τελικού παραδοτέου.

Διάρκεια δραστηριότητας

10 λεπτά

Τίτλος

26η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Δημιουργώντας… κατάλληλα μείγματα!

Τύπος δραστηριότητας

Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή

Με τη χρήση ενός κουίζ, στο Wordwall, οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να τοποθετήσουν στην σωστή σειρά μια λίστα από τα βήματα που είναι αναγκαίο να ακολουθήσουν για την αποτελεσματική πρόσθεση κλασμάτων , με πλαίσιο αναφοράς τα μείγματα.

Στόχος	➢ Έλεγχος από τον εκπαιδευτικό, για το αν οι μαθητευόμενοι μέσα από την παραπάνω διαδικασία μπόρεσαν να πραγματοποιήσουν με επιτυχία την πρόσθεση ομώνυμων & ετερώνυμων κλασμάτων, αλλά και να δημιουργούν μείγματα αναμειγνύοντας υλικά ➢ Δυνατότητα αναστοχασμού, από την πλευρά των μαθητών για το αν η διαδικασία αυτή, τους βοήθησε να συνεργαστούν με επιτυχία και να εκτελέσουν αποτελεσματικά κλασματικές πράξεις.
Διάρκεια Δραστηριότητας	10 λεπτά

Πίνακας: Έβδομη φάση εκπαιδευτικής διαδικασίας

Φάση 7: Αξιολόγηση	
Τίτλος	27η εκπαιδευτική δραστηριότητα Αυτοαξιολόγηση
Τύπος δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα
Περιγραφή	Μέσω της χρήσης ανάθεσης εργασίας, που μας δίνει τη δυνατότητα η εκπαιδευτική πλατφόρμα, παρέχεται στους εκπαιδευόμενους ένα αρχείο word. Σε αυτό ουσιαστικά υπάρχει μια ρουμπρίκα, στην οποία καλούνται να αξιολογήσουν τον εαυτό τους για τη ατομική λύση που είχαν γράψει.
Στόχος	➢ Αναστοχασμός εκ μέρους των εκπαιδευόμενων για το βαθμό αποτελεσματικότητας της ατομικής λύσης
Διάρκεια δραστηριότητας	5 λεπτά
Τίτλος	28η εκπαιδευτική δραστηριότητα Αξιολόγηση της ομαδικής πρότασης επίλυσης του προβλήματος
Τύπος Δραστηριότητας	Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή

Σε αυτή τη φάση δίνεται στους εκπαιδευόμενους μια ρουμπρίκα, κατά την οποία αξιολογούν την τελική ομαδική λύση του προβλήματος.

Στόχος

- Αξιολόγηση του βαθμού αποτελεσματικότητας της ομαδικής λύσης
- Αξιολόγηση του βαθμού συμμετοχής του κάθε εκπαιδευόμενου

Διάρκεια δραστηριότητας

5 λεπτά

Τίτλος

29η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Αξιολόγηση με τη χρήση ψηφιακού παιχνιδιού στο Scratch

Τύπος δραστηριότητας

Ατομική δραστηριότητα

Περιγραφή

Οι εκπαιδευόμενοι σε ατομικό επίπεδο παίζουν ένα παιχνίδι που αφορά τη διδακτική ενότητα που διδάχθηκαν, το οποίο έχει σχεδιαστεί στο Scratch και έπειτα να απαντήσουν, κάνοντας comment στην ακόλουθη ερώτηση: *Είναι σημαντικό οι εκπαιδευόμενοι να αξιοποιούν την τεχνολογία για να επιλύουν προβλήματα;*

Παράλληλα, λαμβάνουν σαφείς οδηγίες στην εκπαιδευτική πλατφόρμα για το πώς να εκτελέσουν το έργο στο Scratch.

Στόχος

- Εξοικείωση στη χρήση των νέων τεχνολογιών
- Αξιολόγηση στις έννοιες που διδάχθηκαν μέσω της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης

Διάρκεια Δραστηριότητας

10 λεπτά

Απόδραση

Τίτλος

30η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Ερωτηματολόγια μαθήματος

Τύπος δραστηριότητας

Ατομική δραστηριότητα

Πριγραφή	Μέσω της χρήσης συνδέσμου URL οι εκπαιδευόμενοι συμπληρώνουν ένα ερωτηματολόγιο που αφορά τη διαδικασία του σεναρίου.
Στόχος	➢ Συγκέντρωση πληροφοριών αναφορικά με την εκπαιδευτική διαδικασία
Διάρκεια δραστηριότητας	5 λεπτά
Ευχαριστώ για τη βοήθεια	

Στη **«Φάση 6»** ουσιαστικά έχει ολοκληρωθεί το κύριο μέρος της δραστηριότητας και υπολείπεται η αξιολόγηση της λύσης. Οι εκπαιδευόμενοι παράλληλα καλούνται να συζητήσουν τη διαδικασία της ομαδικής λύσης του προβλήματος, αλλά και της λύσης που προτάθηκε από την ομάδα 'αδελφάκι'. Επίσης, σε αυτό το σημείο, όπου ο σχεδιασμός έχει ολοκληρωθεί, οι μαθητευόμενοι έχουν τη δυνατότητα να προσεγγίσουν με ακρίβεια τις προϋποθέσεις μιας αποτελεσματικής λύσης, αλλά και να οργανώσουν τα στοιχεία που θεωρούν ότι λειτουργούν ως κριτήρια αξιολόγησης. Τέλος, γίνεται χρήση από τους 'εργαζόμενους' του **πράσινου καπέλου** που σχετίζεται με την ανταλλαγή απόψεων και την κατασκευή ενός καινοτόμου σεναρίου ως προτεινόμενης λύσης στο πρόβλημα.

- ✓ Αποκάλυψη των μαγικών λέξεων και των συστατικών
- ✓ Ανταλλαγή απόψεων για τη διαδικασία της ομαδικής λύσης του προβλήματος
- ✓ Ανταλλαγή απόψεων τελικής λύσης της ομάδας αδελφάκι
- ✓ Δημιουργώντας… κατάλληλα μείγματα!

Στη **«Φάση 7»** εκτελούν μια δραστηριότητα ομαδικά και τις υπόλοιπες σε ατομικό επίπεδο. Στο τέλος της ενότητας οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του μαθήματος που σχεδιάστηκε και εν τέλει, πληροφορούνται από το Σρεκ την ολοκλήρωση της συμμετοχής τους στο πρόγραμμα.

- ✓ Αυτοαξιολόγηση
- ✓ Αξιολόγηση της ομαδικής πρότασης επίλυσης του προβλήματος
- ✓ Αξιολόγηση με τη χρήση ψηφιακού παιχνιδιού στο Scratch
- ✓ Ερωτηματολόγια μαθήματος

3.5.1.5.12. Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση κατά την εκπαιδευτική πράξη αποτελεί ένα διαμορφωτικό μέσο βελτίωσης της παρεχόμενης εκπαίδευσης. Και αυτό γιατί, μετρά ποιοτικά και ποσοτικά αποτελέσματα της διδασκαλίας και την αποτελεσματικότητα της χρήσης των διδακτικών μέσων. Παράλληλα, έχει στόχο να διερευνήσει το βαθμό επίτευξης των διδακτικών στόχων που έχουν τεθεί.

Χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο διαγνωστικής αξιολόγησης, από όπου συλλέχθησαν στοιχεία από τους εκπαιδευόμενους σχετικά με τη μεθοδολογία STEM, αλλά και ερωτηματολόγιο, το οποίο αφορά την αποτελεσματικότητα του μαθησιακού σεναρίου στο ηλεκτρονικό περιβάλλον.

Χρησιμοποιήθηκαν επιπροσθέτως, ρουμπρίκες αξιολόγησης της συνεργασίας των εκπαιδευομένων με βάση τη μεθοδολογία STEM, αλλά και της ατομικής και ομαδικής πρότασης επίλυσης προβλήματος, με βάση τη PBL. Συνάμα, χρησιμοποιήθηκε η αυτοξιολόγηση, όσον αφορά την ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης, καθώς οι εκπαιδευόμενοι είναι χρήσιμο να μπορούν να εξετάσουν την αποτελεσματικότητα της προσπάθειάς τους.

Συνοψίζοντας, στο εκπαιδευτικό σενάριο που παρουσιάστηκε η αξιολόγηση που πραγματοποιείται έχει όλες τις μορφές (διαγνωστική, διαμορφωτική, τελική). Η διαγνωστική εφαρμόζεται στην αρχή της εκπαιδευτικής διαδικασίας και η διαμορφωτική 'διατρέχει' το σενάριο και έχει στόχο να ελένξει κατά πόσο οι μαθητές κατανοούν τις νέες έννοιες που διδάσκονται. Από την άλλη, η συνολική αξιολόγηση έχει στόχο να πιστοποιήσει το βαθμό που οι νέες γνώσεις εφαρμόζονται και σε άλλα πλαίσια από τους μαθητές.

3.6. Ερευνητικό δείγμα

Δείγμα - Συμμετέχοντες

Η δειγματοληψία ή διαφορετικά sampling αναφέρεται στη διαδικασία επιλογής του δείγματος και κατ' επέκταση στο μέρος του πληθυσμού το οποίο χρησιμοποιείται για τη διεξαγωγή μιας έρευνας. Στην παρούσα έρευνα, θα πάρουν μέρος εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και μεταπτυχιακοί φοιτητές του προγράμματος Ε – learning. Αυτά τα άτομα έλαβαν μέρος έπειτα από δική τους επιλογή και δήλωση ενδιαφέροντος. Η εκπαιδευτική παρέμβαση υλοποιήθηκε με αφορμή την στάση των μαθητών απέναντι στην εκμάθηση των Μαθηματικών και την διεκπεραίωση σχετικών ανατιθέμενων εργασιών από τον εκπαιδευτικό. Συνάμα, η εκπαιδευτική παρέμβαση αποσκοπεί από την μια πλευρά στο να λειτουργήσει υποστηρικτικά για τον εκπαιδευτικό και για τους εκπαιδευόμενους και, από την άλλη πλευρά, στο να ενισχύσει τις δεξιότητες των τελευταίων στην ολιστική αντιμετώπιση προβλημάτων του περιβάλλοντός τους.

Ποσοτική έρευνα

Για την πραγματοποίηση της παρούσας έρευνας διαμορφώθηκε και αναρτήθηκε σε πλατφόρμα κοινωνικού δικτύου εκπαιδευτικού περιεχομένου ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, με σκοπό να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων για τη διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης μέσω της μάθησης με PBL. Συγκεκριμένα, σε ποιο ποσοστό τη γνωρίζουν, εάν είναι επιμορφωμένοι ή αν ενδιαφέρονται να επιμορφωθούν σε αυτήν και κατά πόσο θεωρούν ότι θα συνέβαλε στην εκπαιδευτική διαδικασία. Συνολικά η φόρμα απαντήθηκε από 32 συμμετέχοντες κατά τον Απρίλιο 2021.

Ποιοτική έρευνα

Η υλοποίηση του προγράμματος πραγματοποιήθηκε από εκπαιδευτικούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές. Όλοι παρουσίασαν ενδιαφέρον για τη διεπιστημονική προσέγγιση και τα οφέλη χρήσης αυτής, ενώ για την πραγματοποίηση της δράσης αρχικά ενημερώθηκαν μέσω μιας εξ αποστάσεως συνάντησης στο Webex.

3.7. Υλικό

Για τη διεκπεραίωση της έρευνας δημιουργήθηκε ένα σενάριο σύμφωνα με τις αρχές της PBL, καθώς και της στρατηγικής «6 Thinking Hats». Η έρευνα έλαβε χώρα μέσω ενός ηλεκτρονικού περιβάλλοντος μάθησης και συγκεκριμένα μέσω της χρήσης του Edmodo.

Το σενάριο είχε ως αντικείμενο την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων στο μάθημα των Μαθηματικών και πιο συγκεκριμένα, την κατανόηση της έννοιας των κλασμάτων, μέσω της σύνδεσης με τη Φυσική.

Το εκπαιδευτικό σενάριο δύναται να περιλαμβάνει τα ακόλουθο υλικό:

- Παρουσίαση προϋπαρχουσών γνώσεων, αλλά και θεωρίας που είναι απαραίτητη για την εκμάθηση νέων πληροφοριών και ενσωμάτωσή τους στις υπάρχουσες γνώσεις.
- Δραστηριότητες που στοχεύουν στην κατανόηση, στην εξερεύνηση αλλά και την αφομοίωση μαθηματικών εννοιών .
- Παραδείγματα πρακτικής εφαρμογής των γνώσεων των Μαθηματικών.
- Βοηθητικό υλικό (παρουσίαση παραδείγματος που βοηθά τον εκπαιδευόμενο να οδηγηθεί στη λύση του προβλήματος)
- Πόρους – Πολυμεσικό υλικό, όπως βίντεο, εικόνες, PPT, Word.

Ειδικότερα, το εκπαιδευτικό υλικό που είχαν στη διάθεσή του οι συμμετέχοντες είναι:

- Αρχεία μορφής Word και PPT με θεωρία και ασκήσεις στο πεδίο των Μαθηματικών.
- Αρχεία PPT που περιέχουν πληροφορίες που θα βοηθούσαν τους μαθητευόμενους στην εκτέλεση δραστηριοτήτων στην ηλεκτρονική πλατφόρμα μάθησης, εάν συναντούσαν δυσκολία, εφόσον δεν είχαν εργαστεί ξανά σε παρόμοιο περιβάλλον.
- Ατομικές δραστηριότητες σε μορφή κουίζ.
- Συνεργατικές δραστηριότητες που υπάρχουν στο Edmodo , όπως αυτές του Forum και του Chat που εξυπηρετούν την επικοινωνία των εκπαιδευόμενων.
- Ρουμπρίκες αξιολόγησης που επιτρέπουν στους εκπαιδευόμενους να αξιολογήσουν τόσο τη δική τους απόδοση, όσο και της ομάδας τους.

3.8. Ερευνητικά εργαλεία

Καταρχάς, χρησιμοποιώντας τον όρο «μέθοδοι και εργαλεία» διερεύνησης, εννοούμε το σύνολο των πρακτικών που χρησιμοποιούνται κατά την εκπαιδευτική έρευνα, ούτως ώστε, να συλλεχθούν δεδομένα, τα οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως τεκμήριο για την εξαγωγή και την ερμηνεία συμπερασμάτων *(Cohen & Manion, 1997).*

Καθιστάται φανερό, πως είναι απαραίτητο τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν για την συλλογή δεδομένων να επιλέγονται με ακρίβεια και να ανταποκρίνονται στα ερευνητικά ερωτήματα. Επιπροσθέτως, είναι αναγκαίο να αναφερθεί πως υπάρχουν άμεσοι και έμμεσοι τρόποι αξιολόγησης και πως κατά την εξέλιξη του εκπαιδευτικού προγράμματος συλλέγονται δεδομένα από όλες τις φάσεις αυτού. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από:

- Ερωτηματολόγιο αναφερόμενο σε όλη τη διαδικασία της εκπαιδευτικής παρέμβασης.
- Ρουμπρίκα αυτό- αξιολόγησης.
- Ρουμπρίκα αξιολόγησης της ατομικής & ομαδικής πρότασης επίλυσης του προβλήματος.
- Συλλογή δεδομένων από την πλατφόρμα Edmodo. Για παράδειγμα, μπορούν να ελεγχθούν επιδόσεις σε δραστηριότητες, κουίζ, βαθμό χρήσης των forum συζήτησης.

Επίσης, κάποια χαρακτηριστικά του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος μάθησης είναι τα ακόλουθα:

- Ο εκπαιδευτικός είναι κυρίαρχος στο ηλεκτρονικό περιβάλλον μάθησης, εφόσον επεξεργάζεται τα περιεχόμενα, αναρτά το υλικό και παρέχει πρωτοβουλίες για συμμετοχή.
- Ο εκπαιδευτικός επεμβαίνει όταν χρειάζεται και παρέχει βοήθεια στους εκπαιδεόμενους.
- Ο εκπαιδευόμενος ενημερώνεται για τη διαδικασία που χρειάζεται να ακολουθήσει, ακολουθεί τις οδηγίες, παρακολουθεί το υλικό και εκτελεί ανατιθέμενες δραστηριότητες.
- Ο εκπαιδευόμενος συμπληρώνει ρουμπρίκες αξιολόγησης σε ορισμένες από τον εκπαιδευτικό φάσεις του προγράμματος.
- Εφαρμόζονται οι φάσεις της επιλεγόμενης μεθοδολογίας κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

3.9. Μέσα συλλογής δεδομένων

3.9.1.Ερωτηματολόγια

Σχετικά με τα ερωτηματολόγια, παρουσιάζονται ενδεικτικά :

1. <u>Ερωτηματολόγιο διαγνωστικής αξιολόγησησης</u>
   Ο εκπαιδευόμενος με την είσοδό του στο ηλεκτρονικό περιβάλλον μάθησης καλείται να συμπληρώσει ένα ερωτηματολόγιο διαγνωστικής αξιολόγησης. Αυτό αποσκοπεί στην αξιολόγηση των χαρακτηριστικών των ατόμων που θα συμμετέχουν, με σκοπό να περιγραφεί ο πληθυσμός που έλαβε χώρα στην εφαρμογή του εκπαιδευτικού προγράμματος.
2. <u>Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης μαθησιακού σεναρίου</u>
   Αφορά ένα αυτοσχέδιο ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε με βάση το Google forms με στόχο την αξιολόγηση του μαθησιακού σεναρίου, τη ροή δραστηριοτήτων και την αποτελεσματικότητας της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσω αυτού. την μέτρηση των υποκινητικών αντιδράσεων των εκπαιδευόμενων

σε αυτορρυθμιζόμενα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Οι απαντήσεις στηρίζονται στην 5βαθμια κλίμακα Likert ως εξής : 1. Διαφωνώ απόλυτα, 2. Διαφωνώ, 3. Αδιαφορώ, 4. Συμφωνώ, 5. Συμφωνώ απόλυτα.

3.9.2.Ρουμπρίκες αξιολόγησης

Οι ρουμπρίκες αξιολόγησης δύναται να διακριθούν σε:

1. Ρουμπρίκα – Αυτό - Αξιολόγηση Δημιουργικότητας
   Η ρουμπρίκα αυτή αφορά την φάση που οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να αναπτύξουν το δικό τους σχέδιο δράσης για το θέμα που έχουν επιλέξει. Έτσι λοιπόν, εξετάζονται πτυχές της δημιουργικής διαδικασίας, όπως:
   - ✓ Η ενεργοποίηση της φαντασίας.
   - ✓ Το αίσθημα αυτοπεποίθησης.
   - ✓ Η διάθεση πειραματισμού.
   - ✓ Η εφαρμογή στη διδακτική πρακτική.
   - ✓ Η διάθεση επικοικωνίας & συνεργασίας με τους άλλους εκπαιδευόμενους, συμμαθητές.
2. Ρουμπρίκα – Αξιολόγηση συνεργασίας Μελών Ομάδας (Collaboration)
   Η ρουμπρίκα αυτή σχετίζεται με την αξιολόγηση των ομότιμων της ομάδας και εξετάζονται πτυχές μιας επιτυχημένης συνεργασίας, όπως είναι η συμμετοχή σε διαδικτυακές συζητήσεις, η ικανότητα επικοινωνίας και η ολοκλήρωση καθηκόντων.
3. Ρουμπρίκα – Αξιολόγηση ατομικού παραδοτέου
   Αυτή η ρουμπρίκα αφορά την αξιολόγηση της πρότασης ατομικής λύσης του κάθε εκπαιδευόμενου. Κάποια από τα κριτήρια που τίθενται είναι η συλλογή πληροφοριών, η οργάνωση δεδομένων και η αποτελεσματική αξιοποίηση του χρόνου.
4. Ρουπρίκα – Αξιολόγηση ομαδικού παραδοτέου
   Σε αυτήν εξετάζονται στοιχεία ανάλογα με την ρουμπρίκα αξιολόγησης του ατομικού παραδοτέου. Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να αξιολογήσουν την αναζήτηση και την συνάφεια των πληροφοριών καθώς και την σύνθεση – οργάνωση ευρημάτων.

3.10. Περιορισμοί έρευνας

Κατά την πορεία ανάπτυξης της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης, δύναται να παρουσιαστούν οι παρακάτω περιορισμοί:

- Η εκπαιδευτική παρέμβαση ήταν σκόπιμο να υλοποιηθεί σε ευρύτερο πλαίσιο, δηλαδή σε μεγαλύτερο αριθμό εκπαιδευτικών, ούτως ώστε η συγκέντρωση των δεδομένων να ήταν περισσότερο αξιόπιστη. Πιο συγκεκριμένα, για να αναφερθούμε με στατιστικούς όρους, όταν το δείγμα είναι μικρό δεν μπορεί να καλύψει όλο το εύρος των τιμών των μεταβλητών που θέλουμε να μελετήσουμε (θα υπάρχει μικρότερη αντιπροσώπευση τιμών στην κατανομή). Επίσης, κατά πάσα πιθανότητα, θα είναι δυσκολότερο να εντοπίσουμε με σαφήνεια μικρές διαφορές μεταξύ των συνθηκών (σχέσεις μεταξύ μεταβλητών που είναι λιγότερο ισχυρές).

- Προαπαιτούμενο της ομαλής διεξαγωγής της έρευνας αποτελεί καταρχάς η ενημέρωση των συμμετεχόντων αναφορικά με το περιεχόμενο της ερευνητικής προσέγγισης και η διασφάλιση της συνεργασίας για την επιτυχή διεξαγωγή αυτής. Αυτές σχετίζονται με:
- Τον εντοπισμό ενός θέματος ενδιαφέροντος των μαθητών στο πεδίο των Μαθηματικών.
- Την αλληλεπιδράση και εκτέλεση του εκπαιδευτικού προγράμματος από τους συμμετέχοντες.
- Την ενημέρωση των εκπαιδευομένων για τα οφέλη και τις απαιτήσεις συμμετοχής τους στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα.
- Τον περιορισμένο χρόνο για την ολοκλήρωση της διαδικασίας, που πιθανώς να σημαίνει ότι τα τα αποτελέσματα της έρευνας οδηγούν σε εκτιμήσεις και όχι γενικεύσεις.
- Ένα ακόμα περιορισμό αποτελεί το μέρος εφαρμογής του προγράμματος. Αρχικός στόχος, ήταν η υλοποίηση αυτού στα πλαίσια της σχολικής τάξης, στην αίθουσα Πληροφορικής. Αυτό όμως, δεν κατέστη δυνατόν λόγω της πανδημίας στη χώρα μας.

3.11. Σύνοψη

Το εξ αποστάσεως εκπαιδευτικό πρόγραμμα σχεδιάζεται με βάση τις αρχές της Μάθησης μέσω Επίλυσης προβλήματος (PBL) και υποστηρίζεται από τη μεθοδολογία STEAM και τη στρατηγική τα «Τα 6 Σκεπτόμενα Καπέλα». Οι επιμέρους φάσεις του μοντέλου αναπτύσσονται γραμμικά και υποστηρίζονται από ποκίλλα εργαλεία, τα οποία ενσωματώνονται σε αυτές. Μέσα από αυτά τα εργαλεία συλλέγονται και τα δεδομένα της έρευνας, τα οποία προκύπτουν από τη συμμετοχή των εκπαιδευόμενων στις δραστηριότητες και την εκτίμηση αυτών κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του προγράμματος.

Στην πειραματική διαδικασία συμμετείχαν εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και μεταπτυχιακοί φοιτητές, κατά τη διάρκεια του Απριλίου – Μαϊου 2021.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{Ο} – ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας που διεξήχθη, σύμφωνα με τη μεθοδολογία της έρευνας που παρουσιάστηκε στο παραπάνω κεφάλαιο. Για την επεξεργασία των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν, έγινε χρήση μεθόδων περιγραφικής στατιστικής (descriptive statistics) και επαγωγικής στατιστικής (inferential statistics).

Οι ερευνητικές μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν είναι η αποτελεσματικότητα της PBL στη διδασκαλία των Μαθηματικών, υποστηριζόμενη από τη διεπιστημονική προσέγγιση και η στρατηγική «6 Thinking Hats», καθώς και η ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης. Αυτές ελέγχθηκαν μέσα από ρουμπρίκες αξιολόγησης που δημιουργήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων, καθώς και από τη χρήση ερωτηματολογίων. Για την αξιολόγηση της εσωτερικής συνέπειας έγινε χρήση του συντελεστή Cronbach alpha. Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Ειδικότερα, επιδιώκεται οι συμμετέχοντες να:

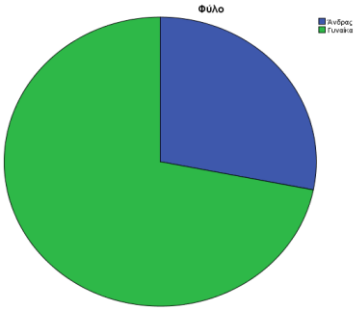
- Εξοικειωθούν με τη χρήση ηλεκτρονικών περιβαλλόντων μάθησης κοινωνικού χαρακτήρα, όπως το Edmodo.
- Κατανόησουν τη σημασία της διεπιστημονικής προσέγγισης και να την εντάξουν και ίδιοι σε άλλα γνωστικά αντικείμενα, πέρα από τα Μαθηματικά.
- Αναπτύξουν δεξιότητες STEM, καθώς και δεξιότητες δημιουργικής σκέψης.
- Συμμετέχουν ενεργά στις δραστηριότητες του εξ αποστάσεως εκπαιδευτικού προγράμματος, τόσο σε ατομικό, όσο σε συλλογικό επίπεδο.
- Ολοκληρώνουν με ευχέρεια, συνέπεια και ακρίβεια τις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού ηλεκτρονικού περιβάλλοντος.

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε ήταν ποσοτική, διότι μελετάται η σχέση μεταξύ των επιμέρους μεταβλητών που ελέγχονται στο πλαίσιο αυτό.

4.2. Περιγραφική ανάλυση των δεδομένων

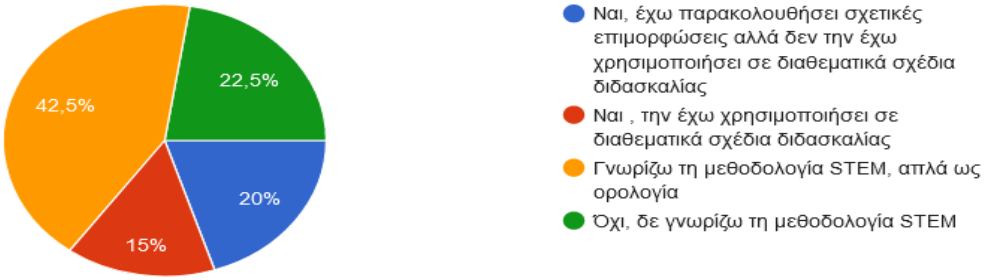
4.2.1. Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες στην παρούσα ερευνητική διαδικασία ήταν εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που εργάζονται στον Ιδιωτικό, αλλά και στο Δημόσιο τομέα, καθώς και μεταπτυχιακοί φοιτητές του «E-learning». Τα άτομα αυτά συμμετείχαν, ύστερα από δική τους επιλογή και δήλωση ενδιαφέροντος. Αρχικά, έλαβε χώρα μια εξ αποστάσεως συνάντηση, στην οποία ενημερώθηκαν για τη διαδικασία που θα ακολουθήσει και ακολούθως, οι υπόλοιπες συνάντησεις πραγματοποιήθηκαν εξ αποστάσεως μέσω της εκπαιδευτικής πλατφόρμας του Edmodo, αλλά και μέσω email. Οι συμμετέχοντες ήταν 32 και όπως φαίνεται από το παρακάτω γράφημα το ποσοστό των **γυναικών** είναι **71,9 %,** ενώ των **ανδρών 28,1 %.**



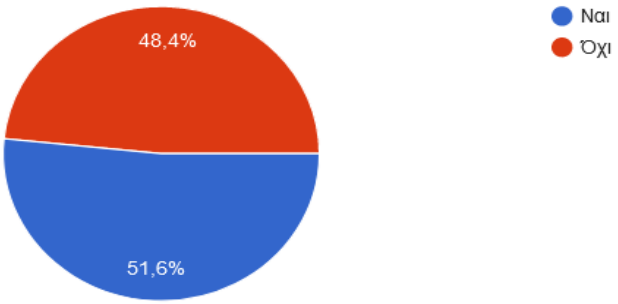
Γράφημα 1: Συμμετοχή ανδρών & γυναικών στο εξ αποστάσεως εκπαιδευτικό πρόγραμμα.

Επίσης, όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα η πλεοψηφία των συμμετεχόντων γνωρίζει τη διεπιστημονική προσέγγιση – STEM, απλά ως ορολογία, ενώ δεν έχει κάνει χρήση αυτής.



Γράφημα 2: Απεικόνιση του ποσοστού των εκπαιδευομένων που γνωρίζουν την διεπιστημονική προσέγγιση – STEM.

Παράλληλα, από τη μερίδα των ερωτηθέντων που συμμετείχαν στην έρευνα παρουσιάζεται πως οι μισοί από αυτούς, περίπου, έχουν διδάξει στη βαθμίδα της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, ενώ οι άλλοι μισοί όχι.



Γράφημα 3: Απεικόνιση του ποσοστού των εκπαιδευομένων που έχουν διδάξει στη βαθμίδα της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

4.2.2. Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα τα οποία θα εξεταστούν είναι τα παρακάτω:

Ερευνητικό ερώτημα RQ1:

Η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μπορεί να ενισχύσει τις **δεξιότητες STEM** των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή:

- **RQ1.1**.Την ικανότητα να εξερευνούν, να υποθέτουν για να λύνουν προβλήματα. Με άλλα λόγια, την ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης και διαδικασιών για την κατανόηση του φυσικού κόσμου **(Science skills)**.
- **RQ1.2**.Την ικανότητα να αξιοποιούν την τεχνολογία για να επιλύουν προβλήματα **(Tecgnological skills)**.
- **R.Q.1.3**.Την ικανότητα να προσανατολίζονται στο χώρο για να λύνουν προβλήματα, καθώς και να κατανοούν πως οι τεχνολογίες αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού **(Engineering skills).**
- **RQ1.4.**Την ικανότητα να εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες και να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις **(Mathematical skills)**.

Ερευνητικό ερώτημα RQ2:

Πόσο αποτελεσματικό είναι το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, ως προς την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης (creative thinking) των εκπαιδευόμενων;

- **RQ2.1.** Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η φαντασία, το αίσθημα αυτοπεποίηθησης, ο πειραματισμός, η επικοινωνίας με άλλα μέλη** και **η προοπτική άμεσης αξιοποίησης του παραγόμενου προϊόντος**;

Ερευνητικό ερώτημα RQ3:

Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, σε σχέση με:

- **RQ3.1.** Την επιτυχή σύνδεση της διδασκαλίας των Μαθηματικών με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.
- **RQ3.2.** Την επάρκεια του πολυμεσικού υλικού (παρουσιάσεις, σημειώσεις, παραμύθι) & τους εκπαιδευτικούς πόρους που χρησιμοποιήθηκαν.
- **RQ3.3**. Την αντιστοιχία των ψηφιακών αντικειμένων με τους στόχους του σεναρίου.

Ερευνητικό ερώτημα RQ4:

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης,η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα;

4.2.3. Στατιστική ανάλυση

Η προσέγγιση που ακολουθήσαμε σε αυτή την έρευνα είναι αυτή της ποσοτικής έρευνας, διότι αυτή χρησιμοποιείται σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα παρατηρήσεων και στοχεύει σε γενίκευση σε μεγαλύτερο πληθυσμό ατόμων. Παράλληλα, η συλλογή δεδομένων πραγματοποίεται με ερωτηματολόγια, ρουμπρίκες και πρωτόκολλα. Πραγματοποιήθηκε περιγραφική και επαγωγική στατιστική. Για παράδειγμα, για την περιγραφή ποσοτικών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκαν μεταβλητές όπως, η μέση τιμή (mean), η επικρατούσα τιμή (mode), η διάμεσος (median), η λοξότητα (skewness) και η κύρτωσης (kurtosis). Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν στατιστικά κριτήρια όπως:

- **Έλεγχος κανονικότητας Shapiro – Wilk**, εφόσον το $N \leq 50$, για να ελένξουμε ότι οι μεταβλητές που εμπεριέχονται στις παραπάνω υποθέσεις είναι συμβατές με την κανονική κατανομή.
- **Έλεγχος αξιοπιστίας Cronbach Alpha** , για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των εργαλείων που χρησιμοποιήσαμε στην έρευνα.
- T-test ενός δείγματος, **one – sample t-test,** για τη σύγκριση μιας μέσης τιμής μιας μεταβλητής με μιας θεωρητικώς ισχύουσα μέση τιμή.
- Σύγκριση μέσων τιμών δύο ανεξάρτητων ομάδων ως προς μια εξαρτημένη μεταβλητώ, μέσω του στατιστικού ελέγχου T- test για ανεξάρτητα δείγματα, **Independent Sample T- Test**.
- Έλεγχος της συσχέτισης μεταξύ δυο ποσοτικών μεταβλητών, μέσω του **συντελεστή συσχέτισης του Pearson ®**. Εξετάζουμε το δείκτη συσχέτισης Pearson για να δούμε αν υπάρχει ισχυρή, μέτρια ή καθόλου συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Ο γραμμικός συντελεστής Pearson που αφορά μεταβλητές που ακολουθούν κανονικές κατανομές παίρνει τιμές στο [-1,1], όπου:
  - το 1 σημαίνει τέλεια θετική γραμμική συσχέτιση,
  - το -1 σημαίνει τέλεια αρνητική γραμμική συσχέτιση
  - και το 0 σημαίνει ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών**.**

Συγκεκριμένα:

- Αν $|r| > 0,8$ έχουμε ισχυρή συσχέτιση
- Αν $|r|=0,5$ έχουμε μέτρια συσχέτιση
- Αν $|r|=0$ δεν έχουμε συσχέτιση – τα σημεία μας είναι τυχαία κατανεμημένα ή ακολουθούν κάποια καμπύλη.

4.2.4. Έλεγχος δεδομένων

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό εργαλείο SPSS και πιο συγκεκριμένα η IBM SPSS Statistics 20. Πρόκειται για ένα εργαλείο συλλογής

δεδομένων, του οποίου οι εντολές είναι σε μεγάλο βαθμό περιγραφικές. Αυτό το στοιχείο σημαίνει πως η ανάλυση και η κατανόηση των αποτελεσμάτων που οδηγεί σε συμπεράσματα, είναι σχετικά εύκολη. Βέβαια, η μεταφορά των δεδομένων από ερωτηματολόγια, ρουμπρίκες, ηλεκτρονικό περιβάλλον, χρειάζεται να πραγματοποιηθεί με προσοχή, για να αποφευχθούν τυχόν λάθη. Τέλος, χρειάζεται τόσο να γίνει εύρεση των συχνοτήτων για τις μεταβλητές, όσο και εύρεση μέγιστων και ελάχιστων τιμών, με σκοπό των εντοπισμό λάθους σε περίπτωση εμφάνιση τιμών μη αναμενόμενων.

4.2.5. Εσωτερική αξιοπιστία

Πριν από οποιαδήποτε ανάλυση των αποτελεσμάτων και για την ασφαλή διεξαγωγή αποτελεσμάτων, κρίνεται αναγκαίο να γίνει έλεγχος της εσωτερικής αξιοπιστίας των εργαλείων που χρησιμοποιήσαμε. Ειδικά, η αξιοπιστία ενός εργαλείου φανερώνει κατά πόσο είναι δυνατόν να παραχθούν ανάλογα αποτελέσματα, ακόμα και αν η έρευνα διεξαγόταν με διαφορετικό δείγμα από τον ίδιο πληθυσμό.

Υπάρχουν ποικίλα εργαλεία, με τα οποία μπορεί να γίνει έλεγχος της αξιοπιστίας δεδομένων. Στη δική μας έρευνα η αξιοπιστία μετρήθηκε με το δείκτη alpha του Cronbach, ο οποίος λαμβάνει τιμές από 0 έως 1.

Παρακάτω παρουσιάζονται πίνακες που πήραμε από το SPSS για να πραγματοποιηθεί έλεγχος της εσωτερικής αξιοπιστίας.

1. **Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ1**

Η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας θα πρέπει να μετρηθεί ξεχωριστά για κάθε μια από τις διαστάσεις τους συγκεκριμένου ερευνητικού ερωτήματος.

Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ1 που απευθύνεται στους εκπαιδευόμενους του προγράμματος, με στόχο να αξιολογήσουν κατά πόσο η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος ***μπορεί να ενισχύσει τις δεξιότητες STEM*** *και συγκεκριμένα:*

- Science skills
- Technological skills
- Engineering skills
- Mathematical skills

Ερευνητικό ερώτημα RQ1	Cronbach's a
Σύνολο	0,816

Πίνακας 10 : Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ1

Όπως προέκυψε από τον πίνακα *Reliability Statistics* η τιμή του **δείκτη a του Cronbach είναι 0,816**, κάτι που φανερώνει υψηλή αξιοπιστία, με την έννοια της εσωτερικής συνέπειας.

2. Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ2

Η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας θα πρέπει να μετρηθεί ξεχωριστά για κάθε μια από τις διαστάσεις τους συγκεκριμένου ερευνητικού ερωτήματος.

Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ2 που απευθύνεται στους εκπαιδευόμενους του προγράμματος, με στόχο να αξιολογήσουν πόσο αποτελεσματική είναι η εκπαιδευτική παρέμβαση που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, ως προς την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης (creative thinking) των εκπαιδευόμενων. Συγκεκριμένα, κάποιοι δείκτες που εξετάζονται είναι:

- Creative thinking
- Φαντασία
- Αυτοπεποίθηση
- Πειραματισμός
- Επικοινωνία
- Άμεση αξιοποίηση του παραγόμενου προϊόντος

Ερευνητικό ερώτημα RQ2	Cronbach's a
Σύνολο	0,513

Πίνακας 11: Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ2

Όπως προέκυψε από τον πίνακα *Reliability Statistics* η τιμή του **δείκτη a του Cronbach είναι 0,513** κάτι που φανερώνει φτωχή αξιοπιστία, με την έννοια της εσωτερικής συνέπειας.

3. Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ3

Η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας θα πρέπει να μετρηθεί ξεχωριστά για κάθε μια από τις διαστάσεις τους συγκεκριμένου ερευνητικού ερωτήματος.

Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ3 που απευθύνεται στους εκπαιδευόμενους του προγράμματος, με στόχο να αξιολογήσουν την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, σε σχέση με τους εξής δείκτες:

- Σύνδεση Μαθηματικών – Φυσικής
- Πολυμεσικό υλικό
- Αντιστοιχία στόχων

Ερευνητικό ερώτημα RQ3	Cronbach's a
Σύνολο	0,775

Πίνακας 12 : Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ3

Όπως φαίνεται από τον πίνακα *Reliability Statistics* η τιμή του **δείκτη a του Cronbach είναι 0,775**, κάτι που φανερώνει υψηλή αξιοπιστία, με την έννοια της εσωτερικής συνέπειας.

4. Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ4

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ανάλυση της αξιοπιστίας της εσωτερική συνέπειας του συγκεκριμένου ερωτήματος μελετήθηκε σε σχέση με τη μεταβλητή d_3 (Μέσος δυναμικής ηλεκτρονικού περιβάλλοντος).

Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ4 που απευθύνεται στους εκπαιδευόμενους του προγράμματος, με στόχο να αξιολογήσουν αν ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης, η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Ερευνητικό ερώτημα RQ4	Cronbach's a
Σύνολο	0,597

Πίνακας 13 : Εσωτερική αξιοπιστία Ερευνητικού ερωτήματος RQ4

Όπως προέκυψε από τον πίνακα *Reliability Statistics* η τιμή του **δείκτη a του Cronbach είναι 0,597** κάτι που φανερώνει μέτρια αξιοπιστία, με την έννοια της εσωτερικής συνέπειας.

4.2.5.1. Συμπεράσματα ως προς την εσωτερική αξιοπιστία των εργαλείων

Η εσωτερική αξιοπιστία των εργαλείων, όπως αναφέρθηκε και στην αρχή, υπολογίστηκε με τον δείκτη alpha του Cronbach (Cronbach's a), ο οποίος λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Μάλιστα όπως αναφέρουν οι George & Mallery *(2003)* τιμές του προαναφερθέντος δείκτη που είναι ≥ 0,9 θεωρούνται υπέροχες, τιμές μεταξύ του 0,8 και 0,9 θεωρούνται καλές και τιμές μεταξύ του 0,7 και 0,8 θεωρούνται αποδεκτές. Ωστόσο, τιμές μεταξύ του 0,6 και 0,7 λαμβάνονται ως οριακά αποδεκτές, τιμές μεταξύ του 0,5 και 0,6 θεωρούνται φτωχές, ενώ τιμές ≤ 0,5 θεωρούνται απαράδεκτες.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, οι ευρεθείσες τιμές θεωρούνται αποδεκτές, καθώς η μεγαλύτερη τιμή των δεικτών είναι 0, 816, ενώ η μικρότερη πλησιάζει το 0,6. Επομένως, τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζουν, σε γενικές γραμμές, αποδεκτή αξιοπιστία.

4.3. Αποδοχή ή απόρριψη των ερευνητικών υποθέσεων

Στην ενότητα αυτή πραγματοποιήθηκε ανάλυση των ερευνητικών ερωτημάτων:

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ	
Η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μπορεί να ενισχύσει τις **δεξιότητες STEM** των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή:	Μηδενική υπόθεση	Δε μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα να εξερευνούν, να υποθέτουν για να λύνουν προβλήματα. Με άλλα λόγια, την ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης και

▪ **RQ1.1**. Την ικανότητα να εξερευνούν, να υποθέτουν για να λύνουν προβλήματα. Με άλλα λόγια, την ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης και διαδικασιών για την κατανόηση του φυσικού κόσμου **(Science skills)**.		διαδικασιών για την κατανόηση του φυσικού κόσμου **(Science skills).**
	Εναλλακτική υπόθεση	Μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα να εξερευνούν, να υποθέτουν για να λύνουν προβλήματα. Με άλλα λόγια, την ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης και διαδικασιών για την κατανόηση του φυσικού κόσμου **(Science skills).**
Η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μπορεί να ενισχύσει τις **δεξιότητες STEM** των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή: ▪ **RQ1.2** Την ικανότητα να αξιοποιούν την τεχνολογία για να επιλύουν προβλήματα **(Tecgnological skills)**.	Μηδενική υπόθεση	Δε μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα να αξιοποιούν την τεχνολογία για να επιλύουν προβλήματα **(Tecgnological skills)**.
	Εναλλακτική υπόθεση	Μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα να αξιοποιούν την τεχνολογία για να επιλύουν προβλήματα **(Tecgnological skills)**.
Η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μπορεί να ενισχύσει τις **δεξιότητες STEM** των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή: ▪ **R.Q.1.3** Την ικανότητα να προσανατολίζονται στο χώρο για να λύνουν προβλήματα, καθώς και να κατανοούν πως οι τεχνολογίες αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού **(Engineering skills).**	Μηδενική υπόθεση	Δε μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα να προσανατολίζονται στο χώρο για να λύνουν προβλήματα, καθώς και να κατανοούν πως οι τεχνολογίες αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού **(Engineering skills).**
	Εναλλακτική υπόθεση	Μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα να προσανατολίζονται στο χώρο για να λύνουν προβλήματα, καθώς και να κατανοούν πως οι τεχνολογίες αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού **(Engineering skills).**
Η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μπορεί να ενισχύσει τις **δεξιότητες STEM** των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή: ▪ **RQ1.4** Την ικανότητα να εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες και να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις **(Mathematical skills)**.	Μηδενική υπόθεση	Δε μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα να εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες και να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις **(Mathematical skills)**.
	Εναλλακτική υπόθεση	Μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα να εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες και να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις **(Mathematical skills)**.
RQ2 Πόσο αποτελεσματικό είναι το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, ως προς την καλλιέργεια της	Μηδενική Υπόθεση	Το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, ως προς την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης (creative thinking) των εκπαιδευόμενων δεν είναι αποτελεσματικό.

δημιουργικής σκέψης (creative thinking) των εκπαιδευόμενων;		
	Εναλλακτική υπόθεση	Το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, ως προς την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης (creative thinking) των εκπαιδευόμενων είναι αποτελεσματικό.
RQ2.1 Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η φαντασία;**		
	Μηδενική υπόθεση	Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων δεν ενεργοποιείται **η φαντασία.**
	Εναλλακτική υπόθεση	Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η φαντασία.**
RQ2.2 Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **το αίσθημα αυτοπεποίθησης;**	Μηδενική υπόθεση	Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων δεν ενεργοποιείται **το αίσθημα αυτοπεποίθησης.**
	Εναλλακτική υπόθεση	Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **το αίσθημα αυτοπεποίθησης.**
RQ2.3 Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η διάθεση πειραματισμού;**	Μηδενική υπόθεση	Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων δεν ενεργοποιείται **η διάθεση πειραματισμού.**

	Εναλλακτική υπόθεση	Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η διάθεση πειραματισμού.**

RQ2.4 Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η επικοινωνία με άλλα μέλη;**	Μηδενική υπόθεση	Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων δεν ενεργοποιείται **η επικοινωνία με άλλα μέλη.**
	Εναλλακτική υπόθεση	Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η επικοινωνία με άλλα μέλη.**
RQ2.5 Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η προοπτική άμεσης αξιοποίησης του παραγόμενου προϊόντος;**	Μηδενική υπόθεση	Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων δεν ενεργοποιείται **η προοπτική άμεσης αξιοποίησης του παραγόμενου προϊόντος.**
	Εναλλακτική υπόθεση	Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται **η προοπτική άμεσης αξιοποίησης του παραγόμενου προϊόντος.**
Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, σε σχέση με: **RQ3.1** Την επιτυχή σύνδεση της διδασκαλίας των Μαθηματικών με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής;	Μηδενική υπόθεση	Δεν είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών όσον αφορά την επιτυχή σύνδεση της διδασκαλίας των Μαθηματικών με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.
	Εναλλακτική υπόθεση	Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών όσον αφορά την επιτυχή σύνδεση της διδασκαλίας των Μαθηματικών με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.
Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, σε σχέση με:	Μηδενική υπόθεση	Δεν είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών όσον αφορά την επάρκεια του πολυμεσικού υλικού (παρουσιάσεις, σημειώσεις, παραμύθι) & τους

RQ3.2. Την επάρκεια του πολυμεσικού υλικού (παρουσιάσεις, σημειώσεις, παραμύθι) & τους εκπαιδευτικούς πόρους που χρησιμοποιήθηκαν.		εκπαιδευτικούς πόρους που χρησιμοποιήθηκαν.
	Εναλλακτική υπόθεση	Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών όσον αφορά την επάρκεια του πολυμεσικού υλικού (παρουσιάσεις, σημειώσεις, παραμύθι) & τους εκπαιδευτικούς πόρους που χρησιμοποιήθηκαν.
Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, σε σχέση με: **RQ3.3**. Την αντιστοιχία των ψηφιακών αντικειμένων με τους στόχους του σεναρίου.	Μηδενική υπόθεση	Δεν είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών όσον αφορά την αντιστοιχία των ψηφιακών αντικειμένων με τους στόχους του σεναρίου.
	Εναλλακτική υπόθεση	Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών όσον αφορά την αντιστοιχία των ψηφιακών αντικειμένων με τους στόχους του σεναρίου. .
RQ4 Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης, η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα;	Μηδενική υπόθεση	Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης, η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», δεν επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα;
	Εναλλακτική υπόθεση	Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης, η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», δεν επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Πίνακας 14 :Ερευνητικές υποθέσεις και έλεγχος υποθέσεων/ Παρουσίαση Μηδενικής και Εναλλακτικής υπόθεσης

Για την ανάλυση των παραπάνω υποθέσεων έγινε χρήση συγκεκριμένων ερωτημάτων. Οι ερωτήσεις αυτές δόθηκαν στους εκπαιδευόμενους μέσω της χρήσης ενός ερωτηματολογίου. Οι ερωτήσεις αυτές ακολουθούν την κλίμακα Likert με 5 επίπεδα διαβάθμισης, εκτός από το RQ4, όπου η επιλογή που είχαν οι ερωτηθέντες ήταν «Ναι» ή «Όχι». Το επίπεδο 1 αντιστοιχεί στο Διαφωνώ απόλυτα, ενώ το επίπεδο 5 στο Συμφωνώ απόλυτα. Κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικές παρέμβασης έγινε χρήση και ρουμπρικών που συνετέλεσαν στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Συγκεκριμένα, παρακάτω παρουσιάζονται κάποια περιγραφικά στοιχεία σχετικά με το:

- **Ερευνητικό ερώτημα RQ1.**

Statistics

		Science skills	Technological skills	Engineering skills	Mathematical skills
N	Valid	32	32	32	32
	missing	0	0	0	0
Mean		3,09	3,25	2,91	2,69
Mode		3	4	3	3
Minimum		0	0	0	0
Maximum		4	4	4	4

Πίνακας 15: Πίνακας για τον υπολογισμό της μέσης τιμής , της επικρατούσας τιμής, των μέγιστων και ελάχιστων τιμών με την χρήση ερωτηματολογίου.

Όπως παρατηρούμε στον παραπάνω πίνακα οι μέσοι όροι των παραπάνω ερωτήσεων είναι γύρω στο 3, που αντιστοιχεί στο «Συμφωνώ». Παράλληλα, βλέπουμε ότι σαν επικρατούσα τιμή υπάρχει το 3 και το 4. Καθώς, η βαθμολογία κυμαίνεται από το 0 έως το 4, στο στατιστικό πρόγραμμα SPSS μπορούμε να λάβουμε σαν 'βάση' στην κλιμακα αυτή τον αριθμό 2.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Science skills	32	3,09	,995	,176
Technological skills	32	3,25	,950	,168
Engineering skills	32	2,91	,995	,176
Mathematic. skills	32	2,69	,998	,176

One-Sample Test

	Test Value = 2					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Science skills	6,215	31	,000	1,094	,73	1,45
Technological skills	7,440	31	,000	1,250	,91	1,59
Engineering skills	5,150	31	,000	,906	,55	1,27
Mathematic. skills	3,897	31	,000	,688	,33	1,05

Πίνακας 16: Παρουσίαση αποτελεσμάτων από το one sample t-test για τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα *One-sample Statistics* η μέση τιμή (Mean) σε όλες τις δεξιότητες Stem είναι μεγαλύτερη από το 2 που έχουμε θέσει ως test value. Μάλιστα, στα Science & Technological skills ξεπερνά το 3.

Στο δεύτερο πίνακα, δηλαδή το *One-Sample Test*, εστιάζω στο t, τους βαθμούς ελευθεριάς (df),το οποίο είναι 31, αλλά και στο Sig. που αντιστοιχεί στο 0,000 (p value). Επομένως, εφόσον το **p≤ 0,05 απορρίπτουμε τις μηδενικές υποθέσεις των υποερωτημάτων του RQ1 και δεχόμαστε τις εναλλακτικές υποθέσεις.** Με άλλα λόγια, αυτό σημαίνει πως το αποτέλεσμα της διαδικασίας ήταν θετικό και οι στόχοι που είχαν τεθεί επιτεύχθησαν. **Άρα, με την συγκεκριμένη παράμβαση δύναται να αναπτυχθούν οι δεξιότητες STEM για τους εκπαιδευόμενους**.

- **Ερευνητικό ερώτημα RQ2.**

	Creative thinking	Φαντασία	Αυτοπεποί-θηση	Πειραμα-τισμός	Επικοινωνία	Άμεση αξιοποίηση
N Valid	32	32	32	32	32	32
missing	0	0	0	0	0	0
Mean	2,88	3,34	2,88	3,16	2,75	2,69
Mode	3	4	4	3	3	3
Minimum	0	2	1	2	1	1
Maximum	4	4	4	4	4	4

Πίνακας 17: Πίνακας για τον υπολογισμό της μέσης τιμής , της επικρατούσας τιμής, των μέγιστων και ελάχιστων τιμών με την χρήση ερωτηματολογίου.

Όπως βλέπουμε παραπάνω η μέση τιμή όλων των μεταβλητών είναι αρκετά υψηλή, καθώς προσεγγίζει το 3, που αντιστοιχεί στο «Συμφωνώ». Παράλληλα, βλέπουμε ότι σαν επικρατούσα τιμή υπάρχει το 3 και το 4 για όλες τις μεταβλητές της δημιουργικής σκέψης. Καθώς, η βαθμολογία κυμαίνεται από το 0 έως το 4, μπορούμε να λάβουμε σαν 'βάση' στην κλιμακα αυτή τον αριθμό 2 και σε αυτή την περίπτωση. Παράλληλα, αξίζει να παρατηρήσουμε πως η ελάχιστη τιμή διαφέρει στις παραπάνω μεταβλητές του δεύτερου ερευνητικού ερωτήματος καθώς κινείται από 0 έως 2.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Creative thinking	32	2,88	1,040	,184
Φαντασία	32	3,34	,745	,132
Αυτοπεποίθηση	32	2,88	1,040	,184
Πειραματισμός	32	3,16	,723	,128
Επικοινωνία	32	2,75	,950	,168
Άμεση αξιοποίηση	32	2,69	,821	,145

One-Sample Test

	Test Value = 2					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Creative thinking	4,761	31	,000	,875	,50	1,25
Φαντασία	10,199	31	,000	1,344	1,08	1,61
Αυτοπεποίθηση	4,761	31	,000	,875	,50	1,25
Πειραματισμός	9,043	31	,000	1,156	,90	1,42
Επικοινωνία	4,464	31	,000	,750	,41	1,09
Άμεση αξιοποίηση	4,739	31	,000	,688	,39	,98

Πίνακας 18: Παρουσίαση αποτελεσμάτων από το one sample t-test για τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα *One-sample Statistics* η μέση τιμή(Mean) σε όλες τις μεταβλητές της Δημιουργικής σκέψης (Creative thinking) είναι μεγαλύτερη από το 2 Μάλιστα, στους δείκτες «Φαντασία» και «Πειραματισμός» ξεπερνά το 3.

Στο δεύτερο πίνακα, δηλαδή το *One-Sample Test*, εστιάζω στο t, τους βαθμούς ελευθεριάς (df),το οποίο είναι 31, αλλά και στο Sig. που αντιστοιχεί στο 0,000 (p value). Επομένως, εφόσον το **p≤ 0,05 απορρίπτουμε τις μηδενικές υποθέσεις των υποερωτημάτων του RQ2 .** Αυτό συμβαίνει, διότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών και ως εκτός τούτου, **μπορούμε να δεχτούμε τις εναλλακτικές υπόθεσεις του συγκεκριμένου ερευνητικού ερωτήματος**. Επομένως, το **εκπαιδευτικό σενάριο** που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, **ως προς την καλλιέργεια της Δημιουργικής σκέψης** (creative thinking) των εκπαιδευόμενων **είναι αποτελεσματικό**.

- **Ερευνητικό ερώτημα RQ3.**

	Σύνδεση Μαθηματικών-Φυσικής	Πολυμεσικό υλικό	Αντιστοιχία στόχων
N Valid	32	32	32
missing	0	0	0
Mean	3,06	3,38	3,31
Mode	3	4	4
Minimum	0	0	0
Maximum	4	4	4

Πίνακας 19: Πίνακας για τον υπολογισμό της μέσης τιμής , της επικρατούσας τιμής, των μέγιστων και ελάχιστων τιμών με την χρήση ερωτηματολογίου.

Όπως συμπεραίνουμε από τον παραπάνω πίνακα η μέση τιμή όλων των μεταβλητών είναι υψηλή, καθώς ξεπερνά το 3, που αντιστοιχεί στο «Συμφωνώ». Παράλληλα,

βλέπουμε ότι σαν επικρατούσα τιμή κυριαρχεί το 3 και το 4. Καθώς, η βαθμολογία κυμαίνεται από το 0 έως το 4, μπορούμε να λάβουμε σαν 'βάση' στην κλιμακα αυτή τον αριθμό 2 και στην συγκεκριμένη ερευνητική υπόθεση. Συνάμα, η ελάχιστη τιμή σε όλες τις μεταβλητές είναι 0, ενώ η μέγιστη 4.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Σύνδεση Μαθηματικών - Φυσικής	32	3,06	1,045	,185
Πολυμεσικό υλικό	32	3,38	,871	,154
Αντιστοιχία στόχων	32	3,31	,859	,152

One-Sample Test

	Test Value = 2					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Σύνδεση Μαθηματικών - Φυσικής	5,750	31	,000	1,063	,69	1,44
Πολυμεσικό υλικό	8,934	31	,000	1,375	1,06	1,69
Αντιστοιχία στόχων	8,643	31	,000	1,313	1,00	1,62

Πίνακας 20: Παρουσίαση αποτελεσμάτων από το one sample t-test για τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα.

Όπως φαίνεται παραπάνω στον πίνακα *One-sample Statistics* η μέση τιμή (Mean) σε όλους τους δείκτες που αφορούν τη δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος μάθησης είναι υψηλή, καθώς ξεπερνά το 3.

Στο δεύτερο πίνακα, δηλαδή το *One-Sample Test,* δίνω έμφαση στο t, τους βαθμούς ελευθεριάς (df),το οποίο είναι 31, αλλά και στο Sig. που αντιστοιχεί στο 0,000 (p value). Επομένως, εφόσον **το p≤ 0,05 απορρίπτουμε τις μηδενικές υποθέσεις των υποερωτημάτων του RQ3** . Αυτό συμβαίνει, καθώς υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών, άρα μπορούμε να προχωρήσουμε σε αποδοχή των εναλλακτικών υποθέσεων του συγκεκριμένου ερωτήματος. Εναλλακτικά, μπορούμε να ισχυριστούμε πως **είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος**, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, σε σχέση με τους δείκτες που έχουν οριστεί. Εναλλακτικά, δεχόμαστε την Εναλλακτική υπόθεση του συγκεκριμένου ερωτήματος.

- **Ερευνητικό ερώτημα RQ4**

	Θετικά μαθησιακά αποτελέσματα
N Valid	32
missing	0
Mean	0,88
Mode	1
Minimum	0
Maximum	1

Πίνακας 21: Πίνακας για τον υπολογισμό της μέσης τιμής , της επικρατούσας τιμής, των μέγιστων και ελάχιστων τιμών με την χρήση ερωτηματολογίου.

Καταρχάς, στο συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα που αφορά το, αν ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης θα επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, οι εκπαιδευόμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν με «Ναι» ή «Όχι». Η πρώτη μεταβλητή αντιστοιχεί στο 1, ενώ η δεύτερη στο 0. Επομένως, παρατηρούμε από παραπάνω πως η μέση τιμή είναι το 0,88. Δηλαδή, βρίσκεται πολύ κοντά στο 1. Αυτό πιστοποιείται και από το γεγονός πως το 1 είναι η επικρατούσα επιλογή στο συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα. Επίσης, σαν 'βάση' στην κλιμακα αυτή θα θέσουμε τον αριθμό 0,05. Τέλος, βλέπουμε πως η ελάχιστη τιμή είναι το 0, ενώ η μέγιστη το 1.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Θετικά μαθησιακά αποτελέσματα	32	,88	,336	,059

One-Sample Test

	Test Value = 0.05					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Θετικά μαθησιακά αποτελέσματα	13,889	31	,000	,825	,70	,95

Πίνακας 22: Παρουσίαση αποτελεσμάτων από το one sample t-test για τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα.

Όπως παρατηρούμε από τον πίνακα *One-sample Statistics* η μέση τιμή (Mean) στο τέταρτο ερευνητικό ερώτημα είναι το 0,88.

Στο δεύτερο πίνακα, δηλαδή το *One-Sample Test,* δίνω έμφαση στο t, τους βαθμούς ελευθεριάς (df),το οποίο είναι 31, αλλά και στο Sig. που αντιστοιχεί στο 0,000 (p

value). Επομένως, εφόσον **το p≤ 0,05 απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση του RQ4,** ότι δηλαδή ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης, η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», δεν επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Επομένως, **δεχόμαστε την Εναλλακτική υπόθεση και καταλήγουμε πως η πειραματική διαδικασία θα είχε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.**

4.4.Έλεγχος ερευνητικών υποθέσεων

4.4.1. Independent T - test για ανεξάρτητα δείγματα

Σύγκριση δύο μέσων όρων – Independent Sample T- Test

- **Φύλο - d_1**

Μηδενική υπόθεση (H_0): Η ανάπτυξη των δεξιοτήτων STEM στο τεχνολογικό υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης που δημιουργήθηκε, δε διαφέρει με βάση το φύλο του εκπαιδευόμενου.

Εναλλακτική υπόθεση (H_1):Η ανάπτυξη των δεξιοτήτων STEM στο τεχνολογικό υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης που δημιουργήθηκε, διαφέρει με βάση το φύλο του εκπαιδευόμενου.

Group Statistics

	Φύλο	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Μέσος Stem skills	Άνδρας	9	2,4167	1,17925	,39308
	Γυναίκα	23	3,2065	,43727	,09118

Πίνακας 23: Πίνακας για τον υπολογισμό της επικρατούσας τιμής και της τυπικής απόκλισης με την χρήση ερωτηματολογίου.

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε τους μέσους όρους (Mean) και τις τυπικές αποκλίσεις (Std. Deviation) των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής (Stem skills) των δυο ομάδων (Ανδρών – Γυναικών). Οι απαντήσεις των Γυναικών φαίνεται να βρίσκονται γύρω στο 3 που αντιστοιχεί στο «Συμφωνώ», ενώ των Ανδρών κοντά στο 2 που αντιστοιχεί «Δεν συμφωνώ ούτε διαφωνώ».

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Μέσος Stem skills	Equal variances assumed	11,816	,002
	Equal variances not assumed		

Πίνακας 24: Πίνακας Levene's Test για τον έλεγχο της ερευνητικής υπόθεσης με την χρήση ερωτηματολογίου

Ο παραπάνω πίνακας αναφέρεται στον έλεγχο Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων. Ανάλογα με την τιμή της σημαντικότητας του ελέγχου δεχόμαστε την υπόθεση ίσων διακυμάνσεων ή όχι. Εδώ, η ισχύς της υπόθεσης ίσων διακυμάνσεων είναι 0,002. Τιμή μικρότερη από το 0,05. Επομένως, **δεχόμαστε την Εναλλακτική υπόθεση**, ότι δηλαδή οι μέσοι όροι τιμών στην ανάπτυξη δεξιοτήτων Stem διαφέρουν με βάση το φύλο του εκπαιδευόμενου.

- **Φύλο – d_2**

Μηδενική υπόθεση (H_0): Η ανάπτυξη των δεικτών δημιουργικής σκέψης (creative thinking) δε διαφέρει με βάση το φύλο του εκπαιδευόμενου.

Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Η ανάπτυξη των δεικτών δημιουργικής σκέψης (creative thinking) διαφέρει με βάση το φύλο του εκπαιδευόμενου

Group Statistics

	Φύλο	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Μέσος Creative thinking	Άνδρας	9	2,8148	,56177	,18726
	Γυναίκα	23	3,0000	,45227	,09430

Πίνακας 25: Πίνακας για τον υπολογισμό της επικρατούσας τιμής και της τυπικής απόκλισης με την χρήση ερωτηματολογίου.

Στον παραπάνω πίνακα εντοπίζουμε τους μέσους όρους (Mean) και τις τυπικές αποκλίσεις (Std. Deviation) των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής (Creative thinking) των δυο ομάδων (Ανδρών – Γυναικών). Οι απαντήσεις των Γυναικών, όπως παρατηρούμε, φαίνεται να βρίσκονται στο 3 που αντιστοιχεί στο «Συμφωνώ», όπως και των Ανδρών.

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig
Μέσος Creative thinking	Equal variances assumed	,901	,350
	Equal variances not assumed		

Πίνακας 26: Πίνακας Levene's Test για τον έλεγχο της ερευνητικής υπόθεσης με την χρήση ερωτηματολογίου

Ο πίνακας αναφέρεται στον έλεγχο Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων. Ανάλογα με την τιμή της σημαντικότητας του ελέγχου, είτε δεχόμαστε την υπόθεση ίσων διακυμάνσεων είτε όχι. Εδώ, η ισχύς της υπόθεσης ίσων διακυμάνσεων είναι 0,350. Τιμή μεγαλύτερη από το 0,05, άρα δεν απορρίπτουμε τη Μηδενική υπόθεση, που σημαίνει πως οι μέσοι όροι τιμών στην ανάπτυξη της Creative thinking διαφέρουν με βάση το φύλο του εκπαιδευόμενου.

4.4.2. Συντελεστής συσχέτισης Pearson

- **Συντελεστής συσχέτισης Pearson: d_1 - d_2**

Στην ανάλυση συσχέτιση ελέγχεται το ακόλουθο:

Μηδενική υπόθεση (H_0): Δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών ή r=0

Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών ή r# 0

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Μέσος Stem skills	2,9844	,79041	32
Μέσος Creative thinking	2,9479	,48349	32

Πίνακας 27: Πίνακας για τον υπολογισμό της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης με την χρήση ερωτηματολογίου

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε κάποια περιγραφικά στατιστικά. Συγκεκριμένα, τον αριθμό του δείγματος, N= 32, αλλά και το μέσο όρο και την τυπική απόκλιση για κάθε μεταβλητή. Στο δεύτερο πίνακα, τον οποίο μπορούμε να ονομάσουμε και Correlation Matrix εντοπίζουμε τον συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των Stem skills και του Creative thinking. Εστιάζουμε στο **sig.=0,903>0,8,** γεγονός το οποίο σημαίνει πως υπάρχει **μια θετική ισχυρή συσχέτιση** μεταξύ των μεταβλητών **d_1 - d_2.** Άρα, δεχόμαστε την **Εναλλακτική υπόθεση,** δηλαδή ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών d_1 - d_2.

Correlations

		Μέσος Stem skills	Μέσος Creative thinking
Μέσος Stem skills	Pearson Correlation	1	,022
	Sig. (2-tailed)		,903
	N	32	32
Μέσος Creative thinking	Pearson Correlation	,022	1
	Sig. (2-tailed)	,903	
	N	32	32

Πίνακας 28: Πίνακας Correlation Matrix για τον έλεγχο της συσχέτισης των μεταβλητών μς την χρήση ερωτηματολογίου

- **Συντελεστής συσχέτισης Pearson: d_3- RQ4**

Στην ανάλυση συσχέτιση ελέγχεται το ακόλουθο:

Μηδενική υπόθεση (H_0): Δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών ή r=0

Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών ή r# 0

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Μέσος Δυναμική ηλεκ.περιβαλλοντος	3,2500	,77135	32
Θετικά μαθησιακά αποτελέσματα	,88	,336	32

Πίνακας 29: Πίνακας για τον υπολογισμό της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης με την χρήση ερωτηματολογίου

Η συσχέτιση Pearson, όπως έχουμε αναφέρει αξιολογεί τη γραμμική σχέση μεταξύ δύο συνεχών μεταβλητών. Μια σχέση είναι γραμμική, όταν μια αλλαγή σε μια μεταβλητή συνδέεται με μια αναλογική μεταβολή στην άλλη μεταβλητή. Από τον πίνακα Descriptive Statistics παρατηρούμε το Mean και το Std. Deviation για κάθε μεταβλητή. Θα εστιάσουμε στον πίνακα Correlation Matrix και πιο ειδικά στο Sig., το οποίο φαίνεται να ισούται με το 0. Αυτό σημαίνει πως **δεχόμαστε τη Μηδενική υπόθεση**, δηλαδή ότι |r|=0 δεν έχουμε συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών ή πως τα σημεία μας είναι τυχαία κατανεμημένα. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι δύναται να υπάρξει άλλου είδους συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Correlations

		Μέσος Δυναμική ηλεκ.περιβαλλοντος	Θετικά μαθησιακά αποτελέσματα
Μέσος Δυναμική ηλεκ.περιβαλλοντος	Pearson Correlation	1	,581**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	32	32
Θετικά μαθησιακά αποτελέσματα	Pearson Correlation	,581**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	32	32

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Πίνακας 30: Πίνακας για τον υπολογισμό της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης με την χρήση ερωτηματολογίου

4.4. Σύνοψη

Από τη στατιστική ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων που πραγματοποιήθηκε παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι τα ερευνητικά ερωτήματα και τα υποερωτήματα που προέκυψαν από αυτά, αναγνωρίζονται ως αληθή στο σύνολό τους. Ειδικότερα:

- ✓ Οι εκπαιδευόμενοι στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», δύναται να καλλιεργήσουν τις δεξιότητες STEM (RQ1).
- ✓ Οι εκπαιδευόμενοι μέσα από το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, δύναται να αναπτύξουν δεξιότητες της Δημιουργικής σκέψης (RQ2).
- ✓ Η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία, κρίθηκε ως αποτελεσματική (RQ3).
- ✓ Οι εκπαιδευόμενοι με την περάτωση της πειραματικής διαδικασίας υποστήριξαν πως ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης,η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», θα επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα για μαθητές της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (RQ4).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1. Επισκόπηση αποτελεσμάτων

Στην ενότητα αυτή γίνεται προσπάθεια μιας συνολικής επισκόπησης της μεθοδολογίας έρευνας που ακολουθήθηκε και ακολούθως παρουσιάζονται εν συντομία τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτής.

5.1.1. Σύνοψη μεθοδολογίας έρευνας

Η ροή των εργασιών που έλαβε χώρα στο πλαίσιο της παρούσας ερευνητικής διαδικασίας, με σκοπό να αποτελέσει μια ολοκληρωμένη και πλήρη πρόταση διδασκαλίας και εκμάθησης των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, αφορούσε συγκεκριμένα την ενότητα των Κλασμάτων, υλοποιήθηκε με τη μέθοδο της «Problem Based Learning» σε ένα ηλεκτρονικό περιβάλλον μάθησης κοινωνικού περιεχομένου (Edmodo) και πραγματοποιήθηκε εξ αποστάσεως σε εφτά φάσεις. Οι διδακτικές συναντήσεις έγιναν είτε με τη χορήγηση μαθησιακών έργων ψηφιακής μορφής, είτε δίχως την αξιοποίηση των δυνατοτήτων του ψηφιακού περιβάλλοντος του Edmodo.

Ο ερευνητικός στόχος αναλύθηκε σε διακριτούς στόχους, κατά τους οποίους οι εκπαιδευόμενοι κλήθηκαν να αναπτύξουν ορισμένες δεξιότητες. Κατ΄επέκταση, οι στόχοι ομαδοποιήθηκαν και αποδόθηκαν ως ερευνητικά ερωτήματα, με στόχο να καταστεί εφικτή η διερεύνηση και η μέτρηση της αποτελεσματικότητας της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης. Τα ερευνητικά ερωτήματα παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Ερευνητικό ερώτημα RQ1**

Η ενορχήστρωση ενός σεναρίου που βασίζεται στην «Problem Based Learning», συνδυάζοντας τη με τη στρατηγική «6 Thinking Hats», στο πλαίσιο ενός τεχνολογικά υποστηριζόμενου περιβάλλοντος μπορεί να ενισχύσει τις **δεξιότητες STEM** των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης;

- **Ερευνητικό ερώτημα RQ2**

Πόσο αποτελεσματικό είναι το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε σύμφωνα με την «Problem Based Learning», σε συνδυασμό με την στρατηγική «6 Thinking Hats» και με άξονα τη διεπιστημονική προσέγγιση, ως προς την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης **(creative thinking)** των εκπαιδευόμενων;

- **Ερευνητικό ερώτημα RQ3**

Είναι θετική η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών, αναφορικά με την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, που αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση, υποστηριζόμενη από τη PBL θεωρία;

- **Ερευνητικό ερώτημα RQ4**

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης,η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης,

υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning», επέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα;

5.1.2. Σύνοψη αποτελεσμάτων έρευνας

Από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από τη διεξαγωγή της ερευνητικής διαδικασίας παρατηρήσαμε πως υπάρχει επαλήθευση στο σύνολο των εναλλακτικών υποθέσεων που ορίστηκαν σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα. Επομένως, αναλογικά προκύπτει πως η εξ αποστάσεως εκπαιδευτική παρέμβαση ήταν επιτυχής, ως προς την υλοποίηση των στόχων που είχαν τεθεί.

Συγκεκριμένα, αναφορικά με την αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης ροής εργασιών για την εξοικείωση των συμμετεχόντων σε σχέση με τη μεθοδολογία STEAM (RQ1) προκύπτει ότι:

- **RQ1.1.** Οι εκπαιδευόμενοι είναι σε θέση να εξερευνούν, να υποθέτουν για να λύνουν προβλήματα. Με άλλα λόγια, διαθέτουν την ικανότητα χρήσης της επιστημονικής γνώσης και διαδικασιών για την κατανόηση του φυσικού κόσμου (Science skills).
- **RQ1.2.**Οι εκπαιδευόμενοι είναι σε θέση να αξιοποιούν την τεχνολογία για να επιλύουν προβλήματα (Tecgnological skills).
- **R.Q.1.3.** Οι εκπαιδευόμενοι είναι σε θέση να προσανατολίζονται στο χώρο για να λύνουν προβλήματα, καθώς και να κατανοούν πως οι τεχνολογίες αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού **(**Engineering skills).
- **RQ1.4.** Οι εκπαιδευόμενοι είναι σε θέση να εκτελούν πράξεις, να αιτιολογούν, να συλλέγουν πληροφορίες και να επιλύουν προβλήματα σε διαφορετικές καταστάσεις (Mathematical skills).

Στη συνέχεια, από το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα (RQ2) επαληθεύεται η δυναμική της εκπαιδευτικής παρέμβασης, σε σχέση με την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης (creative thinking) των εκπαιδευόμενων, καθώς:

- Όταν οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο περιβάλλον μάθησης για την επίλυση προβλημάτων ενεργοποιείται
  - ✓ **RQ2.1** Η φαντασία,
  - ✓ **RQ2.2** το αίσθημα αυτοπεποίηθησης,
  - ✓ **RQ2.3** ο πειραματισμός,
  - ✓ **RQ2.4** η επικοινωνίας με άλλα μέλη και
  - ✓ **RQ2.5** η προοπτική άμεσης αξιοποίησης του παραγόμενου προϊόντος

Επιπροσθέτως, από το τρίτο ερευνητικό ερώτημα (RQ3) διαπιστώνεται πως η αξιολόγηση των συμμετεχόντων είναι θετική όσον αφορά τη δυναμική του ηκετρονικού περιβάλλοντος μάθησης σχετικά με τους εξής δείκτες:

- **RQ3.1.** Την επιτυχή σύνδεση της διδασκαλίας των Μαθηματικών με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.
- **RQ3.2.** Την επάρκεια του πολυμεσικού υλικού (παρουσιάσεις, σημειώσεις, παραμύθι) & τους εκπαιδευτικούς πόρους που χρησιμοποιήθηκαν.

- **RQ3.3**. Την αντιστοιχία των ψηφιακών αντικειμένων με τους στόχους του σεναρίου.

Τέλος, οι εκπαιδευόμενοι μέσα από την συμμετοχή τους στη ροή εργασιών του προγράμματος αξιολογούν με θετικό τρόπο το σχεδιασμό και την υλοποίηση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης,η οποία αφορά τη διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης, υποστηριζόμενη από τη «Problem Based Learning»(RQ4).

5.2. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Κατά τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας ελήφθησαν υπόψη κάποιοι περιορισμοί. Ο πιο αξιοσημειώτος αυτών είναι το μέγεθος του δείγματος, όπου στη δική μας περίπτωση αυτό ισούται με τη συμμετοχή 32 ατόμων. Πιθανώς, τα αποτελέσματα της έρευνας να ήταν διαφορετικά, εάν το δείγμα ήταν μεγαλύτερο ή εάν η συμμετοχή των ανδρών ήταν ισάξια ή μεγαλύτερη από αυτή των γυναικών. Είναι γεγονός, πως οι στατιστικές μέθοδοι συνιστούν το δείγμα να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερο, για ασφαλέστερη εξαγωγή συμπερασμάτων. Παράλληλα, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων φάνηκε να είναι ενθουσιασμένη σε σχέση με το αντικείμενο της έρευνας, ενώ αρκετά μεγάλο ποσοστό αυτών γνώριζε τη μεθοδολογία STEM, τουλάχιστον ως ορολογία. Ωστόσο, ο αποκλειστικά ηλεκτρονικός τρόπος επικοινωνίας του ερευνητή με τους εκπαιδευόμενους, αλλά και των εκπαιδεύομενων μεταξύ τους, φάνηκε να δημιούργησε κάποιες δυσκολίες. Αυτό το στοιχείο, ήταν ιδιαιτέρως έντονο, όταν οι εκπαιδευόμενοι είχαν να διεκπεραιώσουν συνεργατικές δραστηριότητες. Έτσι, παρότι γνώστες της χρήσης Νέων Τεχνολογιών, φάνηκε να είναι επιφυλακτικοί ως προς την επικοικωνία σε ένα ηλεκτρονικό περιβάλλον μάθησης.

Ένα άλλο στοιχείο, το οποίο κρίνω αναγκαίο να αναφέρω είναι πως η αρχική επικοινωνία πραγματοποιήθηκε μέσω μιας εξ αποστάσεως συνάντησης, όπου οι εκπαιδευόμενοι ενημερώθηκαν για τη διαδικασία του εκπαιδευτικού προγράμματος και συνεχίστηκε σε όλη τη διάρκεις των φάσεων του προγράμματος. Ωστόσο, παρότι υπήρχε προτροπή από τον εκπαιδευτή να γίνεται χρήση των δυνατοτήτων του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος του Edmodo(chat, forum), αρκετοί από τους συμμετέχοντες εξακολούθησαν να κάνουν χρήση του email για οποιαδήποτε απορία ή διευκρίνιση. Επίσης, λόγω του φόρτου εργασίας αυτών δόθηκε μια μικρή χρονική παράταση στην παράδοση εργασιών, από ότι είχε αρχικά υπολογιστεί.

Σχετικά με την στατιστική ανάλυση των ευρημάτων που συλλέχθηκαν από τη διεξαγωγή της ερευνητικής διαδικασίας καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως υπάρχει επαλήθευση στο σύνολο των εναλλακτικών υποθέσεων, οι οποίες διατυπώθηκαν με γνώμονα τα ερευνητικά ερωτήματα. Με άλλα λόγια, καταλήγουμε πως η προτεινόμενη εκπαιδευτική παρέμβαση ήταν επιτυχής ως προς την υλοποίηση των στόχων που είχαν οριστεί εξαρχής.

5.3. Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη και έρευνα

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά την εκμάθηση και τη διδασκαλία των Μαθηματικών σε μαθητές Έ δημοτικού, μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης. Η ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας του Edmodo, χρησιμοποιώντας

ταυτόχρονα το μοντέλο της «Problem based Learning» και τη μεθοδολογία STEM εφαρμόζοντας συνάμα τη στρατηγική «The 6 Thinking Hats». Στόχος της συγκεκριμένης παρέμβασης ήταν να αναπτύξουν οι εκπαιδευόμενοι δεξιότητες STEM, αλλά και δείκτες της δημιουργικής σκέψης, όπως η φαντασία, το αίσθημα αυτοπεποίθησης και ο πειραματισμός. Αφού ολοκλήρωσαν τις φάσεις του εκπαιδευτικού προγράμματος, κλήθηκαν να αξιολογήσουν, μέσω ερωτηματολογίου, την εκπαιδευτική δυναμική του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος και το εάν ο σχεδιασμός αυτού θα επέφερε τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα σε μαθητές που φοιτούν στην Ε΄ δημοτικού.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν στοιχεία τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω μελλοντική έρευνα. Παρακάτω παρατίθενται κάποιες προτάσεις:

- Να πραγματοποιηθεί εκ νέου το εξ αποστάσεως εκπαιδευτικό πρόγραμμα αμιγώς σε εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, ούτως ώστε να υπάρχει άμεση σύνδεση των ευρημάτων της έρευνας με την τρέχουσα εκπαιδευτική πραγματικότητα στο Δημοτικό.
- Να προσαρμοστεί το περιεχόμενο και οι δραστηριότητες του προγράμματος, με σκοπό να συμμετέχουν σε αυτό μαθητές της Έ τάξης. Οι μαθητές δύναται να χωριστούν σε ομάδες και να επιλύσουν ένα «πρόβλημα» σύμφωνα με τις φάσεις της Problem based Learning και της στρατηγικής «The 6 Thinking Hats», όπως εξελίσσονται σύμφωνα με την υπερκείμενη ιστορία – σενάριο.
- Να εξεταστεί περαιτέρω η αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας STEM σε σχέδια διδασκαλίας και σε άλλα γνωστικά αντικείμενα, αλλά και ως προς την καλλιέργεια άλλων σημαντικών δεξιοτήτων, όπως η επίλυση προβλήματος και η επικοινωνία.
- Να χρησιμοποιηθεί το παρόν ηλεκτρονικό περιβάλλον του Edmodo και στο μέλλον για την οργάνωση και την εκτέλεση και άλλων επιμορφωτικών προγραμμάτων που θα επεκτείνουν τον αρχικό προσανατολισμό του. Κατά αυτόν τον τρόπο, θα μπορούσε να αποτελέσει μια πρόταση επιμόρφωσης στη διεπιστημονική προσέγγιση και σε συναφείς με αυτή θεματικές.
- Να γίνει χρήση μεγαλύτερου και πιο αντιπροσωπευτικού δείγματος για πιο ακριβή αποτελέσματα και συμπεράσματα.
- Να υπάρξουν περισσότερες δραστηριότητες που αφορούν την καλλιέργεια των stem δεξιοτήτων, στον τομέα της Μηχανικής.
- Να αξιολογηθούν οι εκπαιδευόμενοι στο τέλος της διαδικασίας, μέσω της δημιουργίας ενός έργου στο Scratch, ούτως ώστε να ελεγχθεί κατά πόσο η δημιουργία ενός ψηφιακού παιχνιδιού μπορεί να αυξήσει τη δημιουργική σκέψη ή και τα κίνητρα των εκπαιδευόμενων.
- Τέλος, να πραγματοποιηθεί ποιοτικός έλεγχος των συζητήσεων των εκπαιδευόμενων σε ομάδες – forum, με σκοπό να ελεγχθεί ο βαθμός συμμετοχής του καθενός και να φανεί κατά πόσο η συνεργασία συντελεί στην ομαδική επίλυση προβλήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία:

Abdullah, N. I., Tarmizi, R. A., Abu, R. (2010). The effects of Problem Based Learning on Mathematics performance and affective attributes in learning Statistics at form four secondary levels. Procedia Social and Behavioral Sciences, 8, 370 – 376.

Amador, J. A., Miles, L., & Peters, C. B. (2006).The practice of problem-based learning: A guide to implementing PBL in the college classroom(Vol. 82). Jossey-Bass.

Ari, A. A., Katranci, Y. (2014). The opinions of primary mathematics student-teachers on problem-based learning method. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116(5), 1826–1831.

Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F. & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM Ed-ucation in Secondary Science Contexts. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 6(2). Available at: https://doi.org/10.7771/1541-5015.1349

Avery, S., Chambliss, D., Pruiett, R., & Stotts, J. L. (2010). T-STEM academy design blueprint, rubric, and glossary. Retrieved from http://www.edtx.org/uploads/general/pdf-downloads/misc-PDFs/2011_TSTEMDesignBlueprint.pd

Baden, M.& Wilkie, K.(Eds.),Challenging Research in Problem-BasedLearning. Meidenhead, Berkshire, UK: Open University Press, pp. 11–25.

Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J. D. & The Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem-and project-based learning. The Journal of the Learning Sciences, 7(3&4), 271–311. Ανακτήθηκε από https://pdfs.seman-ticscholar.org/9ae6/3685f5345ad9d56b3e8d3707daeffa37d085.pdf

Barrows, H. (1998). The essentials of problem-based learning. Journal of Dental Education, σσ. 630-633.

Barrows,H.S.(2000). Problem-Based Learning Applied to Medical Education, Southern Illinois University Press, Springfield

Beane, J. A. (1997). Curriculum integration: Designing the core of democratic education. New York: Teachers College Press

Beatty, A. S. (2011). *Successful STEM education*. National Academies Press

Beers, S. Z. (2011). 21 st CenturySkills : Preparing Students for THEIR Future, 1–6

Branch, R. M. (2009).Instructional Design. The ADDIE Approach. New York: Springer

Carr,W. & Kemmis, S.(1997)Για μια κριτική εκπαιδευτική θεωρία: Εκπαίδευση, γνώση και έρευνα δράσης

Cohen, L. & Manion, L.(1997)Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας, Μητσοπούλου, Χ. και Φιλοπούλου, Μ. (μτφρ), Αθήνα, Εκδόσεις Έκφραση.

Dick, Dunham Penelope & Thomas P. (1994). Research on Graphing Caclulators. Mathematics Teacher , 87, 440-445. Dimitracopoulos, C. (2001). On end extensions of models of subsystems of Peano arithmetic. Theoretical Computer Science , 257, (1-2), 79-84.

Dickey, M. (2007). Barriers and Enablers in Integrating Cognitive Apprenticeship Methods in a Web-based Educational Technology Course for K-12 (Primary and Secondary) Teacher Education.ALT-J

Distlehorst, L. (2011). Memorial: Howard S. Barrows, MD (1928–2011). Teaching and Learning in Medicine, 23,4, 311-312.

Dochy F., Segers M., Van den Bossche P., & Gijbels D. (2003) Effects of problem-based learning: A meta-analysis. Learning and instruction, Vol. 13, No. 5, p. 533-568. 8, 55-66

Dolmans, D., Schmidt, H. (1996). The advantages of problem-based curricula. Postgrad Medical Journal, 72, 535-538.

Duch B. J., Groh S. E., & Allen D. E., Eds. (2001). The Power of Problem-Based Learning: A Practical 'How to' for Teaching Undergraduate Courses in Any Discipline. Steerling, VA, Stylus Publishing.

Duch, B.J. (2001). Writing Problems for Deeper Understanding. In B.J. Duch, S.E.

Groh, and D.E. Allen (eds.), The Power of Problem-Based Learning: A

Practical "How to" for Teaching Undergraduate Courses in Any

Discipline. Sterling, Va.: Stylus, pp. 47–58.

Eguchi, A. (2014). Educational Robotics for promoting 21st century skills. Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems, 8(1), p. 5-11

E. H. J. Yew & Goh K. (2016) Problem-Based Learning: An Overview of its Process and impact on Learning. Health Professional Education 2. p. 75-79

Ehrlich, T. (1998). Reinventing John Dewey's pedagogy as a university discipline, The Elementary School Journal, 1998, pp. 489–509.

Erdogan, N., & Stuessy, C. (2015). Examining the role of inclusive STEM schools in the college outcome of student achievement. Educational Sciences: Theory and Practice, 15(6), 1517-1529.

Foss, D. H. (1998). An interdisciplinary approach to science, mathematics, and reading: Learning as children learn. School Science and Mathematics, 98, 3, 149-155.

Gredler, M. (2005). Learning and Instruction: Theory into Practice.Upper Saddle River, NJ: Pearson Education

Gürsul, F., Keser, H. (2009). The effects of online and face to face problem based learning environments in mathematics education on student's academic achievement. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 1(1), 2817-2824.

Gustafson, K. L. & Branch, R. M. (2002). What is instructional Design? In R.A. Reiser & J. V. Dempsey (Eds). Trends and Issues in Instructional Design and Technology. (2nd Ed.) Upper Saddle

Hanover Research.(2012). Best Practices in Elementary STEM Programs. Retrieved January 10, 2015, from http://school.elps.k12.mi.us/ad_hoc_mms/committee_recommendation/4.pdf

Hitchcock, G. & Hughes, D.(1989)*Research and the Teacher: a Qualitative Introduction to School- based Research*, London, Routledge.

Henriksen, D. (2014). Full STEAM Ahead : Creativity in Excellent STEM Teaching Practices Full STEAM Ahead : Creativity in Excellent STEM Teaching Practices, 1(2). http://doi.org/10.5642/steam.20140102.15

Hmelo-Silver C. E. (2004). Problem-based learning: what and how do students learn?Educ. Psychol. Rev., Vol.16, No. 3, 235–266.

Hmelo-Silver, C., & Barrows, H. (2006, 1 1). Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning, σσ. 21-39.

Holland, C. & Muilenburg, L. (2011). Supporting Student Collaboration: Edmodo in the Classroom. In M. Koehler & P. Mishra (Eds.), Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2011 (pp. 3232-3236). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Ανακτήθηκε στις 21 Μαρτίου 2021: http://mat2011holland.pbworks.com/f/SITE2011EdmodoPaper%5B1%5D+Holland+Muilenburg.pdf

Hopson, M. H., Simms, R. L., & Knezek, G. A. (2001). Using a technology-enriched environment to improve higher-order thinking skills. *Journal of Research on Technology in education*, *34*(2), 109-119.

Hung, W., Jonassen, D.H., & Liu, R. (2008). Problem-based learning. In J. M. Spector, J. G. van Merriënboer, M. D., Merrill, & M. Driscoll (Eds.), Handbook of research on educational communications and technology,3,485-506. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Jeremy, S. (2003). The effectiveness of problem-based learning towards critical

thinking, creative thinking, and science process in biology learning.

Unpublished doctoral dissertation, University Sains Malaysia, Pulau Pinang,

Malaysia.

Ivanitskaya, L., Clark, D., Montgomery, G., Primeau, R. (2002). Interdisciplinary Learning: Process and Outcomes, Innovative Higher Education, 27, 2, 95-111.

Jonassen, D., Peck, K., & Wilson, B. (1999). Learning with Technology. A Constructivist Perspective. Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall

Jonassen, D. H. (2006). Accommodating ways of human knowing in the design of information and instruction. Int. J. Knowl. Learn., 2(3/4), 181–190

Jonassen, D. H., Hung, W. (2008). All Problems are not Equal: Implications for ProblemBased Learning. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 2(2),17-41.

Jonassen, David, & Hung, Woei (2008). "All Problems are Not Equal: Implicationsfor Problem-Based Learning".Interdisciplinary Journal of Problem-BasedLearning,2(2), pp. 10–13, available at:http://doi:10.7771/1541-5015.1080[retrieved: 07.05.2015].

Jonassen, D. (2010). Research Issues in Problem Solving. Proceedings of the 11th International Conference on Educational Rsearch New \educational Paradigm for Learning and Instruction.

Journal of STEM Teacher Education.(2014). Retrieved October 10, 2014, fromhttp://www.jstemed.org

Kain D. L. (2003) Problem-Based Learning for Teachers, Grades K–8. Boston, MA: Pearson Education.

Kenny, L. (2003). Using Edward de Bono's six hats game to aid critical thinking and reflection in palliative care. International Journal of Palliative Nursing, 9(3)

Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. *Instructional design theories and models: An overview of their current status*, *1*(1983), 383-434.

Kwok, R. -W.-S.-L. (2011). Design of affectively evocative smart ambient media for learning. Computers and Education , 56(1): 101-111.

Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Huff, M., Ladd, B., ... Plague, G. (2013). Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum, 20, 541–546. http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316

Mathison, S., & Freeman, M. (1998). The Logic of Interdisciplinary Studies. Report Series 2.33

Mauffette, Yves, Kandbinder, Peter, & Soucisse, Alexander (2001). "The Problem inProblem-Based Learning is the Problems: But do they Motivate Students?".InSavin-

Mayes, R. & Gallant, B. (2018). The 21st Century STEM Reasoning.US-China Education Review B, 8(2), 67-74. doi: 10.17265/2161-6248/2018.02.002

McNiff, J. (1995). Teaching as Learning: an Action Research Approach. London:Routledge

Moore, D., Bates, A. & Grundling, J. (2002). Instructional design. In Mishra, Arun K. and Bartram, John (Ed.) Skills development through distance education [on-line].

Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*, *20*, 2-7.

Morrison, J. (2006). TIES STEM education monograph series, Attributes of STEM education. Baltimore, MD: TIES

Mustaffa, N. B., Ismail, Z. B., Tasir, Z. B., Mohamad Said, M. N. H. B. (2014). ProblemBased Learning (PBL) in Mathematics: A Meta - Analysis. In International Education Postgraduate Seminar 2014, 301.

.Narum, J. (2008). Promising practices in undergraduate STEM education. In *Commissioned paper presented at NRC workshop on Evidence on Selected Promising*

National Science Foundation. (2010, May 5). Preparing the Next Generation of STEM Innovators: Identifying and Developing Our Nation's Human Capital. National Science Foundation. Ανάκτηση από https://www.nsf.gov/nsb/publications/2010/nsb1033.pdf

Newman M. (2003) A Pilot Systematic Review and Meta-Analysis on the Effectiveness of Problem-Based Learning. Cambridge, U.K.:Teacher and Learning Research Program, Cambridge University

Nilson, L. B, (2010). Teaching at its best: A research-based resource for college instructors. USA: John Wiley & Sons. River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Osman, K., Hiong, L.C., Vebrianto, R. (2013). 21st Century Biology: An Interdisciplinary Approach of Biology, Technology, Engineering and Mathematics Education, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 102, 188 – 194

Palumbo, David (1990). “Programming language/problem-solving research: A new ofrelevant issues”.Review of Educational Research,60(1), pp. 65–89.

Papert, S.(1980).Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. Basic Books, Inc.

Paul, R.W., Elder, L., and Bartell, T. (1997). California Teacher Preparation for

Instruction in Critical Thinking: Research Findings and Policy

Recommendations. Sacramento, CA: California Commission of Teacher

Credentialing.

Piaget, J. (1935). Science of Education and the Psychology of the Child.New York. Orion Press.

Porcaro, D. (2010). Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) in an Omani undergraduate course: a design based study. Proceedings of the 3rd Annual Forum on e-learning Excellence: Bringing Global Quality to a local context. Dubai U.A.E.

Practices in Undergraduate Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. Washington, DC. www7. National academies. org/bose/PP_Narum_ WhitePaper. html (accessed 7 June 2021).

Roh, K.H. (2003) Problem-based learning in mathematics. ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education, 1-2.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. Retrieved February 12, 2015, from http://esdstem.pbworks.com/f/TTT+STEM+Article_1.pdf

Sanders, M. E. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. The Technology Teacher,68(4),20-26. Ανακτήθηκε από https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEM-mania.pdf?sequence

Savery, J. R., Duffy, T. M., (1996). Problem –based learning An instructional model and its constructive framework in B. G. Wilson (Ed.) Constructivist learning environments: case studies in instructional design(pp.135-148). Engelwood Cliffs, N.J. Educational Technologies

Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions.Inter-disciplinaryJournalofProblem-BasedLearning,1(1).Available at:https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002

Savery, John (2006). "Overview of Problem-based Learning: Definitions andDistinctions".Interdisciplinary Journal of Problem-BasedLearning,1(1),available at:http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1002[retrieved: 21.01.2015]

Savin-Baden, M., & Wilkie, K. (2006). Problem-based learning online. McGraw-Hill Education (UK).

Savin-Baden, M. (2007). A practical guide to problem-based learning Online. London: Routledge

Savin-Baden, M. (2007a). A practical guide to problem-based learning online. London: UK: Routledge.

Savin-Baden, M. (2007-b). Challenging models and perspectives of problem-based learning. Management of change: Implementation of problem-based and project-based learning in engineering, 9-30.

Schmidt, H. G., Rotgans, J. I. &Yew, E. H. (2011). The process of problem-based learning: What works and why.Medical Education,45(8): 792–806. doi:10.1111/ j.1365-2923.2011.04035.x.

Shabani, K., Khatib, M., & Ebadi, S. (2010). Vygotsky's Zone of Proximal Development: Instructional Implications and Teachers' Professional Development. *English language teaching*, *3*(4), 237-248.

Shellens, T. V. (2006). The effects of two computer-supported collaborative learning (CSCL)Scripts on University students critical thinking. Proceedings of the 4th International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education(in-ICTE). Spain

Smith, P. L. & Ragan, T. J. (2005).Instructional Design. (5th Ed.) New York: John Wiley & Sons, Inc.

Sulaiman, F. (2013). The Effectiveness of PBL online on physics students' creativity and critical thinking: a case study at University Malaysia Sabah. International Journal of Education and Research, 1(3), 1-18.

Tarmizi, R. A., Tarmizi, M. A. A., Lojinin, N. I., Mokhtar, M. Z. (2010). Problem-based learning: engaging students in acquisition of mathematical competency. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2(2), 4683-4688.

Tarmizi, R. A., Bayat, S. (2012). Collaborative problem-based learning in mathematics: A cognitive load perspective. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 32, 344-350.

The Partnership for 21st Century Learning. (2015). P21 FRAMEWORK DEFINITIONS, 1–9

Thongmak, M. (2013). Social Network System in Classroom: Antecedents of Edmodo. Journal of e- Learning and Higher Education. DOI: 10.5171/2013.657749. Ανακτήθηκε 10 Μαϊου 2021, από: http://www.ibimapublishing.com/journals/JELHE/2013/657749/657749.pdf

Torp L. & Sage S. (2002) Problems as Possibilities: PBL for K-16 Education. Alexandria

Vygotsky, L. (1978). Mind in Society: The Developmentof Higher Psychological Processes.Cambridge: Harvard University Press

Weiss, R.E. (2003). Designing Problems to Promote Higher-Order Thinking. New

Directions for Teaching and Learning, 2003(95), 25-31.

Wing, J. M. (2011). Computational thinking: What and Why? Carnegie Mellon University School of Computer Science.

Wood, D.F. (2003). ABC of Learning and Teaching in Medicine: Problem-Based Learning. British Medical Journal-BMJ, 326. 328-330. doi:10.1136/bmj.326.7384.328

Woodruff, K. (2013, July). U.S. Satellite Laboratory. Ανάκτηση από A History of STEMReigniting the Challenge with NGSS and CCSS: http://www.us-satellite.net/news.cfm

Woods, Donald R. *Problem – based learning: how to gain the most from PBL*. Waterdown, Ont.:D.R. Woods, 1994

Yakman, G., & Hyonyong, L. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea, 32(6), 1072–1086.

Yen, T., & Halili, S. (2015). Effective Teaching of Higher-Order Thinking (HOT) in Education. The Online Journal of Distance Education and e-Learning, 3(2), p. 41-47.

Zohar, A., Weinberger, Y., & Tamir, P. (1994). The effect of the biology critical

thinking project on the development critical thinking. Journal of Research in

Science and Teaching, 31(2), 183-196.

Ελληνική βιβλιογραφία:

Αγγελόπουλος, Η., Καραγιάννης, Π. & Φωκάς, Ε. (2001). «Έρευναδράση: Μιαπορεία-πρόκλησημάθησηςγιατοδάσκαλοκαιτουςμαθητέςτου. Πρακτικάπροβλήματακαιηθικάδιλήμματα. Ηελληνικήπραγματικότητα», ΝέαΠαιδεία, 99, σσ. 69-74.

Βουδρισλής, Ν., & Αυγερινού, Μ. (2004). Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής της μεθόδου project στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και στην Αγωγή Υγείας. Σύγχρονη Εκπαίδευση: Τρίμηνη Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων, (137), 116-120

Εξαρχάκος. (1993). Εισαγωγή στα Μαθηματικά. Αθήνα: αυτοέκδοση.

Κορδάκη, Μ., Αβούρης, Ν. Μ., & Τσέλιος, Ν. Κ. (2000). Εργαλεία και μεθοδολογίες αξιολόγησης ανοικτών περιβαλλόντων μάθησης. *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή" Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", Πάτρα, Οκτώβριος*.

Κυνηγός, Χ. (2007). Το Μάθημα της Διερεύνησης, Παιδαγωγική Αξιοποίηση των Ψηφιακών Τεχνολογιών για τη Διδακτική των Μαθηματικών. *Εκδ. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.*

Φλουρής, Γ. (2003). Σκέψεις για την αναζήτηση ενός πλαισίου επιμόρφωσης και δια βίου μάθησης των εκπαιδευτικών στην κοινωνία της γνώσης. *Αθήνα: Ατραπός*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

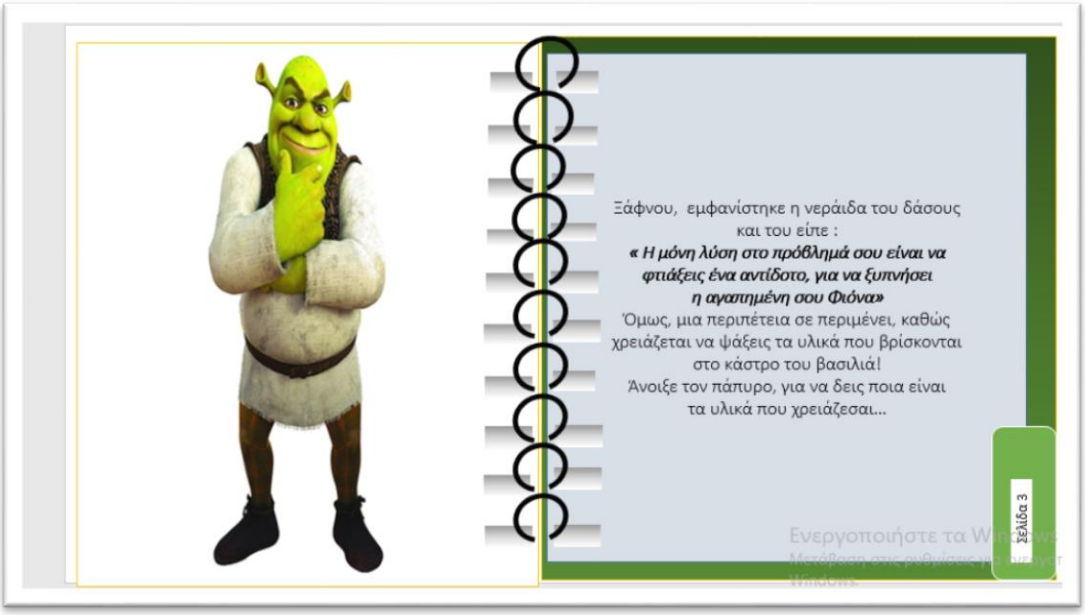
Η ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΗ ΙΣΤΟΡΙΑ - ΣΕΝΑΡΙΟ

Η υπερκείμενη ιστορία σενάριο, ως παραμύθι, όπως παρουσιάζεται στους εκπαιδευόμενους στο ηλεκτρονικό περιβάλλον μάθησης.

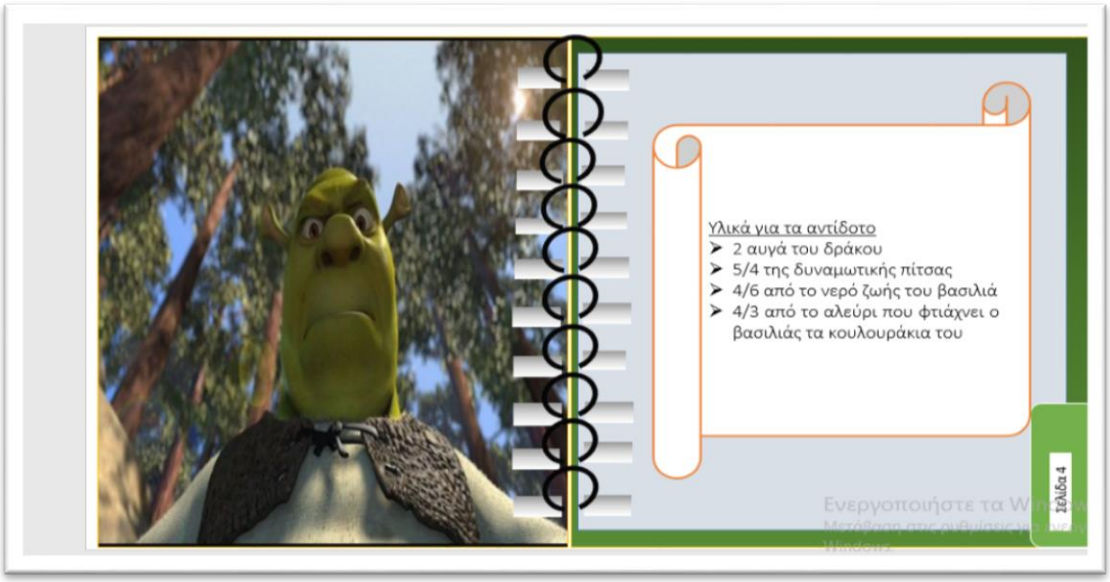
Εικόνα 4: Το εξώφυλλο

Εικόνα 5: Η ιστορία (1)

Εικόνα 6: Η ιστορία (2)



Εικόνα 7: Η ιστορία (3)



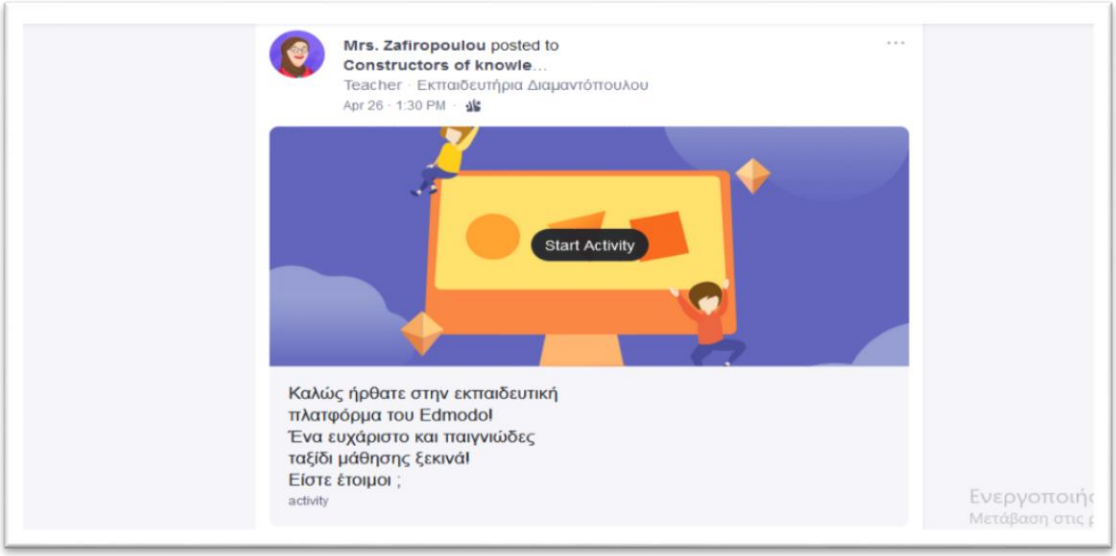
Εικόνα 8: Η ιστορία (4)

Εικόνα 9: Η ιστορία (5)

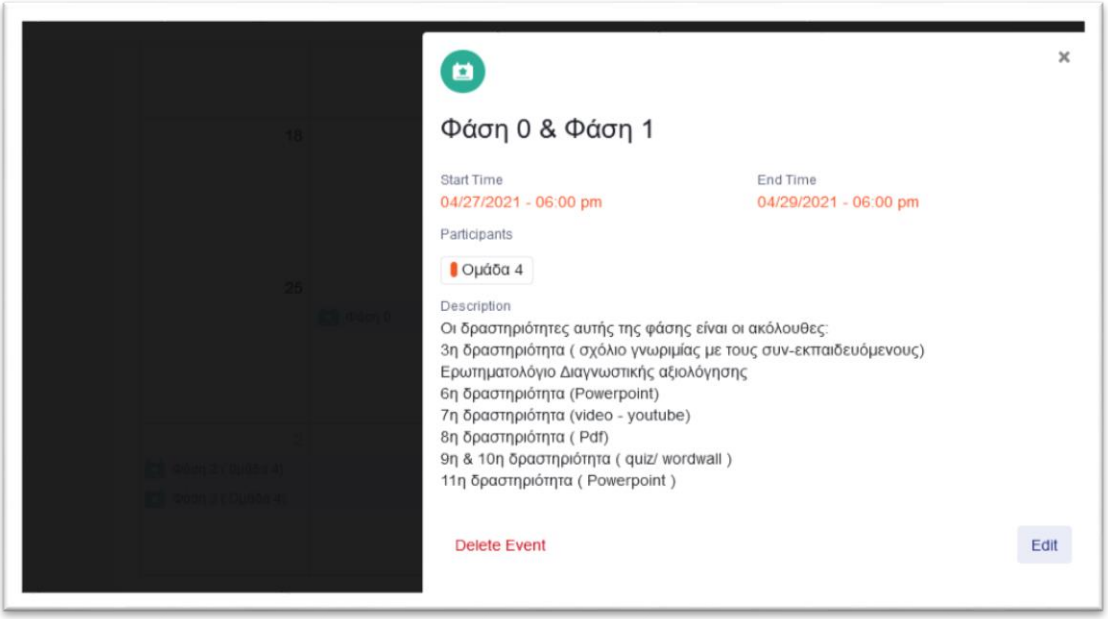
Εικόνα 10: Η ιστορία (6)

ΕΙΚΟΝΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ

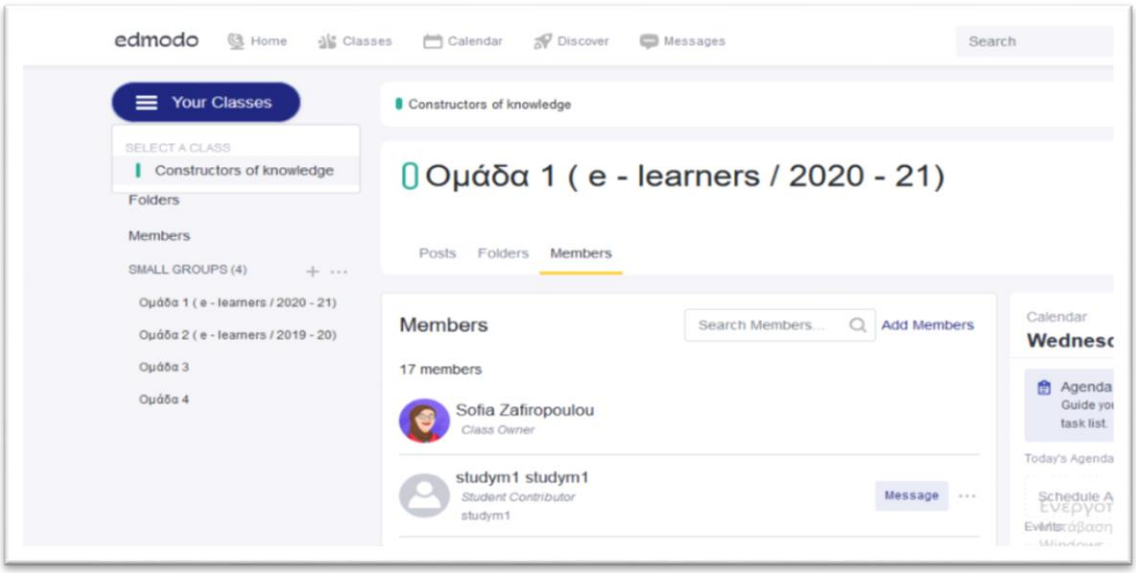
Ακολουθούν στιγμιότυπα από Φάσεις & δραστηριότητες του ηλεκτρονικού περιβάλλοντος μάθησης του Edmodo.



Εικόνα 11: Εισαγωγικό παιχνίδι



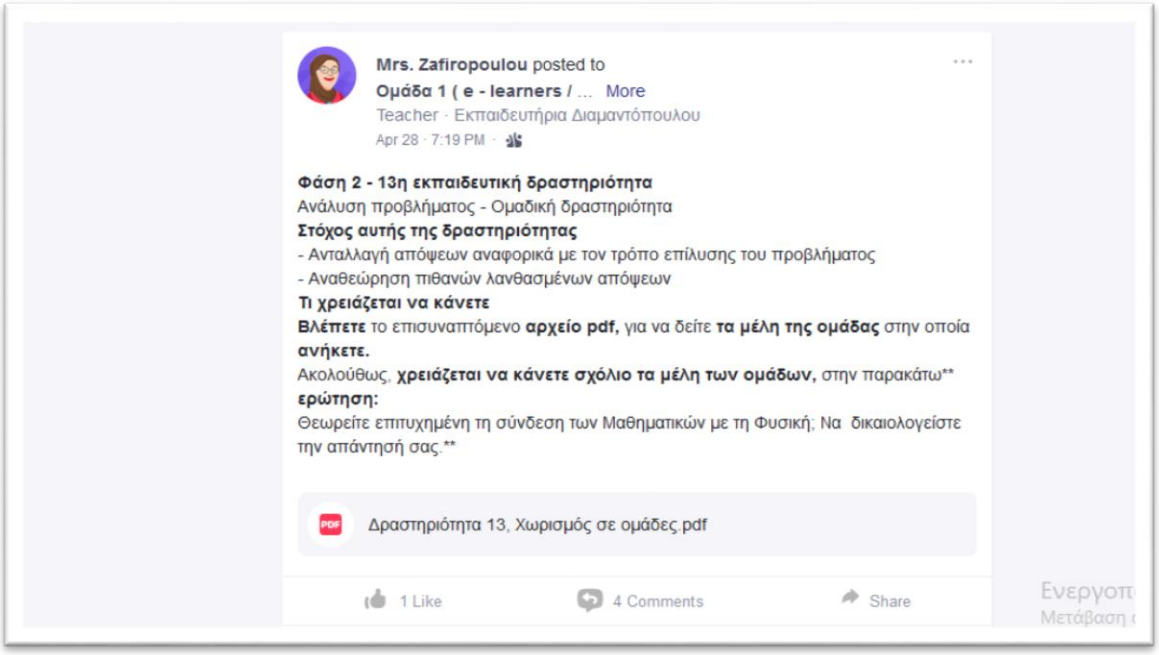
Εικόνα 12: Ημερολόγιο – Δραστηριότητες κάθε φάσης



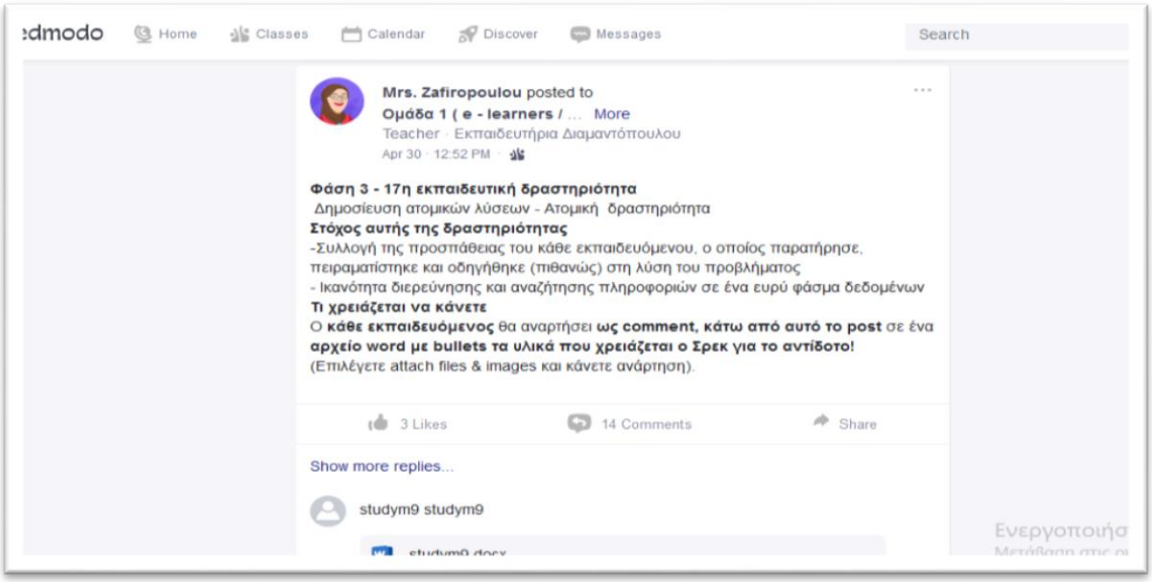
Εικόνα 13: Χωρισμός σε ομάδες

Εικόνα 14: Φάση 1 – 9η εκπαιδευτική δραστηριότητα - Quiz

Εικόνα 15: Ενημέρωση εκπαιδευόμενων για τις δραστηριότητες κάθε φάσης

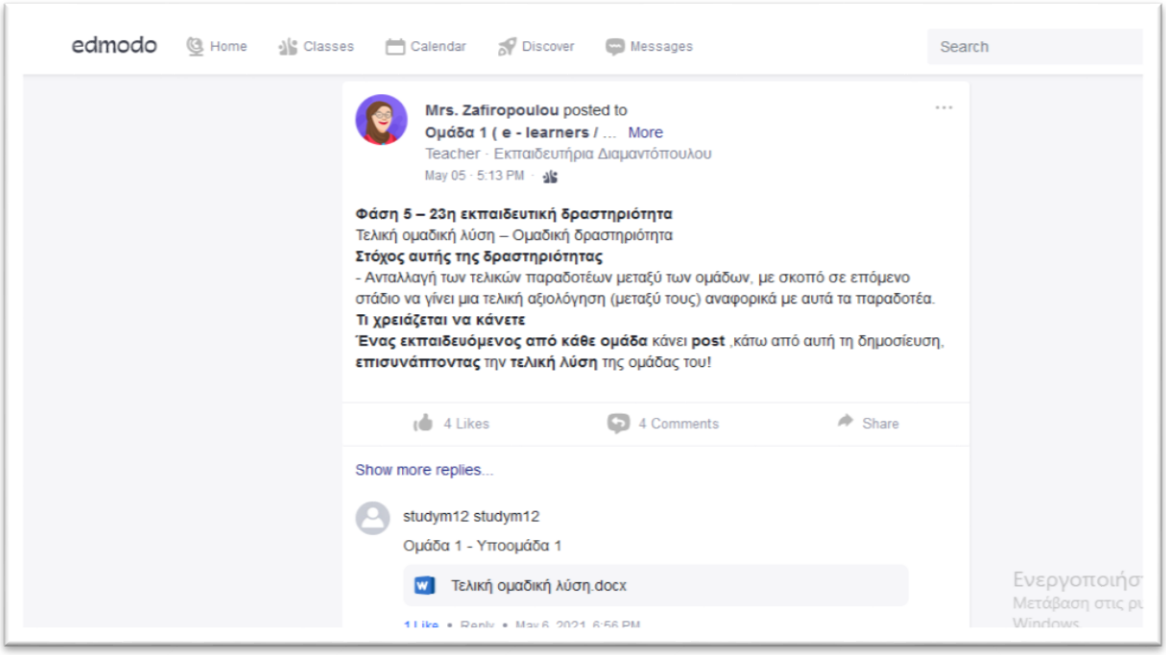


Εικόνα 16: Φάση 2 – Ενδεικτική δραστηριότητα

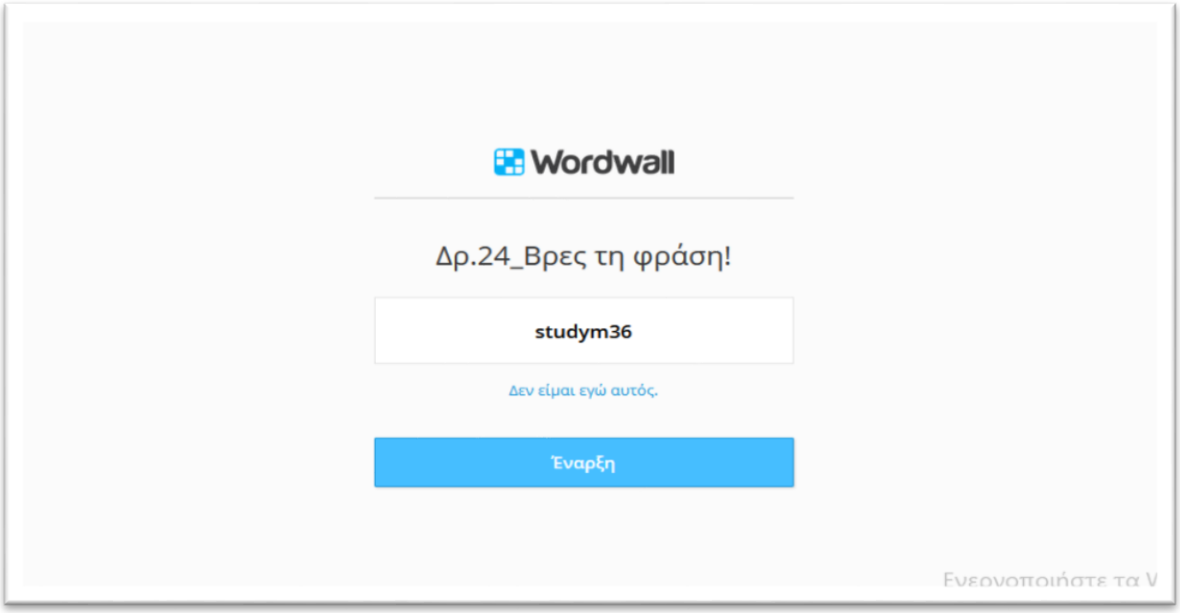


Εικόνα 17: Φάση 3– Ενδεικτική δραστηριότητα

Εικόνα 18: Φάση 4– Ενδεικτική δραστηριότητα

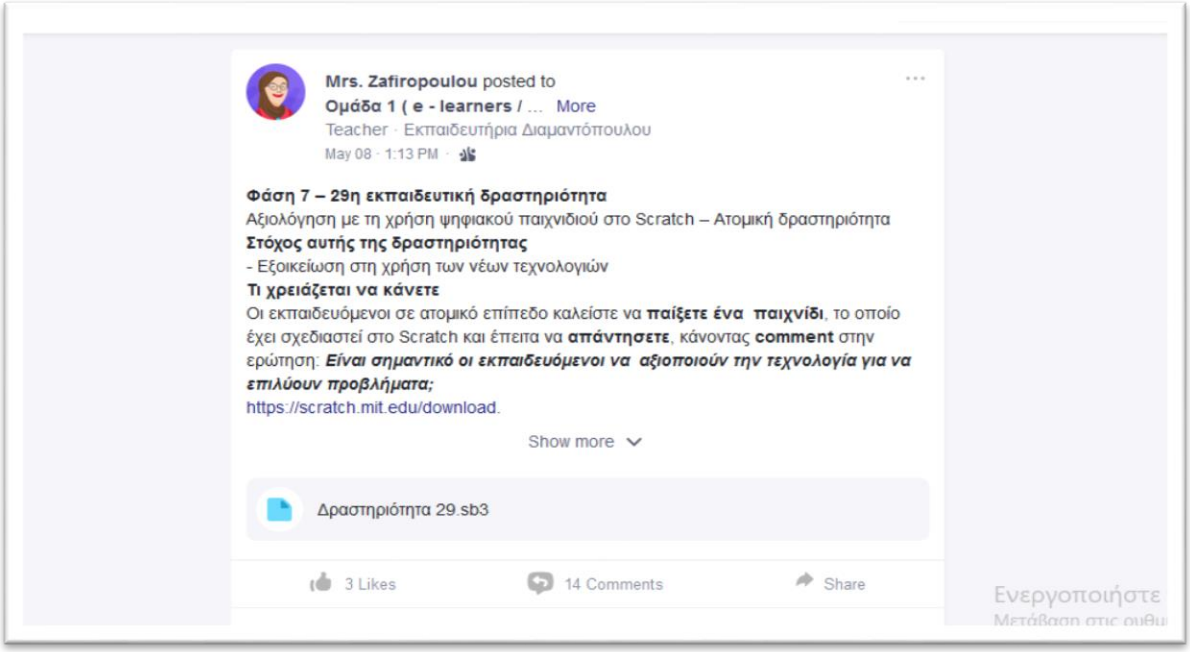


Εικόνα 19: Φάση 5 – Ενδεικτική δραστηριότητα



Εικόνα 20: Φάση 6 – Ενδεικτική δραστηριότητα

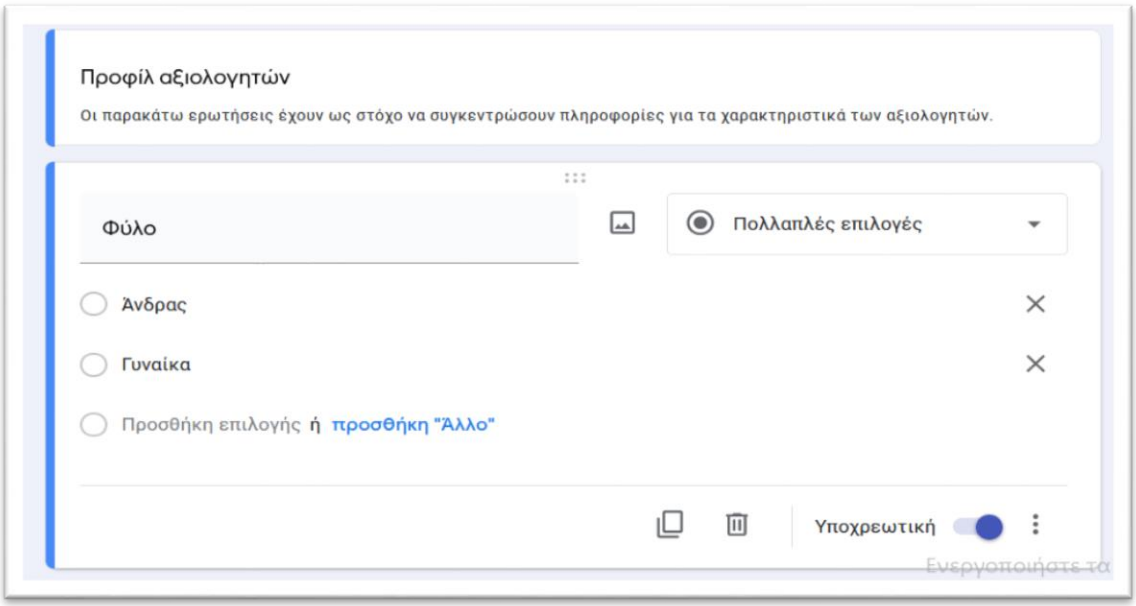
Εικόνα 21: Φάση 6 – Ενδεικτική δραστηριότητα



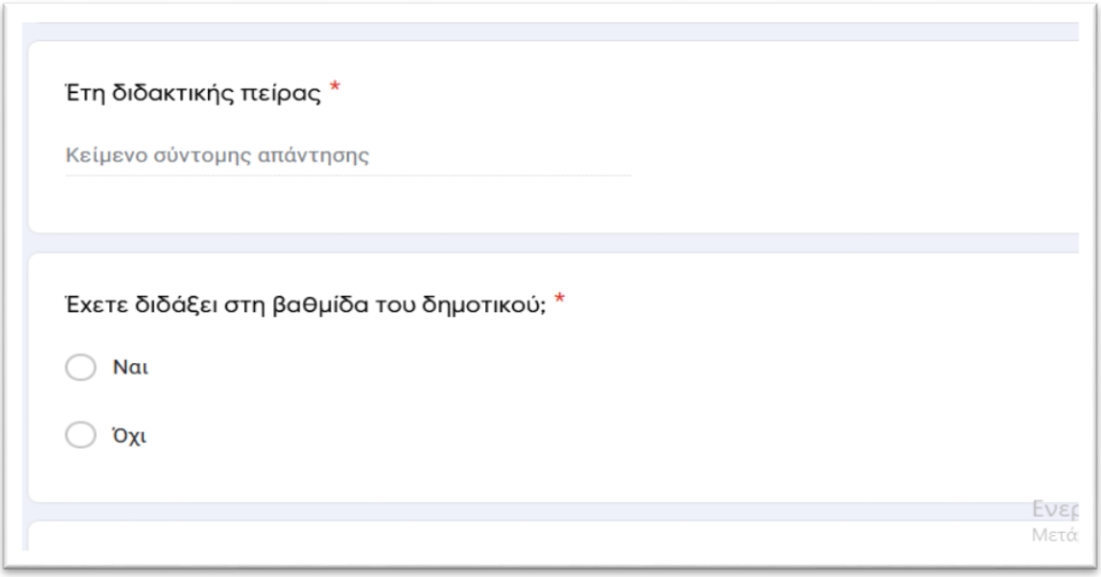
Εικόνα 22: Φάση 7 – Ενδεικτική δραστηριότητα

ΕΙΚΟΝΕΣ ΑΠΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΚΑΙ ΡΟΥΜΠΡΙΚΕΣ

Ακολουθούν στιγμιότυπα από το Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης μαθησιακού σεναρίου και τις ρουμπρίκες που συμπλήρωσαν οι εκπαιδευόμενοι.

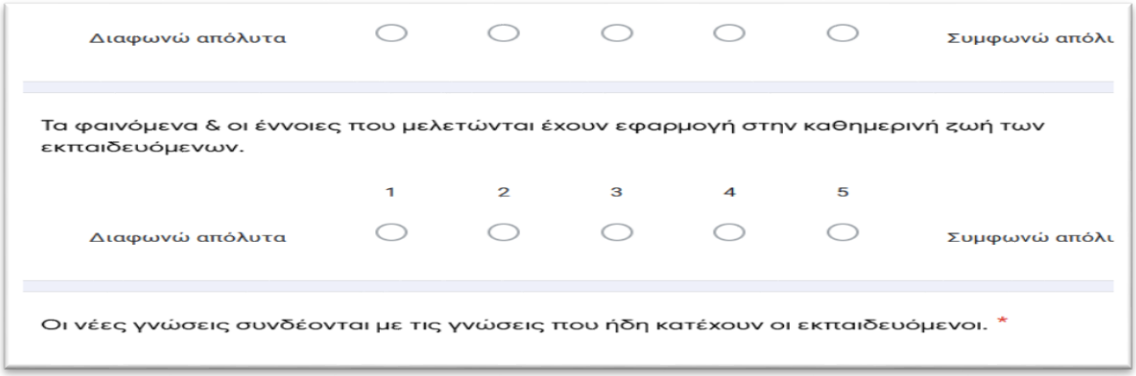


Εικόνα 23: Προφίλ αξιολογητών (1)

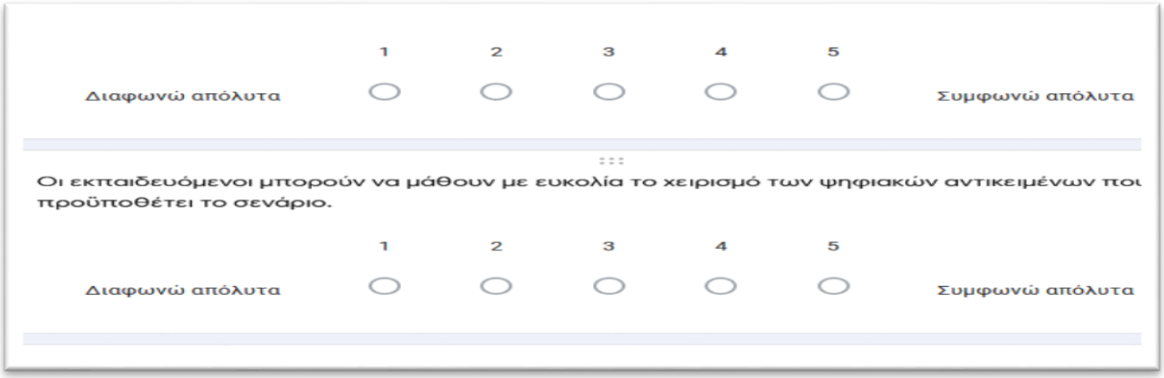


Εικόνα 24: Προφίλ αξιολογητών (2)

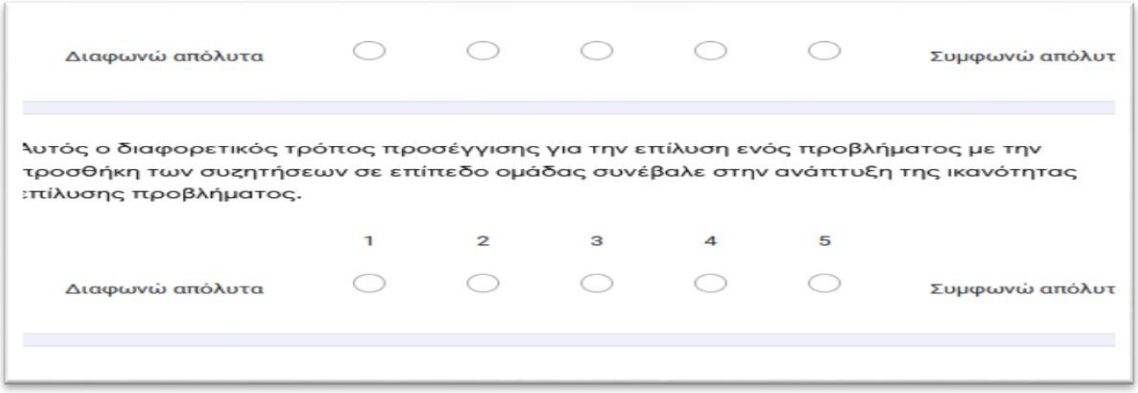
- **Ερευνητικό ερώτημα RQ1 (Κλίμακα Likert)**



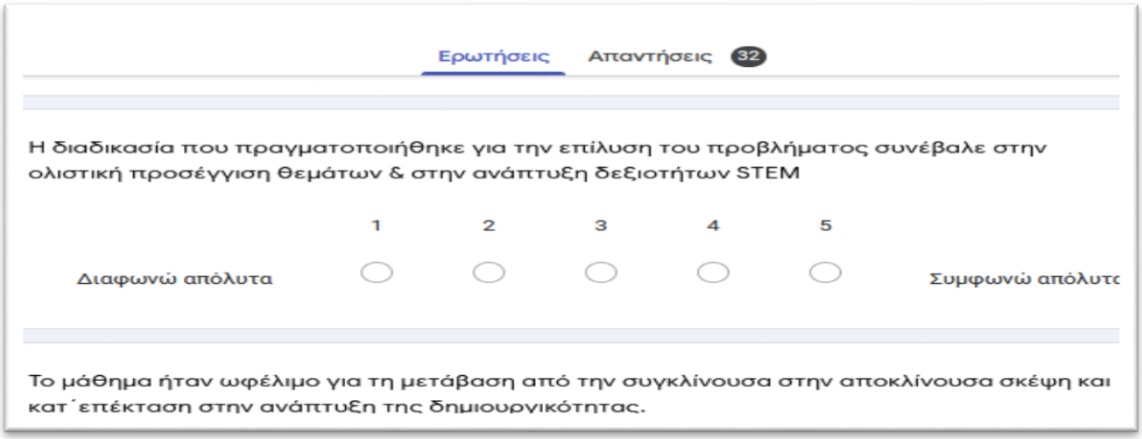
Εικόνα 25: RQ1.1.



Εικόνα 26: RQ1.2.

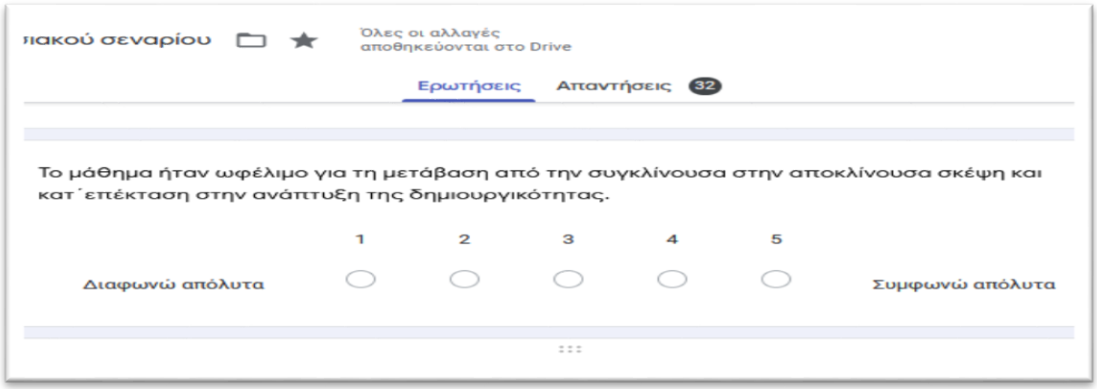


Εικόνα 27: RQ1.3.

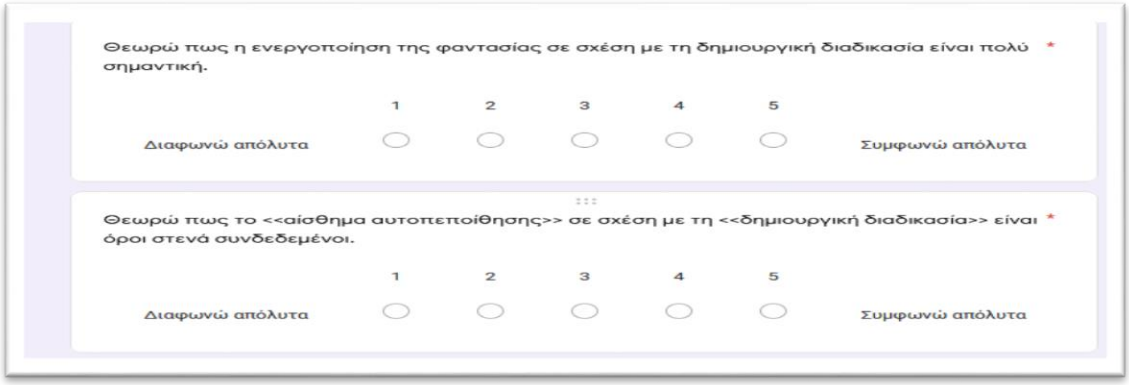


Εικόνα 28: RQ1.4.

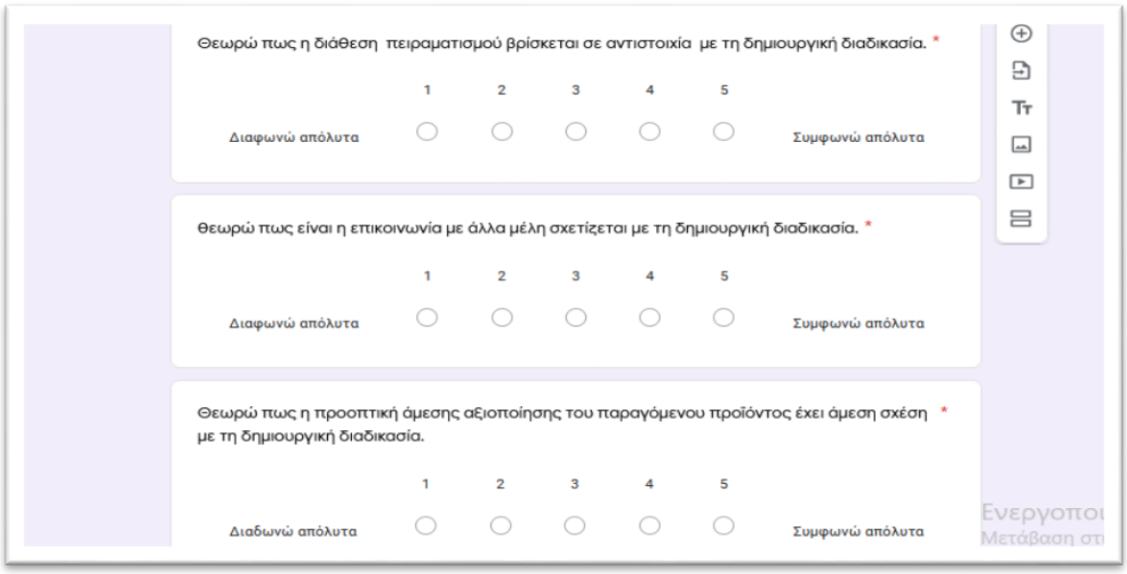
- **Ερευνητικό ερώτημα RQ2 (Κλίμακα Likert)**



Εικόνα 29: RQ2

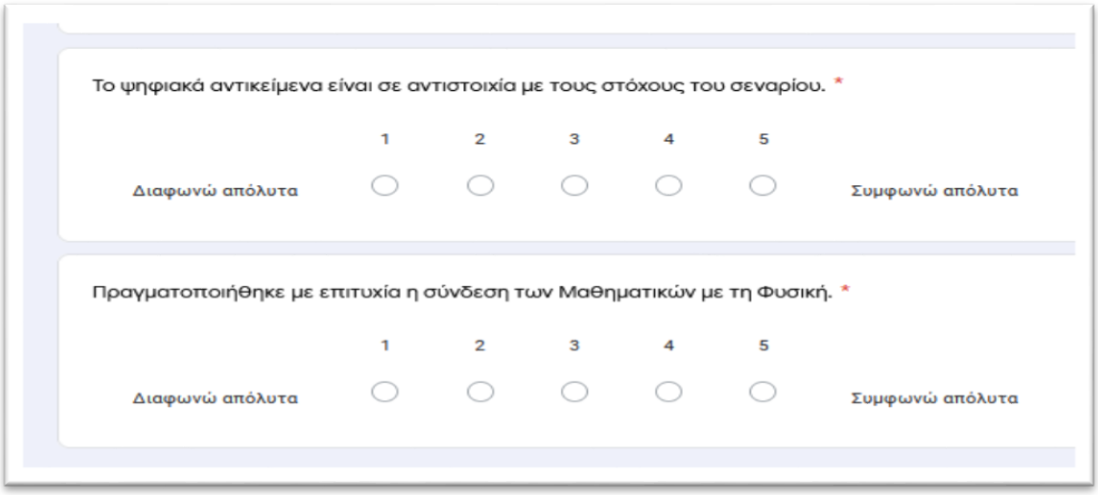


Εικόνα 30: RQ2.1. & RQ2.2.

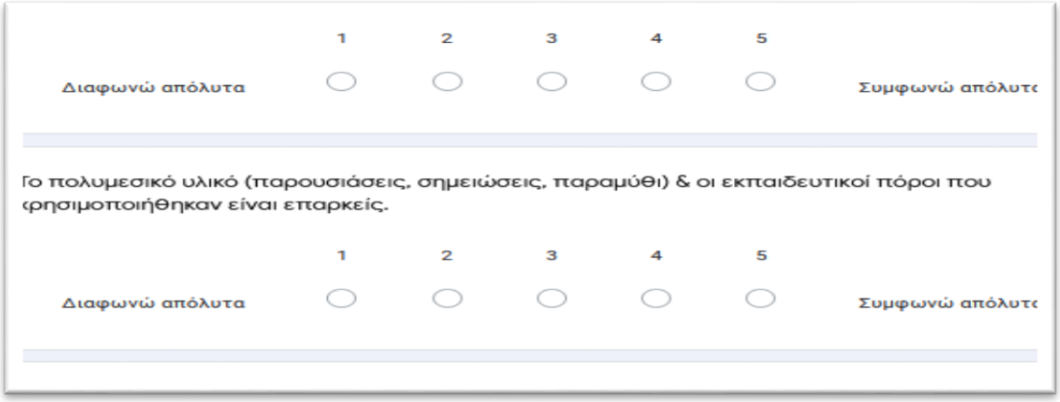


Εικόνα 31: RQ2.3., RQ2.4., & RQ2.5

- **Ερευνητικό ερώτημα RQ3 (Κλίμακα Likert)**

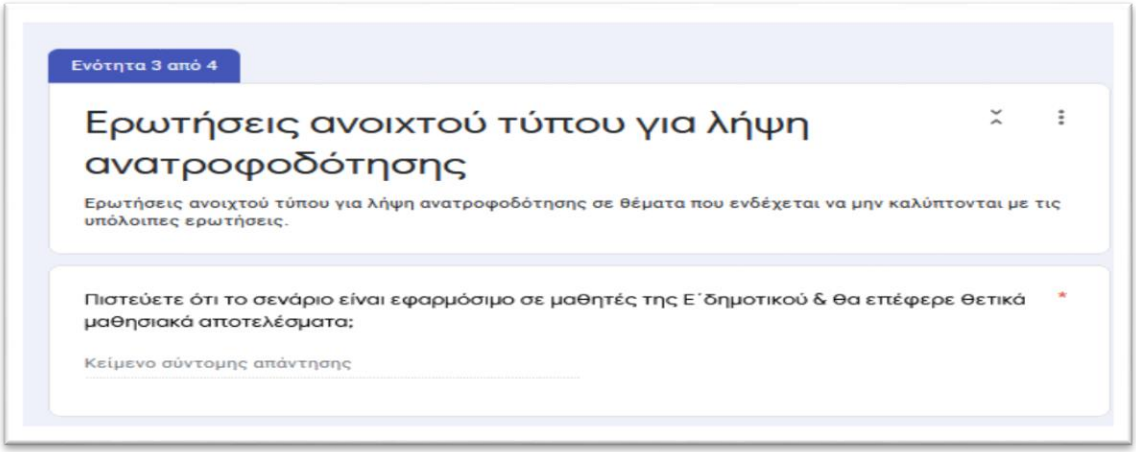


Εικόνα 32: RQ3.3 & RQ3.1.



Εικόνα 33: RQ3.2.

- **Ερευνητικό ερώτημα RQ4 (Κλίμακα Likert)**



Εικόνα 34: RQ4

- **Ρουμπρίκες**

CATEGORY	4	3	2	1
Παρουσία σε συναντήσεις & διαδικτυακές συζητήσεις	Είμαι ενεργά (λαμβάνω μέρος στις συζητήσεις - αλληλεπιδρώ) παρών, σε ποσοστό πάνω από 90% των συγκεντρώσεων της ομάδας.	Είμαι ενεργά (λαμβάνω μέρος στις συζητήσεις - αλληλεπιδρώ) παρών, σε ποσοστό 70-90% των συγκεντρώσεων της ομάδας.	Είμαι ενεργά (λαμβάνω μέρος στις συζητήσεις - αλληλεπιδρώ) παρών, σε ποσοστό 50 - 70% των συγκεντρώσεων της ομάδας.	Είμαι ενεργά (λαμβάνω μέρος στις συζητήσεις - αλληλεπιδρώ) παρών, σε ποσοστό κάτω του 50% των συγκεντρώσεων της ομάδας.
Ολοκλήρωση καθηκόντων	Εκτελώ πάνω από το 90% των καθηκόντων του ρόλου που μου έχει ανατεθεί	Εκτελώ το 70-90% των καθηκόντων του ρόλου που μου έχει ανατεθεί στην ομάδα και	Εκτελώ περίπου το 50% των καθηκόντων του ρόλου που μου	Εκτελώ ποσοστό λιγότερο του 50% των καθηκόντων του ρόλου που μου

	στην ομάδα, χωρίς προειδοποίηση–υπενθύμιση.	ολοκληρώνω την εργασία μου με προειδοποίηση-υπενθύμιση από τα άλλα μέλη.	έχει ανατεθεί στην ομάδα.	έχει ανατεθεί στην ομάδα.
Έκθεση ερωτημάτων	Θέτω, σε ποσοστό πάνω από 90% ερωτήματα σχετικά με το θέμα, ερωτήματα και σχόλια.	Θέτω , σε ποσοστό μεταξύ 70-90% σχετικά με το θέμα, ερωτήματα και σχόλια.	Θέτω ερωτήματα και σχόλια σχετικά με το θέμα , σε ποσοστό 50 - 70%.	Θέτω ερωτήματα και σχόλια σχετικά με το θέμα , σε ποσοστό κάτω του 50%.
Επιχειρηματολογία	Χρησιμοποιώ πειστικά επιχειρήματα για να υποστηρίξω τις απόψεις μου, σε ποσοστό άνω του 90%.	Χρησιμοποιώ πειστικά επιχειρήματα για να υποστηρίξω τις απόψεις μου, σε ποσοστό 70-90%.	Χρησιμοποιώ επιχειρήματα για να υποστηρίξω τις απόψεις μου, σε ποσοστό 50 - 70% .	Χρησιμοποιώ επιχειρήματα για να υποστηρίξω τις απόψεις μου, σε ποσοστό κάτω του 50% .
Ικανότητα επικοινωνίας	Μεταδίδω τις σκέψεις μου, ακούω προσεκτικά και υπολογίζω πάντα τις απόψεις όλων των μελών της ομάδας.	Μεταδίδω τις σκέψεις μου ακούω προσεκτικά και υπολογίζω τις απόψεις όλων των μελών της ομάδας τις περισσότερες φορές.	Προτιμώ να είμαι παθητικός ακροατής των απόψεων των μελών της ομάδας και δεν εκφράζω τις σκέψεις μου.	Προτιμώ να είμαι παθητικός ακροατής των απόψεων των μελών της ομάδας δεν ακούω προσεκτικά και δεν υπολογίζω τις απόψεις των μελών της ομάδας.
Παροχή βοήθειας	Παρέχω πάντα βοήθεια στην ομάδα όταν χρειαστεί.	Παρέχω, τις περισσότερες φορές,βοήθεια στην ομάδα, όταν χρειαστεί.	Παρέχω βοήθεια όταν μου ζητηθεί από κάποιο μέλος της ομάδας μου και δεν προτίθεμαι μόνος.	Δεν παρέχω βοήθεια στην ομάδα, όταν χρειαστεί.
Επίλυση Συγκρούσεων	Δεν διαπληκτίζομαι με τα άλλα μέλη της ομάδας και βοηθάω στην επίλυση των διαφορών μεταξύ τους πάντα.	Δεν διαπληκτίζομαι με τα άλλα μέλη της ομάδας, αλλά δε βοηθάω στην επίλυση των διαφορών μεταξύ τους πάντα.	Διαπληκτίζομαι μερικές φορές με τα άλλα μέλη της ομάδας και δε βοηθάω στην επίλυση των διαφορών μεταξύ τους.	Διαπληκτίζομαι αρκετές φορές, με τα άλλα μέλη της ομάδας.

Εικόνα 35: Ρουμπρίκα αξιολόγησης Συνεργασίας Μελών Ομάδας (Collaboration)

Κατηγορία	Βαθμός διαφωνίας ή συμφωνίας				
					Βαθμοί
Μου αρέσει να προβληματίζομαι σχετικά με ένα θέμα & να το εξετάζω πολύπλευρα	4. Διαφωνώ	3. Μάλλον διαφωνώ	2. Μάλλον συμφωνώ	1. Συμφωνώ	
Προσπάθησα να σκεφτώ με τρόπο εναλλακτικό.	4. Διαφωνώ	3. Μάλλον διαφωνώ	2. Μάλλον συμφωνώ	1. Συμφωνώ	
Αίσθημα αυτοπεποίθησης					
Ένιωθα αυτοπεποίθηση από την αρχή μέχρι το τέλος της δραστηριότητάς μου.	4. Διαφωνώ	3. Μάλλον διαφωνώ	2. Μάλλον συμφωνώ	1. Συμφωνώ	
Θεωρώ πως το τελικό αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό.	4. Διαφωνώ	3. Μάλλον διαφωνώ	2. Μάλλον συμφωνώ	1. Συμφωνώ	
Πειραματισμός					
Δοκίμασα κάτι νέο & πειραματίστηκα με νέους μεθόδους και τεχνικές.	4. Διαφωνώ	3. Μάλλον διαφωνώ	2. Μάλλον συμφωνώ	1. Συμφωνώ	
Προσέγγισα το πρόβλημα με διαφορετικό τρόπο απ' ότι συνήθως.	4. Διαφωνώ	3. Μάλλον διαφωνώ	2. Μάλλον συμφωνώ	1. Συμφωνώ	
Ενίσχυση επικοινωνίας με άλλους					

Είμαι ικανός να περιγράψω τον τρόπο σκέψης & εργασίας μου σε κάποιον συμμαθητή.	4. Διαφωνώ	3. Μάλλον διαφωνώ	2. Μάλλον συμφωνώ	1. Συμφωνώ	
Βρίσκω ενδιαφέρουσες τις απόψεις των συμμαθητών μου & μπορώ να συζητήσω μαζί τους για το πρόβλημα	4. Διαφωνώ	3. Μάλλον διαφωνώ	2. Μάλλον συμφωνώ	1. Συμφωνώ	
Εφαρμογή στη διδακτική πρακτική					
Επέτρεψα στους συμμαθητές μου να αμφισβητήσουν τις ιδέες μου & ανέλαβα πρωτοβουλίες.	4. Διαφωνώ	3. Μάλλον διαφωνώ	2. Μάλλον συμφωνώ	1. Συμφωνώ	

Εικόνα 36: Ρουμπρίκα αυτό – αξιολόγησης Δημιουργικότητας

Κριτήρια	**Εξαιρετική επίδοση (1)**	**Μέτρια επίδοση (2)**	**Χαμηλή επίδοση (3)**	**Βαθμοί**
Αναζήτηση πληροφοριών	Αξιοποίησα σε μέγιστο βαθμό τις πηγές που διέθετα για την πληροφόρηση σχετικά με το θέμα μου.	Αξιοποίησα εν μέρει τις πηγές που διέθετα για την πληροφόρηση σχετικά με το θέμα μου.	Δεν αξιοποίησα τις πηγές που διέθετα για την πληροφόρηση σχετικά με το θέμα μου.	
Συλλογή πληροφοριών	Συνέλλεξα πάνω από 80% των πληροφοριών που παρείχαν οι αντίστοιχες με το θέμα μου διαδικτυακές πηγές πληροφόρησης.	Συνέλλεξα το 50 - 80% των πληροφοριών που παρείχαν οι αντίστοιχες με το θέμα μου διαδικτυακές πηγές πληροφόρησης.	Συνέλλεξα κάτω από το 50% των πληροφοριών που παρείχαν οι αντίστοιχες με το θέμα μου διαδικτυακές πηγές πληροφόρησης.	
Συγκέντρωση - Οργάνωση δεδομένων	Οργανώνω, στο ατομικό παραδοτέο, όλα τα ευρήματά μου με τέτοιο τρόπο	Οργανώνω, στο ατομικό παραδοτέο, πάνω από τα μισά ευρήματά μου με	Οργανώνω, στο ατομικό παραδοτέο, λιγότερο από το ½ των ευρημάτων μου, με	

	ώστε το θέμα να καλύπτεται πλήρως (σε ποσοστό πάνω του 80 %)	τέτοιο τρόπο ώστε το θέμα να καλύπτεται σε ποσοστό 50 - 80 %.	τέτοιο τρόπο ώστε το θέμα να καλύπτεται σε ποσοστό κάτω του 50%.	
Απόκριση ερωτήσεων	Απάντησα σε όλες τις δραστηριότητες/ ερωτήσεις που μου δόθηκαν.	Απάντησα πάνω από τις μισές δραστηριότητες/ ερωτήσεις που μου δόθηκαν.	Απάντησα λιγότερες από τις μισές δραστηριότητες/ ερωτήσεις που μου δόθηκαν.	
Συμμετοχή στις συζητήσεις	Συμμετείχα σε ικανοποιητικό βαθμό στις συζητήσεις θέτοντας τουλάχιστον 2 ερωτήματα και απαντώντας σε άλλα 2.	Συμμετείχα στις συζητήσεις θέτοντας ένα ερώτημα και απαντώντας σε ένα άλλο.	Δε συμμετείχα στις συζητήσεις.	
Αξιοποίηση - οργάνωση χρόνου	Αξιοποίησα σε μέγιστο βαθμό το χρόνο που είχα στη διάθεσή μου για την ολοκλήρωση του ατομικού παραδοτέου.	Αξιοποίησα μερικώς το χρόνο που είχα στη διάθεσή μου για την ολοκλήρωση του ατομικού παραδοτέου.	Δεν αξιοποίησα επαρκώς το χρόνο που είχα στη διάθεσή μου για την ολοκλήρωση του ατομικού παραδοτέου.	
Συνέπεια	Παρέδωσα το ατομικό μου παραδοτέο χωρίς καθυστέρηση στην ομάδα μου.	Παρέδωσα το ατομικό μου παραδοτέο με καθυστέρηση <2 ώρες στην ομάδα μου.	Παρέδωσα το ατομικό μου παραδοτέο με καθυστέρηση > 2 ώρες στην ομάδα μου.	

Εικόνα 37: Ρουμπρίκα αξιολόγησης ατομικού παραδοτέου

Κριτήρια	**Εξαιρετική επίδοση (1)**	**Μέτρια επίδοση (2)**	**Χαμηλή επίδοση (3)**	**Βαθμοί**
Αναζήτηση πληροφοριών	Χρησιμοποιήθηκαν σε μέγιστο βαθμό οι διαθέσιμες πηγές από τα περισσότερα μέλη της ομάδας για	Αξιοποιήθηκε εν μέρει οι διαθέσιμες πηγές από κάποια μέλη της ομάδας για πληροφορίες σχετικές με το θέμα.	Δεν αξιοποιήθηκαν οι διαθέσιμες πηγές από τα μέλη της ομάδας για πληροφορίες σχετικές με το θέμα.	

	πληροφορίες σχετικά με το θέμα.			
Συνάφεια πληροφοριών	Το μεγαλύτερο μέρος των πληροφοριών που συνέλεξε ο κάθε ρόλος είναι σχετικές με το θέμα.	Το ½ των πληροφοριών που συνέλεξε ο κάθε ρόλος είναι σχετικές με το θέμα.	Λιγότερες από τις μισές πληροφορίες που συνέλεξε ο κάθε ρόλος είναι σχετικές με το θέμα.	
Σύνθεση - Οργάνωση ευρημάτων	Όλα τα μέλη οργανώνουν τα ευρήματά τους με τέτοιο τρόπο, ώστε το θέμα να καλύπτεται επαρκώς.	Όλα τα μέλη οργανώνουν πάνω από το ½ των ευρημάτων τους με τέτοιο τρόπο, ώστε να καλύπτεται το μεγαλύτερο μέρος του θέματος.	Όλα τα μέλη οργανώνουν κάτω από το ½ των ευρημάτων τους με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην καλύπτεται επαρκώς το θέμα.	
Αξιοποίηση - Οργάνωση χρόνου	Αξιοποιήθηκε με σωστό τρόπο ο χρόνος που είχε η ομάδα στη διάθεσή της.	Αξιοποιήθηκε μερικώς ο χρόνος που είχε η ομάδα στη διάθεσή της.	Δεν αξιοποιήθηκε με σωστό τρόπο ο χρόνος που είχε η ομάδα στη διάθεσή της.	
Συνέπεια	Η εργασία ολοκληρώθηκε χωρίς καθυστέρηση.	Η εργασία ολοκληρώθηκε με 2 - 5 λεπτά καθυστέρηση.	Η εργασία με ολοκληρώθηκε με καθυστέρηση πάνω από 5 λεπτά.	

Εικόνα 38: Ρουμπρίκα αξιολόγησης ομαδικού παραδοτέου

'It always seems

impossible

until it's done'

Nelson Mandela