



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ -ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ  
ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΦΥΣΙΚΕΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ  
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ (STEM) ΓΙΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ»**

**ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ Δ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

ΡΟΔΟΣ, *ΙΟΥΝΙΟΣ 2019*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ -ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ Δ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ  
Α.Μ: 4112017001

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ  
ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΦΥΣΙΚΕΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ  
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ (STEM) ΓΙΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ»**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΚΟΥΜΙΟΣ ΜΙΧΑΗΛ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΜΟΣΚΟΦΟΓΛΟΥ ΜΑΡΙΑ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΟΦΟΣ ΑΛΙΒΙΖΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΡΟΔΟΣ, *ΙΟΥΝΙΟΣ 2019*

## Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Επιστήμες της Αγωγής-Εκπαίδευση με χρήση Νέων Τεχνολογιών» του τμήματος Π.Τ.Δ.Ε. της Σχολής Ανθρωπιστικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σκουμιού Μιχαήλ.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Αναπληρωτή Καθηγητή και επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας Σκουμιό Μιχαήλ για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και δέχθηκε να επιβλέψει την εργασία μου. Η βοήθεια του αποτέλεσε ακλόνητο θεμέλιο για την περάτωση της. Καθ' όλη την διάρκεια της συγγραφής μου παρείχε υψηλού επιπέδου επιστημονική γνώση και καθοδήγηση τόσο σε Παιδαγωγικά ζητήματα, όσο και σε ζητήματα που άπτονται των Φυσικών Επιστημών, των Μαθηματικών και της Τεχνολογίας. Οι συζητήσεις μας, η ανατροφοδότηση, οι συμβουλές και γενικότερα το σύνολο της επίβλεψης του σε συνδυασμό με το παράδειγμα του με βοήθησαν και με ώθησαν πραγματικά στο να αποδώσω στο μέγιστο δυνατό των δυνατοτήτων μου σε όλα τα γνωστικά πεδία που εμπλέκονται στο παρόν πόνημα. Ακόμη, θα ήθελα να εκφράσω τη βαθιά εκτίμηση μου στους καθηγητές κ. Σοφό Αλεβίζο και κ. Μοσκοφόγλου – Χιονίδου Μαρία που απετέλεσαν μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής και με βοήθησαν να βελτιωθώ μέσω των παρατηρήσεων και των συμβουλών τους.

Οφείλω να ευχαριστήσω επίσης το σύνολο των καθηγητών του μεταπτυχιακού αυτού προγράμματος για την επιστημονική γνώση που μου παρείχαν, η οποία με βοήθησε να εξελιχθώ γνωστικά και συναισθηματικά.

Ευχαριστώ επίσης και την διεύθυνση του Εσπερινού ΕΠΑΛ Ρόδου καθώς και τους καθηγητές Ηλεκτρολογίας, Ηλεκτρονικής και Πληροφορικής για την παραχώρηση των τμημάτων τους. Επιπροσθέτως ευχαριστώ όλους τους μαθητές των τομέων Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού, Πληροφορικής και τους μαθητές της Α Λυκείου του Εσπερινού ΕΠΑΛ Ρόδου για την συμμετοχή τους στην παρούσα έρευνα. Ανέπτυξαν υψηλό ενδιαφέρον και ζήλο για την εκπαιδευτική διαδικασία.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την σύζυγο μου Νομική και τον γιό μου Δημήτρη για την υπομονή που επέδειξαν καθ' όλη την διάρκεια της κατασκευής και της συγγραφής της εργασίας μου. Η συναισθηματική τους στήριξη υπήρξε ιδιαίτερα πολύτιμη.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, τον πνευματικό μου πάτερ Ανδρέα και τον φίλο μου πάτερ Τύχων από την Καψάλα του Αγίου Όρους που με τις προσευχές τους στηρίζουν και καθοδηγούν το κάθε μου βήμα.

## Περιεχόμενα

|  |    |
|--|----|
| Ευχαριστίες .....  | 3  |
| Κατάλογος εικόνων .....  | 8  |
| Κατάλογος γραφημάτων .....   | 8  |
| Κατάλογος πινάκων.....   | 9  |
| Περίληψη.....  | 11 |
| Abstract .....   | 13 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....   | 18 |
| 1.1. Οριοθέτηση και αναγκαιότητα της έρευνας.....  | 18 |
| 1.2. Σκοπός της εργασίας και ερευνητικά ερωτήματα .....  | 24 |
| 1.3. Σημασία της εργασίας .....  | 25 |
| 1.4. Δομή της εργασίας .....   | 26 |
| 1.5. Ανακεφαλαίωση.....  | 27 |
| 2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ .....   | 28 |
| 2.1. Εισαγωγή.....   | 28 |
| 2.2. Η έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών ..... | 28 |
| 2.2.1. Βασικά συμπεράσματα των ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών .....                        | 28 |
| 2.2.2. Γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών .....                                      | 31 |
| 2.3. Η εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση.....  | 33 |
| 2.3.1. Η ατομική εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση.....                                      | 34 |
| 2.3.2. Η κατασκευαστική εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση .....                              | 36 |
| 2.3.3. Η κοινωνικο-εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση .....                                   | 39 |
| 2.4. Μάθηση ιδεών και εννοιών μέσω πρακτικών .....   | 40 |
| 2.4.1. Μάθηση μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής .....                         | 40 |
| 2.4.2. Το μαθησιακό μοντέλο 5E.....  | 41 |
| 2.5. Η διδακτική προσέγγιση Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (STEM) .....    | 44 |
| 2.5.1. Η έννοια της διδακτικής προσέγγισης STEM .....  | 44 |
| 2.5.2. Οι βασικοί στόχοι της διδακτικής προσέγγισης STEM.....                                      | 46 |
| 2.5.3. Μοντέλα της διδακτικής προσέγγισης STEM.....  | 48 |
| 2.6. Ανακεφαλαίωση .....   | 52 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....  | 53 |
| 3.1. Εισαγωγή.....   | 53 |
| 3.2. «Ενοποιημένες» διδασκαλίες Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών.....                             | 53 |

|  |            |
|--|------------|
| 3.3. Ανασκόπηση ερευνών γύρω από τα τις επιδράσεις της ενοποιημένης διδασκαλίας Τεχνολογίας και Μαθηματικών.....   | 65         |
| 3.4. «Ενοποιημένες» διδασκαλίες STEM.....  | 67         |
| 3.5. Συζήτηση – πρωτοτυπία της εργασίας .....  | 73         |
| 3.6. Ανακεφαλαίωση.....  | 76         |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....</b>   | <b>77</b>  |
| 4.1. Εισαγωγή.....   | 77         |
| 4.2. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα.....  | 77         |
| 4.3. Ερευνητική διαδικασία.....  | 78         |
| 4.4. Δείγμα.....   | 81         |
| 4.5. Το πρόγραμμα διδασκαλιών.....   | 82         |
| 4.5.1. Το πρόγραμμα διδασκαλιών που συγκροτήθηκε και εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα .....  | 83         |
| 4.5.2 Το πρόγραμμα διδασκαλιών που συγκροτήθηκε και εφαρμόστηκε στην ομάδα ελέγχου .....   | 108        |
| 4.6. Συλλογή δεδομένων .....   | 113        |
| 4.6.1 Επιλογή ερωτηματολογίου .....  | 114        |
| 4.6.2. Συγκρότηση ερωτηματολογίου .....  | 114        |
| 4.6.3. Παρουσίαση ερωτηματολογίου.....   | 116        |
| 4.7. Ανακεφαλαίωση .....   | 123        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....</b>  | <b>124</b> |
| 5.1. Εισαγωγή.....   | 124        |
| 5.2. Ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις στα ερωτήματα που αφορούν συνδεσμολογία μικροελεγκτών και αισθητήρων, προγραμματισμό μικροελεγκτών και τις γνώσεις των μαθητών για την έννοια της πιθανότητας.....                 | 124        |
| 5.3. Ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις στα ερωτήματα που αναφέρονται σε πρακτικές σχεδίασης και πραγματοποίησης διερευνήσεων .....  | 125        |
| 5.4. Ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις στα ερωτήματα που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα».....   | 129        |
| 5.5. Ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις στα ερωτήματα που αφορούν σε στάσεις των μαθητών για την διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε.....  | 131        |
| 5.4. Ανακεφαλαίωση.....  | 132        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>   | <b>133</b> |
| 6.1. Εισαγωγή.....   | 133        |
| 6.2. Αποτελέσματα που αφορούν στη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών ..... | 134        |
| 6.2.1. Συνδεσμολογία μικροελεγκτή.....   | 134        |

|  |            |
|--|------------|
| 6.2.2. Προγραμματισμός μικροελεγκτή σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring.....  | 135        |
| 6.3. Αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων ..... | 137        |
| 6.3.1. Αναγνώριση ερευνητικού ερωτήματος.....  | 138        |
| 6.3.2. Αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής .....   | 139        |
| 6.3.3. Αναγνώριση μεταβλητών ελέγχου .....   | 140        |
| 6.3.4. Αναγνώριση εξαρτημένης μεταβλητής.....  | 141        |
| 6.3.5. Διατύπωση πλαισίου για έρευνα.....  | 142        |
| 6.4. Αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες καιρός και κλίμα .....                     | 143        |
| 6.5. Αποτελέσματα που αφορούν στην διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στις γνώσεις των μαθητών για την έννοια της πιθανότητας .....                         | 145        |
| 6.5.1. Διαχείριση δεδομένων .....  | 145        |
| 6.5.2. Υπολογισμός πιθανότητας .....   | 146        |
| 6.6. Αποτελέσματα που αφορούν στην διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε .....     | 147        |
| 6.7. Διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM.....     | 150        |
| 6.7.1. Συνδεσμολογία μικροελεγκτή.....   | 150        |
| 6.7.2. Προγραμματισμός μικροελεγκτή σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring.....  | 152        |
| 6.7.3. Πρακτικές σχεδίασης και πραγματοποίησης έρευνας .....   | 155        |
| 6.7.4. Καιρός και κλίμα.....   | 160        |
| 6.7.5. Υπολογισμός πιθανότητας .....   | 161        |
| 6.6.6. Στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία.....   | 163        |
| 6.8. Σύνοψη των αποτελεσμάτων.....   | 166        |
| 6.9. Ανακεφαλαίωση .....   | 167        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>  | <b>168</b> |
| 7.1. Εισαγωγή.....   | 168        |
| 7.2. Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους.....   | 169        |
| 7.2.1. Συμβολή της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών.....                       | 170        |

|  |            |
|--|------------|
| 6.2.2. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στην ανάπτυξη πρακτικών στους μαθητές που αφορούν στη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων ..... | 171        |
| 7.2.4. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στις γνώσεις των μαθητών για την έννοια της πιθανότητας .....  | 173        |
| 7.2.5. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε .....                    | 173        |
| 7.2.6. Διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα των δύο διδακτικών παρεμβάσεων..   | 174        |
| 7.3. Περιορισμοί της εργασίας και προτάσεις για έρευνα.....  | 175        |
| 7.4. Ανακεφαλαίωση .....   | 176        |
| <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>   | <b>177</b> |
| <b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Ερωτηματολόγιο.....</b>  | <b>189</b> |
| <b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: Φύλλα εργασίας.....</b>  | <b>194</b> |
| <b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: Κώδικας προγραμματισμού του μετεωρολογικού σταθμού.....</b>  | <b>204</b> |

## **Κατάλογος εικόνων**

|   |    |
|---|----|
| Εικόνα 2.1: Βαθμός ολοκλήρωσης με βάση το μοντέλο STEM (Vasquez, 2015).....                   | 51 |
| Εικόνα 4.1: Ο μικροελεγκτής NodeMCU ESP8266 v.1 .....   | 84 |
| Εικόνα 4.2: Pinout του μικροελεγκτή NodeMCU ESP8266 v.1 .....                                 | 85 |
| Εικόνα 4.3: Συνδεσμολογία NodeMCU με τους αισθητήρες.....                                     | 86 |
| Εικόνα 4.4: Ο αισθητήρας dht-11 .....   | 87 |
| Εικόνα 4.5: Ο αισθητήρας bmp-180 .....  | 87 |
| Εικόνα 4.6: Ο αισθητήρας LDR.....   | 88 |
| Εικόνα 4.7: Ο αισθητήρας raindrop .....   | 88 |
| Εικόνα 4.8: Το περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE .....                                   | 90 |
| Εικόνα 4.9: Ο μετεωρολογικός σταθμός στον ThingSpeak server .....                             | 91 |
| Εικόνα 4.10: Τα κανάλια του μετεωρολογικού σταθμού στον ThingSpeak server .....               | 92 |
| Εικόνα 4.11: Τα εικονικά όργανα του μετεωρολογικού σταθμού στον ThingSpeak server .....       | 93 |
| Εικόνα 4.12: Το ιστόγραμμα της διακύμανσης της θερμοκρασίας στον ThingSpeak server .....      | 94 |
| Εικόνα 4.13: Η πλατφόρμα Cayenne .....  | 94 |
| Εικόνα 4.14: Προγραμματισμός drag and drop με trigger για αποστολή email από το Cayenne ..... | 95 |
| Εικόνα 4.15: Σχεδίαση housing του μετεωρολογικού σταθμού με το λογισμικό Thinkercad .....     | 95 |

## **Κατάλογος γραφημάτων**

|  |    |
|--|----|
| Γράφημα 2.1: Σχηματική απεικόνιση της επίλυσης προβλήματος μέσω της ενοποίησης STEM..... | 46 |
| Γράφημα 2.2: Το Μονοεπιστημονικό μοντέλο STEM.....                                       | 49 |
| Γράφημα 2.3: Το Πολυεπιστημονικό μοντέλο.....  | 50 |
| Γράφημα 2.4: Το Διεπιστημονικό μοντέλο .....   | 50 |
| Γράφημα 2.5: Το Διαεπιστημονικό μοντέλο .....  | 51 |



## Κατάλογος πινάκων

|   |     |
|---|-----|
| Πίνακας 2.1: Οι φάσεις του μαθησιακού μοντέλου 5E και η περιγραφή τους (Bybee et al., 2006).....                      | 43  |
| Πίνακας 4.1: Κατανομή των μαθητών στα τμήματα της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου .....                    | 82  |
| Πίνακας 4.2: Αντιστοιχία επιμέρους διδακτικών ενοτήτων του μετεωρολογικού σταθμού με μαθήματα του ΕΠΑΛ .....          | 98  |
| Πίνακας 4.3: Σχέδιο μαθήματος της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 1 του προγράμματος διδασκαλιών .....             | 99  |
| Πίνακας 4.4: Σχέδιο μαθήματος της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 2 .....  | 101 |
| Πίνακας 4.5: Σχέδιο μαθήματος της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 3 .....  | 105 |
| Πίνακας 4.6: Η χρονική διάρκεια κάθε της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας .....                                     | 108 |
| Πίνακας 4.7: Σχέδιο διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 1 για την ομάδα ελέγχου.....                                   | 109 |
| Πίνακας 4.8: Σχέδιο διδασκαλίας 2 για την ομάδα ελέγχου .....   | 111 |
| Πίνακας 4.9: Σχέδιο διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 3 για την ομάδα ελέγχου.....                                   | 112 |
| Πίνακας 4.10: Τα προς διερεύνηση ζητήματα και οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.....                                   | 116 |
| Πίνακας 4.11: Αντιστοιχία των ερωτήσεων με τα γνωστικά πεδία STEM.....  | 117 |
| Πίνακας 5.1: Πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.1 που αφορά στην διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος.....  | 125 |
| Πίνακας 5.2: Πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.2 που αφορά στον ορισμό της ανεξάρτητης μεταβλητής..... | 126 |
| Πίνακας 5.3: Πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.3 που αφορά στον ορισμό της μεταβλητών ελέγχου .....    | 126 |
| Πίνακας 5.4: Πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.3 που αφορά στον ορισμό της μεταβλητών ελέγχου .....    | 127 |
| Πίνακας 5.5: Πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.5 που αφορά στην διατύπωση πλάνου για έρευνα.....       | 127 |
| Πίνακας 5.6: Κατηγοριοποίηση των απαντήσεων για την έννοια «καιρός».....  | 129 |
| Πίνακας 5.7: Κατηγοριοποίηση των απαντήσεων για την έννοια «κλίμα» .....  | 129 |
| Πίνακας 6.1: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Α1: συχνότητες και ποσοστά.....                     | 134 |
| Πίνακας 6.2: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Α2: συχνότητες και ποσοστά.....                     | 135 |
| Πίνακας 6.3: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Β1: συχνότητες και ποσοστά.....                     | 136 |
| Πίνακας 6.4: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Β2: συχνότητες και ποσοστά.....                     | 136 |
| Πίνακας 6.5: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Β3: συχνότητες και ποσοστά.....                     | 137 |
| Πίνακας 6.6: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ1: συχνότητες και ποσοστά .....                       | 138 |
| Πίνακας 6.7: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ2: συχνότητες και ποσοστά .....                       | 139 |
| Πίνακας 6.8: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ3: συχνότητες και ποσοστά ....                            | 140 |
| Πίνακας 6.9: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ4: συχνότητες και ποσοστά .....                           | 141 |
| Πίνακας 6.10: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ5: συχνότητες και ποσοστά ...                            | 142 |

|   |     |
|---|-----|
| Πίνακας 6.11: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ: συχνότητες και ποσοστά.....   | 143 |
| Πίνακας 6.12: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Ε: συχνότητες και ποσοστά.....   | 144 |
| Πίνακας 6.13: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ: συχνότητες και ποσοστά.....   | 144 |
| Πίνακας 6.14: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Ε: συχνότητες και ποσοστά.....   | 145 |
| Πίνακας 6.15: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ1: συχνότητες και ποσοστά.....   | 146 |
| Πίνακας 6.16: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ2: συχνότητες και ποσοστά.....   | 147 |
| Πίνακας 6.17: Μέσος Όρος (M), Τυπική Απόκλιση (SD) και αποτελέσματα του Wilcoxon Rank Test για τις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε.....   | 149 |
| Πίνακας 6.18: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Α1: συχνότητες και ποσοστά.....  | 151 |
| Πίνακας 6.19: Κατηγορίες απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Α2: συχνότητες και ποσοστά ..   | 151 |
| Πίνακας 6.20: Κατηγορίες απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Β1: συχνότητες και ποσοστά ..   | 153 |
| Πίνακας 6.21: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Β2: συχνότητες και ποσοστά.....  | 153 |
| Πίνακας 6.22: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Β3: συχνότητες και ποσοστά.....  | 154 |
| Πίνακας 6.23: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ1: συχνότητες και ποσοστά ..   | 155 |
| Πίνακας 6.24: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ2: συχνότητες και ποσοστά ..   | 156 |
| Πίνακας 5.25: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ3: συχνότητες και ποσοστά ..   | 157 |
| Πίνακας 6.26: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ4: συχνότητες και ποσοστά ...  | 158 |
| Πίνακας 6.27: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ5: συχνότητες και ποσοστά ...  | 159 |
| Πίνακας 6.28: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ: συχνότητες και ποσοστά.....   | 160 |
| Πίνακας 6.29: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Ε: συχνότητες και ποσοστά.....   | 161 |
| Πίνακας 6.30: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ1: συχνότητες και ποσοστά.....   | 162 |
| Πίνακας 6.31: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα ΣΤ2: συχνότητες και ποσοστά.....   | 163 |
| Πίνακας 6.32: Μέσος Όρος (M), Τυπική Απόκλιση (SD) και αποτελέσματα του ελέγχου Mann-Whitney U για τις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε .. | 165 |

## Περίληψη

Η έρευνα που μελετά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στη διδακτική προσέγγιση STEM είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Η παρούσα εργασία ερευνά την συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον μετεωρολογικό σταθμό με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM, στα μαθησιακά αποτελέσματα μαθητών των τάξεων του Λυκείου. Επιπλέον, επιδιώκεται η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αυτής της παρέμβασης με τα αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης με χρήση μονοεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM. Αναπτύχθηκε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό το οποίο εφαρμόστηκε σε 38 μαθητές του Λυκείου (πειραματική ομάδα). Σε άλλους 44 μαθητές του Λυκείου (ομάδα ελέγχου) αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε διδασκαλία βασισμένη σε μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό. Αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό και για τις δύο ομάδες μαθητών. Στο εκπαιδευτικό υλικό περιλαμβάνεται ένας μετεωρολογικός σταθμός ο οποίος αποτελείται από μικροελεγκτή (NodeMCU), αισθητήρα υγρασίας/θερμοκρασίας, αισθητήρα βαρομετρικής πίεσης/θερμοκρασίας, αισθητήρα φωτεινότητας και αισθητήρα βροχόπτωσης. Ο μετεωρολογικός σταθμός έχει την δυνατότητα συνδέσεως στο διαδίκτυο και αποστολής δεδομένων σε δύο πλατφόρμες (Dual Server) τηλεματικής (IoT) την ThingSpeak και την Cayenne. Μέσω της επικοινωνίας σταθμού-πλατφόρμας είναι δυνατή η καταχώρηση και η εξαγωγή δεδομένων σε πίνακες, η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, η δημιουργία εικονικών οργάνων (Visual Instruments, VI) για την εποπτική παρακολούθηση των φυσικών μεγεθών και επιπρόσθετα η χρήση αυτοματιστικών διεργασιών (triggers). Για τη συλλογή των δεδομένων, συγκροτήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο συμπληρώθηκε από τους μαθητές των δύο ομάδων πριν και μετά το πέρας των διδακτικών παρεμβάσεων. Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι η διδακτική παρέμβαση STEM με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού συνέβαλε σημαντικά στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών (γνώσεις των μαθητών στην συνδεσμολογία και τον προγραμματισμό μικροελεγκτών και αισθητήρων, πρακτικές σχεδίασης και πραγματοποίησης διερευνήσεων, αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα», γνώσεις των μαθητών για την έννοια της πιθανότητας και στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία). Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι η βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών στους

οποίους εφαρμόστηκε η διδακτική προσέγγιση STEM με χρήση του πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού ήταν σημαντικά καλύτερη σε σχέση με τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών στους οποίους εφαρμόστηκε το μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό στα πεδία του προγραμματισμού και της συνδεσμολογίας μικροελεγκτών και αισθητήρων, στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στην σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, στις γνώσεις των μαθητών για την έννοια της πιθανότητας και στις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

## **Abstract**

Research that studies the impact of teaching interventions based on the STEM didactic approach is very limited. This paper explores the contribution of a teaching intervention for the weather station using STEM multidisciplinary educational material to the learning outcomes of high school students. In addition, it is intended to compare the learning outcomes of this intervention with the results of a teaching intervention using STEM disciplinary training material. Multidisciplinary educational material was developed and applied to 38 high school students (experimental group). In other 44 students of the high school (control group), a teaching based on disciplinary educational material was developed and applied. The educational material includes a weather station consisting of a microcontroller (NodeMCU), a humidity / temperature sensor, a barometric pressure / temperature sensor, a brightness sensor and a rain sensor. The weather station has the ability to connect to the Internet and send data to two (Dual Server) telematics platforms (IoT), ThingSpeak and Cayenne. Through station-to-platform communications, it is possible to register and export data to tables, to process statistical data, to create virtual instruments (Visual Instruments, VI) for the surveillance of physical sizes and, in addition, to use triggers. For the collection of data, a questionnaire was created which was completed by the students of the two groups before and after the end of the didactic interventions. The survey data consists of the answers of the students to the questionnaires. The analysis of the data revealed that STEM teaching using multidisciplinary educational material significantly contributed to the improvement of pupils' learning outcomes (context knowledge in the wiring and programming of microcontrollers and sensors, the development of practices relating to the design and conduct of investigations, perceptions of students about the concepts "weather" and "climate", students' knowledge of the concept of probability and students' attitudes towards the teaching process). In addition, it was found that the improvement of the learning outcomes of the students using the STEM didactic approach using the multidisciplinary educational material was significantly better than the improvement of the learning outcomes of the students who have applied the disciplinary educational material in the fields of programming wiring microcontrollers and sensors, the development of practices relating to the design and conduct of investigations, students' knowledge of the concept of probability and attitudes of students towards the teaching process.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**

**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ-ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού με τη διδακτική προσέγγιση Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (STEM) για μετεωρολογικό σταθμό»**

**“Development and evaluation of STEM educational material relevant to weather station”**

**ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ Δ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**Επιβλέπων: Σκουμιός Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής Παν. Αιγαίου**

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις

1. Σκουμιός Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής Παν. Αιγαίου .....
2. Μοσκοφόγλου Μαρία, Καθηγήτρια Παν. Αιγαίου .....
3. Σοφός Αλεβίζος, Καθηγητής Παν. Αιγαίου .....

ΡΟΔΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2019

*Δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πρωτότυπης μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, ότι έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες και ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για το συγκεκριμένο Π.Μ.Σ.*

*Αντωνόπουλος Δ. Παναγιώτης*





*«Το παρόν είναι δικό τους, το μέλλον είναι δικό μου...»*

*Nicola Tesla*

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1. Οριοθέτηση και αναγκαιότητα της έρευνας

Τα σύγχρονα προβλήματα είναι πολύπλευρα και πολυπαραγοντικά και η προσέγγιση τους θα πρέπει να εδράζεται πάνω στην αλληλεπίδραση διαφορετικών επιστημονικών πεδίων (Czerniak et al., 1999; Niess, 2005; Seymour, 2002; Stuessy, 1993; Thomas & Watters, 2015; Wicklein, & Schell, 1995). Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται διεπιστημονικές συνέργειες ανάμεσα στα επιστημονικά πεδία. Αποτέλεσμα αυτών των συνεργειών είναι η μετακίνηση των γνωσιολογικών ορίων μεταξύ των συνεργαζόμενων γνωστικών περιοχών και η δημιουργία νέων όρων που ερμηνεύουν πιο ολιστικά τα φαινόμενα (Huerta et al., 2005). Επιπροσθέτως, μέσω αυτής της προσπάθειας, επανακτάται η εγγενής λογική της σύνδεσης των μερών σε ένα μεγαλύτερο σύνολο (Senge, 1990).

Επιπλέον, πλήθος ερευνών, αποκαλύπτουν τις χαμηλές επιδόσεις αρκετών μαθητών στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες (Edo, Ilma & Hartono, 2013; Grisay, Gonzalez & Monseur 2009; OECD, 2013; Tambychik & Meerah 2010; Wijaya, van den Heuvel-Panhuizen & Robitzsch, 2014).

Ως απόρροια των παραπάνω, στις μέρες μας υποστηρίζεται η άποψη ότι τα επιμέρους επιστημονικά πεδία θα μπορούσαν να διδάσκονται άνευ διαχωρισμού και ότι οι διαχωρισμοί αυτών των πεδίων είναι τεχνητοί και μη λειτουργικοί (Czerniak et al., 1999; Niess, 2005; Wicklein & Schell, 1995; Σκουμιός & Σκουμπουρδή, 2016). Όλο και περισσότερο οι εκπαιδευτικοί συνειδητοποιούν ότι ένα από τα θεμελιώδη προβλήματα του σχολείου σήμερα είναι η κατακερματισμένη προσέγγιση γνώσεων και δεξιοτήτων από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα και συχνά οι μαθητές δεν μπορούν να διαχειριστούν και να επιλύσουν ένα πρόβλημα, καθώς δεν γνωρίζουν το ευρύτερο πλαίσιο στο οποίο τα προβλήματα ενσωματώνονται (Frykholm & Glasson, 2005; Wicklein & Schell, 1995). Παρατηρείται μια

αδυναμία διασύνδεσης των γνώσεων και των δεξιοτήτων από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα προκειμένου να επιλυθεί ένα πρόβλημα και της εφαρμογής των γνώσεων στην καθημερινή ζωή, καθώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις γνώσεις και τις δεξιότητες ως ένα «μωσαϊκό» και όχι στοιχεία μιας πλήρους εικόνας (Furner & Kumar, 2007; Wicklein & Schell, 1995). Η ενοποίηση των διδακτικών πεδίων θα μπορούσε να συνεισφέρει στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών καθώς επίσης και να τους προετοιμάσει για τις απαιτήσεις του 21<sup>ου</sup> αιώνα (Czerniak et al., 1999; Niess, 2005; Seymour, 2002).

Σταδιακά, ιδιαίτερα από την δεκαετία του 90 και μετά, έχει καταγραφεί μια αύξηση των ερευνών που προβάλλουν την ανάγκη της ενοποίησης της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών (Lonning & DeFranco, 1994; Σκουμιός & Σκουμπουρδή, 2016). Ο όρος ενοποίηση αποδίδει τον αγγλικό όρο *integrated* και δεν υποδηλώνει την πλήρη συνένωση δυο επιστημονικών πεδίων, αλλά την σχέση που υπάρχει μεταξύ των δύο διακριτών πεδίων η οποία μπορεί να κυμαίνεται από την απουσία αλληλεπίδρασης, μέχρι τη μερική επικάλυψη και την πλήρη ταύτιση τους (Σκουμιός & Σκουμπουρδή, 2016).

Σύμφωνα με τους McBride και Silverman (1991) οι λόγοι για τους οποίους θα μπορούσε να ενοποιηθεί η διδασκαλία των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών είναι:

- (α) Και τα Μαθηματικά και οι Φυσικές Επιστήμες σχετίζονται άμεσα με τον φυσικό κόσμο.
- (β) Οι Φυσικές Επιστήμες μπορούν να παρέχουν στους μαθητές απτά παραδείγματα μαθηματικών ιδεών και έτσι διευκολύνεται η κατανόηση τους.
- (γ) Τα Μαθηματικά μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, αφού τους ποσοτικοποιούν και εξηγούν τις σχέσεις που συνδέουν τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών (σελ. 286-287).
- (δ) Οι δραστηριότητες εκείνες των Φυσικών Επιστημών που απαιτούν εμπλοκή μαθηματικών εννοιών μπορούν να συμβάλλουν στην ώθηση των μαθητών να μάθουν Μαθηματικά.

Οι έρευνες δείχνουν ότι ένα διεπιστημονικό πρόγραμμα σπουδών στα Μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες παρέχει μη κατακερματισμένες εμπειρίες στους μαθητές (Frykholm & Glasson, 2005; Lonning, 1994). Γενικά, τα οφέλη που αποκομίζουν οι μαθητές από ένα

ενοποιημένο πλαίσιο διδασκαλίας των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών είναι η ενεργός εμπλοκή των μαθητών στην μαθησιακή διαδικασία, η οικοδόμηση γνώσεων και η ανάπτυξη δεξιοτήτων, η βελτίωση των επιδόσεων, η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης για την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων, η ανάπτυξη της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων (problem solving) και η ανάδειξη της σημασίας εννοιών που ανήκουν σε διαφορετικά πεδία (English, 2016; Honey, Pearson & Schweingruber, 2014). Επιπροσθέτως, πληθώρα ερευνών υποστηρίζει την συμβολή της ενοποιημένης διδασκαλίας των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών στην καλλιέργεια στάσεων, ιδιαίτερα όταν η διδασκαλία τους αφορά ζητήματα που άπτονται της καθημερινής ζωής (Davison et al., 1995; English, 2016; Honey et al., 2014; Huntley, 1998; Lonning, 1994).

Η ενοποίηση της διδασκαλίας των μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών στα σχολεία έχει γίνει κεντρικό θέμα μεγάλων οργανισμών των Η.Π.Α. όπως η Ένωση για την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών (School Science and Mathematics Association, SSMA), το Εθνικό Συμβούλιο Καθηγητών Μαθηματικών (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM), η Αμερικανική Ένωση για την Ανάπτυξη των Φυσικών Επιστημών (American Association for the Advancement of Science, AAAS) και το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών (National Research Council, NRC). Οι οργανώσεις αυτές, σε μεγάλο βαθμό υποστηρίζουν την ενοποίηση της διδασκαλίας των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών, έτσι ώστε να υπάρχει εναρμόνιση με τα θεσπισμένα εθνικά πρότυπα, όπως τα Εθνικά Πρότυπα Φυσικών (NRC, 1996) και τα NCTM Πρότυπα (NCTM, 2000) τα οποία συνηγορούν υπέρ της διδακτικής ενοποίησης των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών (Davison et al., 1995; Furner & Kumar, 2007). Ακόμη, θεωρείται ότι η ενοποίηση της διδασκαλίας Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, συνεργεί στην οικοδόμηση συνέχειας μεταξύ σχολικής πραγματικότητας και καθημερινής ζωής, κάτι που αποτελεί στόχο των σύγχρονων αναλυτικών προγραμμάτων (Davison et al., 1995; Huntley, 1998).

Η άποψη της ενοποίησης της διδασκαλίας η οποία αρχικά αφορούσε τον χώρο της διδακτικής των Μαθηματικών και της Φυσικής, αναπτύχθηκε ευρύτερα και συμπεριέλαβε και τα επιστημονικά πεδία της Τεχνολογίας και της Μηχανικής (Becker & Park, 2011; Honey et al., 2014). Στις Η.Π.Α. ήδη από την δεκαετία του 60 άρχισαν οι προσπάθειες βελτίωσης της διδασκαλίας των Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, λόγω της προφανούς και νευραλγικής σημασίας τους στην κρατική ανάπτυξη (Atkinson & Mayo 2010; Breiner et al., 2012; NRC, 1996; NRC, 1999). Επίσης, μεγάλο ενδιαφέρον επιδείχθηκε στην ανάπτυξη της

διδασκαλίας της Μηχανικής και της Τεχνολογίας σε επίπεδο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς θεωρήθηκε ότι ενεργός εμπλοκή των μαθητών με την Μηχανική και την Τεχνολογία βελτιώνει τις επιδόσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά (Becker & Park, 2011; ITEEA, 2000; NAE, 2009; NRC, 2009). Ακόμη, βοηθά έτσι ώστε να επιτελεστεί διάχυση γνώσης των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών σε μεγαλύτερο ποσοστό μαθητών της σχολικής τάξης και να σταματήσουν να θεωρούνται ζητήματα για «λίγους και εκλεκτούς» (Seymour, 2002).

Η παρούσα εργασία εντάσσεται στο ευρύτερο πεδίο ερευνών που μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στη προσέγγιση STEM, στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών. Ειδικότερα, εστιάζεται στη μελέτη των μαθησιακών αποτελεσμάτων από την εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον μετεωρολογικό σταθμό.

Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός για διάφορους λόγους. Ο πρώτος λόγος αφορά το γεγονός ότι θέματα που σχετίζονται με την μετεωρολογία εμφανίζονται εκτεταμένα στην καθημερινή ζωή. Ο δεύτερος λόγος συνδέεται με το ότι μια εκτεταμένη σειρά ερευνών σε θέματα μετεωρολογίας κατέδειξε ότι οι μαθητές εκδηλώνουν αντιλήψεις διαφορετικές από αυτές της σχολικής γνώσης (Stepans & Kuehn, 1995). Ο τρίτος λόγος σχετίζεται με το ότι η διδασκαλία εννοιών και φαινομένων μετεωρολογίας περιέχεται σε όλα τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αναγνωρίζοντας προφανώς την αναγκαιότητα της μελέτης τους. Επίσης, το θέμα αυτό είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον διότι συνδυάζει τόσο την επιστήμη της Διδακτικής, όσο και το ευρύ φάσμα των εμπλεκόμενων επιστημών της διδακτικής προσέγγισης STEM (Φ.Ε., Μηχανική, Τεχνολογία, Μαθηματικά). Επιπροσθέτως, λόγω των σπουδών και της πολύχρονης ενασχολήσεως μας με την κατασκευή διατάξεων μικροελεγκτών καθώς και της συμμετοχής μας σε μαθητικές εκθέσεις υπάρχει η απαιτούμενη τεχνογνωσία για την περάτωση του τεχνολογικού μέρους της εργασίας.

Στις μέρες μας υπάρχει πληθώρα ερευνών από διάφορους εκπαιδευτικούς, πολιτικούς φορείς, ακόμα και από επιχειρήσεις η οποία υποστηρίζει την αναγκαιότητα της ανάπτυξης και βελτίωσης της εκπαίδευσης STEM (Atkinson & Mayo 2010; Honey, Pearson & Schweingruber, 2014; NRC 1996; NRC,1999; NRC,2009). Ακόμη, έρευνες δείχνουν ότι η εκπαίδευση STEM μπορεί να επιφέρει θετικά γνωστικά και συναισθηματικά αποτελέσματα

(Atkinson & Mayo 2010; Becker & Park, 2011; Freeman et al., 2014; NRC 1999; Springer, Stanne, & Donovan, 1999). Η ανάπτυξη δεξιοτήτων STEM θεσπίζεται ως στόχος πλέον σε πολλά εκπαιδευτικά συστήματα παγκοσμίως και αντανακλά τις σύγχρονες ανάγκες της αγοράς εργασίας (Atkinson & Mayo, 2010; Charette, 2013).

Ενώ τα περισσότερα σχολεία σήμερα διδάσκουν τα Μαθηματικά, τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία και την Μηχανική ως ξεχωριστά αντικείμενα υπάρχει μια όλο και αυξανόμενη τάση της ανάδειξης των σχέσεων μεταξύ αυτών των αντικειμένων (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014). Γενικά, στα περισσότερα σχολεία δίνεται έμφαση στην διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών περισσότερο από ότι της STEM. Αρκετές επιτροπές του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας υποστηρίζουν ότι η μάθηση των Φυσικών Επιστημών θα πρέπει να περιλαμβάνει την ανάπτυξη δεξιοτήτων, οι οποίες να καθίστανται χρήσιμες στην αγορά εργασίας (NRC, 2012b). Η διδακτική προσέγγιση STEM μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη τέτοιων δεξιοτήτων (Bell, 2010; Honey, Pearson & Schweingruber, 2014; Niess, 2005).

Όμως η διδακτική προσέγγιση STEM εκτείνεται πέρα και πάνω από την αγορά εργασίας. Στην καθημερινή τους ζωή οι πολίτες έρχονται αντιμέτωποι με καταστάσεις οι οποίες για να αντιμετωπιστούν βέλτιστα χρειάζονται δεξιότητες STEM, είτε πρόκειται για καταστάσεις που αφορούν ιατρικά θέματα, είτε ερμηνεία ποσοτικών στοιχείων κ.α. (Atkinson & Mayo 2010; NRC 1989; NRC 2002).

Ενώ λοιπόν υπάρχει επιστημονικό ενδιαφέρον για την διδακτική προσέγγιση STEM, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη σε παγκόσμιο επίπεδο η έρευνα που μελετά τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014). Στο εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιούν οι έρευνες αυτές συνήθως χρησιμοποιείται κάποιο εκπαιδευτικό λογισμικό (Barker, 2008; Burghardt, 2010; Dave et al., 2010; Martin et al., 2011; Nugent, 2010; Sengupta & Whilensky, 2011; Whilensky, 2003). Σε άλλες έρευνες χρησιμοποιείται ως εκπαιδευτικό υλικό τα ρομπότ LEGO Mindstorms (Barker, 2008; Nugent, 2010). Είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η χρήση -σε διδακτικές παρεμβάσεις STEM- διατάξεων μικροελεγκτών (Martin et al., 2011). Ακόμη, οι έρευνες εστιάζουν σε ορισμένα γνωστικά πεδία της διδακτικής προσέγγισης STEM (Barker et al., 2008; Baumgartner & Reiser, 1997; Bayles & Ross, 2008; Berlin and Lee, 2001; Berlin & Lee, 2003; Bozick & Dalton, 2013; Burghardt et al., 2010; Coyle & Schwartz, 2000; Crismond, 2001; Czerniak et al., 1999; Dave et al., 2010; Di Sessa, 2000; Doppelt & Schuun, 2008; Fortus et al., 2004;

Fortus, 2005; Guzey et al., 2017; Hurley, 2001; Koskey et al., 2018; Kurt & Rehlivan, 2013; Lehrer, Schauble & Lucas, 2008; Martin et al., 2011; Mehalik, Doppelt & Schunn, 2008; Mehalik, Penner et al., 1997; Melchior et al., 2005; Monterastelli, Bayles & Ross, 2008; NAE & NRC, 2009; Nugent et al., 2010; Pang and Good, 2000; Penner et al., 1997; Sadler, Coyle & Schwartz, 2000; Sadler, Stone et al., 2008; Sengupta & Wilensky, 2011; Sherin, 2001; Stone et al., 2008; Tran & Nathan, 2010a; Tran & Nathan, 2010b; Whilensky, 2003; Whilensky & Reisman, 2006; Wilhelm & Walters, 2005). Επιπροσθέτως, στις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί δεν διευκρινίζεται πως νοούνται οι συνδέσεις ανάμεσα στα γνωστικά πεδία των Μαθηματικών, των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας και της Μηχανικής (π.χ. Baumgartner & Reiser, 1997; DiSessa, 2000, Sengupta & Wilensky, 2011; Fortus et al., 2004; Sherin, 2001; Tran & Nathan, 2010a; Tran & Nathan, 2010b; Wilensky, 2003).

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι η έρευνα που αφορά στη διδακτική προσέγγιση STEM είναι περιορισμένη και το εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιείται στην μαθησιακή διαδικασία είναι συνήθως εμπλουτισμένο με ψηφιακές τεχνολογίες παραμένοντας όμως κατά βάση μονοεπιστημονικό (Berlin & Lee, 2003; Czerniak et al., 1999; NAE & NRC, 2009). Είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που μελετά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM, στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών (Berlin & Lee, 2003; Czerniak et al., 1999; NAE & NRC, 2009). Ειδικότερα, δεν εντοπίζονται έρευνες που να μελετούν τη συμβολή τέτοιων διδακτικών παρεμβάσεων STEM για ζητήματα μετεωρολογίας. Επιπρόσθετα, δεν εντοπίζονται έρευνες για διδακτικές παρεμβάσεις STEM που να βασίζονται στην διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φ.Ε.».

Αναδύεται λοιπόν η ανάγκη πραγματοποίησης έρευνας της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τον μετεωρολογικό σταθμό με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα μαθητών των τάξεων του Λυκείου. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στο να καλύψει αυτό το ερευνητικό κενό.

## 1.2. Σκοπός της εργασίας και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τον μετεωρολογικό σταθμό με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα μαθητών των τάξεων του Λυκείου. Επιπλέον, επιδιώκεται η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αυτής της παρέμβασης με τα αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης με χρήση μονοεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM.

Πιο συγκεκριμένα τα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται είναι τα εξής:

Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών σε μαθητές του Λυκείου;

Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στην ανάπτυξη πρακτικών στους μαθητές Λυκείου που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων;

Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στις αντιλήψεις των μαθητών του Λυκείου για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα»;

Ερευνητικό ερώτημα 4: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στις γνώσεις των μαθητών του Λυκείου για τον υπολογισμό της πιθανότητας;

Ερευνητικό ερώτημα 5: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στις στάσεις των μαθητών του Λυκείου απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε;



Ερευνητικό ερώτημα 6: Υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της παραπάνω διδακτικής παρέμβασης και της διδακτικής παρέμβασης με χρήση μονοεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM;

### **1.3. Σημασία της εργασίας**

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών και τα συγκρίνει με τα αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε μονοεπιστημονικό υλικό, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

Επιπρόσθετα, προϊόν αυτής της εργασίας θα αποτελεί και η κατασκευή ενός μετεωρολογικού σταθμού που χρησιμοποιεί μικροελεγκτή και παρέχει πολλές εποπτικές δυνατότητες, δυνατότητες αυτοματισμού και τηλεματικής.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας μπορούν να συνεισφέρουν τόσο στο πεδίο της έρευνας όσο και στο πεδίο της διδακτικής πράξης.

Στο πεδίο της έρευνας πρόκειται να διερευνηθεί κατά πόσο μια διδακτική παρέμβαση για τον μετεωρολογικό σταθμό που βασίζεται σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και περιλαμβάνει μικροελεγκτή, αισθητήρες και δυνατότητες IoT (internet of things), μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστήμων, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών.

Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά τις Φυσικές Επιστήμες, διερευνάται η ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων. Ακόμη διερευνάται η επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής αναφορικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα». Όσον αφορά την Τεχνολογία, διερευνώνται οι γνώσεις προγραμματισμού μικροελεγκτή σε γλώσσα Wiring. Όσον αφορά την Μηχανική, διερευνώνται οι γνώσεις σε συνδεσμολογίες που αποσκοπούν στην λειτουργία των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων της διάταξης. Όσον αφορά τα Μαθηματικά, διερευνώνται οι γνώσεις υπολογισμού πιθανότητας. Διερευνώνται επίσης οι στάσεις των

μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία. Επιπρόσθετα, επιδιώκεται η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, με τα μαθησιακά αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης η οποία βασίζεται σε μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό.

Το εκπαιδευτικό υλικό που θα αναπτυχθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί από εκπαιδευτικούς για την διδασκαλία θεμάτων μετεωρολογίας.

#### **1.4. Δομή της εργασίας**

Η παρούσα εργασία δομείται σε 7 κεφάλαια.

Στο 1ο κεφάλαιο οριοθετείται το θέμα, κατόπιν ακολουθεί συζήτηση όσον αφορά την αναγκαιότητα της εργασίας, παρουσιάζονται ο σκοπός της και τα ερευνητικά ερωτήματα για τα οποία επιδιώκεται απάντηση μέσα από την έρευνα που πρόκειται να διενεργηθεί, ακολουθεί συζήτηση για τη σημασία της εργασίας και τέλος παρουσιάζεται η δομή της.

Στο 2ο κεφάλαιο αναπτύσσεται το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας στο οποίο εδράζεται η διδακτική προσέγγιση Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (STEM) καθώς και το πλαίσιο και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αυτής.

Στο 3ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που σχετίζονται με το θέμα της εργασίας και τεκμηριώνεται η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας.

Στο 4ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας. Ειδικότερα, παρουσιάζονται το είδος της έρευνας και η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε, το δείγμα της έρευνας και η μέθοδος συλλογής δεδομένων.

Στο 5ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας.

Στο 6ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας που αφορούν στη συμβολή των δύο διδακτικών παρεμβάσεων στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών, ανά ερευνητικό ερώτημα.

Στο 7ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας και ειδικότερα συζητούνται τα αποτελέσματα που ανακύπτουν, αναφέρονται οι περιορισμοί της έρευνας και διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Τέλος, παρατίθενται η βιβλιογραφία και τα παραρτήματα.

## **1.5. Ανακεφαλαίωση**

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τον μετεωρολογικό σταθμό με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα μαθητών των τάξεων του Λυκείου. Επιπλέον, επιδιώκεται η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αυτής της παρέμβασης με τα αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης με χρήση μονοεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM. Αναφορικά με τα πορίσματα της έρευνας, αναμένεται να υπάρχουν δυνατότητες αξιοποίησής τους τόσο στο πεδίο της έρευνας όσο στο πεδίο της διδακτικής πράξης.

## **2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ**

### **2.1. Εισαγωγή**

Στο παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνεται το θεωρητικό πλαίσιο στο οποίο εδράζεται η παρούσα εργασία. Το κεφάλαιο συντίθεται από 4 ενότητες. Η πρώτη ενότητα εστιάζεται στην έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.2.). Η δεύτερη ενότητα αφορά στην εποικοδομητική προσέγγιση για την μάθηση (βλ. ενότητα 2.3.). Η τρίτη ενότητα επικεντρώνεται στην μάθηση μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής (βλ. ενότητα 2.4). Η τέταρτη ενότητα αναφέρεται στη διδακτική προσέγγιση STEM (βλ. ενότητα 2.5.).

### **2.2. Η έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών**

Η ενότητα αυτή διαπραγματεύεται ζητήματα που αφορούν στην έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών αναφορικά με έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Περιλαμβάνει δύο υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα των ερευνών για τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.2.1.). Στην δεύτερη υποενότητα παρουσιάζονται τα γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών (βλ. υποενότητα 2.2.2).

#### **2.2.1. Βασικά συμπεράσματα των ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών**

Από την δεκαετία του 1970 έχει αρχίσει η συστηματική έρευνα στον χώρο των Φυσικών Επιστημών προκειμένου να κατανοηθεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές οικοδομούν την γνώση (Driver et al., 2014; Nussbaum, & Sharoni-Dagan, 1983; Κουμαράς, 2015).

Από τις έρευνες που διεξήχθησαν καθίσταται εμφανές πλέον ότι οι μαθητές δεν έρχονται στο σχολείο ως *tabula rasa*, αλλά έχοντας αναπτύξει πλήθος αντιλήψεων γύρω από τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (Driver, 1985; Driver, 1987; Driver et al., 2014; Feher & Rice, 1988; Nussbaum & Sharoni-Dagan, 1983; Osborne & Cosgrove, 1983; Skamp, 2012; Κουμαράς, 2015). Αρκετές φορές, οι αντιλήψεις αυτές είναι αποτέλεσμα διάδρασης του μαθητή με το φυσικό περιβάλλον, ακόμη η πηγή άντλησης τους μπορεί να βρίσκεται στο κοινωνικό, οικογενειακό, φιλικό περιβάλλον του μαθητή και στα μέσα μαζικής ενημέρωσης (Nussbaum & Sharoni-Dagan, 1983). Οι αντιλήψεις αυτές λοιπόν αναπτύσσονται από άτυπες πηγές μάθησης δημιουργώντας τις περισσότερες φορές μια στρεβλή αντίληψη των φυσικών πραγμάτων που έρχεται σε αντίθεση με τις απόψεις των ειδικών (Driver, 1985; Erickson, 1979; Feher, & Rice, 1988; Henriques, 2002; Nussbaum & Sharoni-Dagan 1983; Osborne & Cosgrove, 1983; Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000). Επιπροσθέτως, οι έρευνες έδειξαν την παγκοσμιότητα των αντιλήψεων αυτών, καθώς και την ιδιαίτερη αντοχή τους στην αλλαγή. Είναι εντυπωσιακό ότι οι αντιλήψεις αυτές έχουν ανιχνευτεί ακόμα και σε φοιτητές Πανεπιστημιακών τμημάτων Φυσικής (Nussbaum & Sharoni-Dagan, 1983; Κουμαράς, 2015). Οι ιδέες αυτές συγκροτούν ερμηνευτικά πλαίσια και παραμένουν σχεδόν ανεπηρέαστες από την παραδοσιακή διδασκαλία που βασίζεται στον Συμπεριφορισμό<sup>1</sup> (Butts, Hofman & Anderson, 1993). Παρατηρείται πολλές φορές ότι ακόμα και μια πρόσκαιρη μετατόπιση των αντιλήψεων αυτών προς την σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης και μόλις παρέλθει κάποιο χρονικό διάστημα, ο μαθητής επανέρχεται στην πρωτέρα κατάσταση (Driver et al., 1985; Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2006).

Μερικές από τις αντιλήψεις των μαθητών ενδέχεται να διαφοροποιηθούν από την επίδραση της διδασκαλίας, γενικά όμως χαρακτηρίζονται από γενικότητα και έχουν διαχρονική ισχύ. (Nussbaum & Sharoni-Dagan 1983; Κόκκοτας, 1997). Οι διαμορφωμένες αντιλήψεις των παιδιών δεν είναι απλά λάθη, που δημιουργούνται από εσφαλμένη πληροφόρηση, αλλά πιθανόν να δημιουργούνται από κάποιους νοητικούς μηχανισμούς που διαθέτουν και με τους οποίους, προσπαθούν να ερμηνεύσουν ό,τι συμβαίνει γύρω τους. (Κόκκοτας, 1997). Για την αντίληψη

---

<sup>1</sup> Ο Συμπεριφορισμός, ως θεωρία μάθησης, μπορεί να αναχθεί στον Αριστοτέλη, του οποίου το δοκίμιο «Μνήμη» επικεντρώθηκε σε συσχετίσεις που λαμβάνουν χώρα μεταξύ γεγονότων, όπως η αστραπή και η βροντή. Η θεωρία του συμπεριφορισμού επικεντρώνεται στη μελέτη της συμπεριφοράς που είναι παρατηρήσιμη και μπορεί να μετρηθεί. Θεωρεί το μυαλό ως ένα «μαύρο κουτί», με την έννοια ότι η απόκριση στο εγκεφαλικό ερέθισμα μπορεί να παρατηρηθεί εξωτερικά, βάσει της εκδηλωμένης συμπεριφοράς, αγνοώντας εντελώς τις διαδικασίες σκέψης που συμβαίνουν στο μυαλό. Μερικοί βασικοί εκπρόσωποι της συμπεριφορικής θεωρίας ήταν οι Pavlov, Watson Thorndike και Skinner (Mergel, 1998).

και ερμηνεία του φυσικού κόσμου καίριο ρόλο παίζουν τα διαφορετικά σχήματα<sup>2</sup> που έχουν δημιουργήσει (Driver, 1985). Λόγω των διαφορετικών σχημάτων από μαθητή σε μαθητή, έχουμε και διαφορετικό τρόπο παρατήρησης και εξαγωγής συμπερασμάτων (Κόκκοτας, 1997). Ακόμα και οι ερωτήσεις που κάνουν και κατ' επέκταση ο τρόπος που ερμηνεύουν τα αποτελέσματα στα οποία καταλήγουν φαίνεται να επηρεάζονται από τα νοητικά σχήματα που διαθέτουν (Driver, 1985; Κόκκοτας, 1997). Τα άτομα εσωτερικεύουν την εμπειρία τους, κατά τρόπο που εν μέρει τουλάχιστον είναι δικός τους κατασκευάζοντας τα δικά τους νοήματα (Driver, 1985).

Η διεθνής βιβλιογραφία βρίθεται από την ποικιλία των όρων που έχουν χρησιμοποιηθεί για να ορίσουν το φαινόμενο. Ενδεικτικά αναφέρονται οι όροι «αντιλήψεις» (conceptions), «διαισθητικές θεωρίες» (intuitive theories), «μικρές θεωρίες» (mini theories), «διαισθητικές αντιλήψεις» (intuitive notion) (δίνοντας βάρος στην προέλευσή τους), «προηγούμενες ιδέες» (previous ideas), «προαντιλήψεις» ή «προϊδέασεις» (preconceptions) (δίνοντας βάρος στη χρονική τοποθέτησή τους), «λανθασμένες αντιλήψεις» (misconceptions) (όταν δίνεται βάρος στον εσφαλμένο χαρακτήρα του περιεχομένου τους), «εναλλακτικά πλαίσια» (alternative frameworks), «εναλλακτικά εννοιολογικά πλαίσια» (alternative conceptual frameworks), «εναλλακτικές αντιλήψεις» (alternative conceptions). Ο όρος «εναλλακτικές αντιλήψεις» (alternative conceptions) θεωρείται γενικότερος από τον όρο «εναλλακτικά πλαίσια» (alternative frameworks) δίνοντας την ευκαιρία στους ερευνητές να ερμηνεύουν τις διαφορετικές πτυχές των αντιλήψεων των μαθητών. Ο όρος «εναλλακτικές» δίνει έμφαση στη απόκλιση που υφίσταται μεταξύ των ιδεών των μαθητών και της σχολικής εκδοχής της επιστημονικής γνώσης (Μαστρογιωργάκη, 2018). Στην παρούσα εργασία υιοθετείται ο όρος «αντιλήψεις».

Ανακεφαλαιώνοντας, η επί τουλάχιστον 40 έτη συστηματική καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών, κατά την διεξαγωγή εμπειρικών ερευνών κατέληξαν σε κάποια κοινά συμπεράσματα (Driver et al. 1985; Driver et al. 1994).

(α) Οι μαθητές προτού εισέλθουν στο χώρο του σχολείου, έχουν αναπτύξει ένα πλαίσιο αντιλήψεων για τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, οι οποίες στις περισσότερες περιπτώσεις είναι διαφορετικές από την σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης.

---

<sup>2</sup> Το σχήμα, ή γνωστικό σχήμα (sheme ή shema) σύμφωνα με τον Piaget είναι η νοητική αποτύπωση ενός αντικειμένου ή μιας διαδικασίας που πραγματοποιείται μέσω δράσης. Για να κατανοηθεί ένα αντικείμενο ή μια κατάσταση θα πρέπει να πραγματοποιηθεί από το υποκείμενο η αφομοίωση του σε σχήμα (Arbib, 1992).

(β) Οι αντιλήψεις αυτές ακολουθούν τους μαθητές μέχρι την ενηλικίωση τους.

(γ) Ορισμένες αντιλήψεις φαίνεται να είναι αρκετά διαδεδομένες μέσα στον μαθητικό πληθυσμό.

(δ) Οι μαθητές ενδέχεται να διατηρήσουν και τις δικές τους αντιλήψεις μαζί με την σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης.

(ε) Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την διαμόρφωση των αντιλήψεων είναι το ευρύτερο πολιτιστικό πλαίσιο στο οποίο ζουν καθώς και η γλώσσα επικοινωνίας τους.

### **2.2.2. Γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών**

Οι εμπειρικές έρευνες που αφορούν στις αντιλήψεις των μαθητών όλων των βαθμίδων και διεξήχθησαν σε πολλές γνωστικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών έδειξαν ότι αυτές έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά ανεξαρτήτου ηλικίας, φύλου ή χώρας καταγωγής των μαθητών (Driver et al., 1994; Harlen, 2000; Taber, 2014; Κόκκοτας, 1997).

(α) *«Κυριάρχηση της σκέψης από αντιληπτά δεδομένα»*. Οι μαθητές τείνουν να ερμηνεύουν τα φυσικά φαινόμενα που αντιμετωπίζουν κυρίως μέσω των αισθήσεων. Στηρίζονται επίσης στις υπάρχουσες αισθητηριακές εμπειρίες τους προκειμένου να βασίσουν τον συλλογισμό τους (NRC, 1996). Ένα τέτοιο παράδειγμα ερμηνείας των φυσικών φαινομένων μέσω των δεδομένων που γίνονται αντιληπτά αισθητηριακά αποτελεί το πείραμα της διάλυσης της ζάχαρης στο νερό. Ο μαθητής θεωρεί ότι η ζάχαρη εξαφανίζεται (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

(β) *«Περιορισμένη Εστίαση»*. Οι μαθητές τείνουν να επικεντρώνουν την προσοχή τους μόνο σε μία ή σε ορισμένες μόνο όψεις του υπό εξέταση φαινομένου και να αγνοούν τις υπόλοιπες όψεις του συστήματος. Συνήθως η προσοχή τους εστιάζεται στις πλέον κυρίαρχες και περισσότερο εμφανείς όψεις του συστήματος (Duit & von Rhöneck, 1997; Κόκκοτας, 1997). Ένα παράδειγμα της περιορισμένης εστίασης είναι η αντίληψη των μαθητών όταν ερωτώνται

για την θερμοκρασία που έχουν δυο παγάκια στην κατάψυξη, ένα μικρό και ένα μεγάλο. Θεωρούν ότι οι θερμοκρασίες του κάθε ενός εξαρτάται από το μέγεθος του και αγνοούν την επίδραση του περιβάλλοντος που βρίσκονται τα παγάκια (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2003).

(γ) «*Εξάρτηση των αντιλήψεων από το πλαίσιο χρήσης τους*». Εμπειρικές έρευνες έχουν δείξει ότι οι αντιλήψεις των μαθητών είναι εξαρτώμενες από το εκάστοτε πλαίσιο στο οποίο τίθεται ένα πρόβλημα σε συνάρτηση με τα χαρακτηριστικά του. Ο τρόπος διαχείρισης του προβλήματος από τους μαθητές συνήθως εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως για παράδειγμα αν έχουν συναντήσει παρόμοιο πρόβλημα ξανά, ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζεται το πρόβλημα, ή κατά πόσο συνδέεται με την καθημερινή τους ζωή (Μαστρογιωργάκη, 2018). Όταν πρόκειται να ασχοληθούν με κάτι εντελώς νέο και ανοίκειο, τότε αξιοποιούν προγενέστερες εμπειρίες αναζητώντας κοινά χαρακτηριστικά που έχουν προκειμένου να αποδώσουν ερμηνείες (Harlen, 2000). Όταν οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται την αναγκαιότητα για μια σωστή θεώρηση των υπό μελέτη φαινομένων, τότε για πανομοιότυπες καταστάσεις ενδέχεται να αναπτύξουν διαφορετικές ή και αλληλοσυγκρουόμενες ερμηνείες (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2008) Ένα παράδειγμα είναι η επαφή δύο σωμάτων με διαφορετική θερμοκρασία. Οι μαθητές κάθε φορά εκδηλώνουν διαφορετικές αντιλήψεις, οι οποίες εξαρτώνται από την θερμική κατάσταση που έχουν. Όταν υπάρχει επαφή ενός θερμού σώματος με ένα λιγότερο θερμό, τότε οι μαθητές ορθώς αντιλαμβάνονται την μεταφορά της θερμότητας από το θερμότερο στο λιγότερο θερμό. Αν όμως έχουμε επαφή δυο σωμάτων εκ των οποίων το ένα να είναι ψυχρό και το άλλο λιγότερο ψυχρό, τότε οι μαθητές εσφαλμένα αντιλαμβάνονται ότι υπάρχει μεταφορά ψύχους από το ψυχρότερο, στο λιγότερο ψυχρό σώμα. Τέλος, εάν έχουμε επαφή ενός ψυχρού και ενός θερμού σώματος, τότε οι μαθητές αντιλαμβάνονται ταυτόχρονα και τις δύο παραπάνω περιπτώσεις και θεωρούν ότι υπάρχει μεταφορά και θερμότητας και ψύχους (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000).

(δ) «*Έννοιες που δεν διαχωρίζονται*». Πολλές φορές οι μαθητές χρησιμοποιούν έννοιες αδιακρίτως, οι οποίες έχουν διαφορετικό νόημα στον δικό τους κόσμο των αντιλήψεων και διαφορετικό νόημα όταν βρίσκονται εντός των πλαισίων της σχολικής εκδοχής της επιστημονικής γνώσης. Επιπροσθέτως, μεταβαίνουν από τη μία έννοια στην άλλη, χωρίς να το συνειδητοποιούν (Duit & von Rhöneck, 1997; Driver et al., 1985). Ένα αρκετά συνηθισμένο παράδειγμα είναι η σύγχυση, σε πολύ μεγάλο βαθμό των εννοιών της θερμότητας και της θερμοκρασίας (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000). Ακόμη, μπορούν να χρησιμοποιούν την



έννοια ηλεκτρικό ρεύμα για να περιγράψουν πλήθος άλλων εννοιών όπως π.χ. την ηλεκτρική ενέργεια (Κόκοτας, 1997).

(ε) «*Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός*». Οι μαθητές, εφαρμόζουν μια τοπική και όχι ολική θεώρηση των πραγμάτων και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να περιγράφουν και να ερμηνεύουν τις αλλαγές που συμβαίνουν σε ένα φαινόμενο βασιζόμενοι σε γραμμικές αιτιακές σχέσεις (Duit & von Rhöneck, 1997; Κόκοτας, 1997). Ένα παράδειγμα του γραμμικού αιτιακού συλλογισμού είναι η θεώρηση των μαθητών ότι ένα θερμό σώμα εκπέμπει θερμότητα, ενώ στην πραγματικότητα η διάδοση της θερμότητας μεταξύ δυο σωμάτων συμβαίνει λόγω της διαφορετικής θερμοκρασίας τους, από το θερμότερο στο λιγότερο θερμό (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000).

(ε) «*Αντιλήψεις ανθεκτικές στην αλλαγή*». Ευρήματα των εμπειρικών ερευνών μας δείχνουν ότι οι μαθητές όλων των βαθμίδων αναπτύσσουν αντιλήψεις οι οποίες είναι ιδιαίτερα σταθερές και ανθεκτικές στην αλλαγή. Πολλές φορές, ακόμα και μετά το πέρας της εκπαιδευτικής διαδικασίας οι μαθητές, παρόλο που έχουν διδαχτεί την άποψη της επιστήμης για τα φαινόμενα, εξακολουθούν να διατηρούν τις προγενέστερες λανθασμένες αντιλήψεις τους (Driver et al., 1985). Επιπροσθέτως, πολλές φορές λόγω της αδυναμίας συσχέτισης των αντιλήψεων τους με τον φυσικό κόσμο ενδέχεται να υιοθετήσουν μοντέλα σκέψης τα οποία συνδυάζουν τις αντιλήψεις τους με τον φυσικό κόσμο. (Κουμαράς, 2015). Έτσι λοιπόν για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής<sup>3</sup> μπορεί να χρειαστούν πολλές ώρες διδασκαλίας και πολλά έτη (Taber, 2014).

(ζ) «*Ανιμιστική αντίληψη των φυσικών οντοτήτων*». Με βάση αυτή την αντίληψη οι μαθητές προδίδουν ιδιότητες που χαρακτηρίζουν νοήμονα όντα, όπως θέληση και προτιμήσεις. Παράδειγμα αποτελεί η δήλωση των μαθητών ότι «*τα μόρια του αέρα θέλουν να πηγαίνουν προς τα πάνω*» (Κόκοτας, 2002).

### **2.3. Η εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση**

---

<sup>3</sup> Η εννοιολογική αλλαγή ορίζεται ως η διαδικασία εγκατάλειψης των ιδεών του μαθητή και η αντικατάσταση τους με επιστημονικά αποδεκτές ιδέες. Η εννοιολογική αλλαγή αποτελεί κύριο στόχο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (Hewson, 1992).

Η ενότητα αυτή διαπραγματεύεται ζητήματα που αφορούν την εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση. Χωρίζεται σε τρεις υποενότητες. Η πρώτη υποενότητα εστιάζεται στην ατομική εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση (βλ. υποενότητα 2.3.1), η δεύτερη στην κατασκευαστική εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση (βλ. υποενότητα 2.3.2) και η τρίτη ενότητα στην κοινωνικο-εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση (βλ. υποενότητα 2.3.3).

### **2.3.1. Η ατομική εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση**

Η εποικοδομητική προσέγγιση για την μάθηση γενικά είναι μια θεωρία η οποία δίνει έμφαση στον ενεργό ρόλο που αναλαμβάνουν οι μαθητές κατά την διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπου οικοδομούν τη γνώση και δεν την λαμβάνουν παθητικά (Hein, 1991). Ανάμεσα στους βασικούς θεμελιωτές του συμπεριλαμβάνονται οι Dewey, Bruner, Vygotsky, Piaget και von Glasersfeld. Εδράζεται στην Πιαζετινή γνωστική θεωρία που αναπτύχθηκε εναντίων των τότε συμπεριφορικών θεωριών μάθησης (Matthews, 1993). Ο Piaget υποστηρίζει ότι η μάθηση στον άνθρωπο δεν είναι αποτέλεσμα απλής μετάδοσης της γνώσης, αλλά μια ενεργητική διαδικασία κατασκευής<sup>4</sup> της γνώσης που βασίζεται στις εμπειρίες που αποκομίζονται από τον πραγματικό κόσμο και συνδέεται με την προσωπική και μοναδική στον καθένα μαθητή, προγενέστερη γνώση (Piaget, 1972). Κατ' αυτόν τον τρόπο ο μαθητής παροτρύνεται να αναζητά ενεργά τη γνώση και να επιλύει το πρόβλημα μόνος του, παρά να του παρέχεται «έτοιμη» γνώση και οδηγίες (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012). Η εποικοδομητική προσέγγιση για την μάθηση έχει αποτελέσει αναφίβουλα μια πηγή έμπνευσης που έχει συμβάλει μέγιστα στη μεταρρύθμιση της εκπαίδευσης γενικά, αλλά και του επαναστοχασμού και της επανασχεδίασης των αναλυτικών προγραμμάτων. Αποτελεί αντικείμενο ερεύνης μεγάλων διεθνών συνέδριων, είναι μια προσέγγιση για την μάθηση που απασχολεί εκατοντάδες άρθρα επιστημονικών περιοδικών και οι μέθοδοι της υποστηρίζονται ευρέως (Matthews, 1993). Είναι επίσης γνωστό ότι μια εποικοδομητική προσέγγιση για την

---

<sup>4</sup> Οντολογικά το ζήτημα της κατασκευής της γνώσης είναι πολύπλευρο και εξαιρετικά ενδιαφέρον. Η αρχική θεώρηση αυτής της κατασκευής ήταν το γνωστικό σχήμα του Piaget (Arbib, 1992). Με την ανάπτυξη των νευροεπιστημών αργότερα αυτό το θεωρητικό γνωστικό σχήμα έλαβε σάρκα και οστά και ονομάστηκε βιολογικό νευρωνικό δίκτυο. Δεν αποτελεί σύμπτωση ότι ερευνητές των παιδαγωγικών φαινομένων όπως ο Hebb και ο Papert ασχολήθηκαν ενδελεχώς με την μελέτη τεχνικών νευρωνικών δικτύων (π.χ. Minsky & Papert, 1969; Papert, 1980).

εκπαίδευση είναι συχνά συνδεδεμένη με πολιτικές, ή ηθικές θέσεις, ειδικά όταν η εποικοδομητική προσέγγιση χρησιμοποιείται σε θέματα όπως «η χειραφέτηση των μαθητών κατά την μαθησιακή διαδικασία», «Κοινωνική ενδυνάμωση ομάδων ή ατόμων», «ο σεβασμός των ιδεών και αντιλήψεων των μαθητών», ή η προώθηση της «μαθητοκεντρικής προοδευτικής παιδαγωγικής» (Jenkins, 2000). Η εποικοδομητική προσέγγιση βασίζεται στον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται και νοηματοδοτεί τα εξωτερικά ερεθίσματα που δέχεται μέσω εμπειριών, με βάση τις ήδη διαμορφωμένες αντιλήψεις του (Duit, 1994; Jones & Brader-Araje, 2002). Ορίζει πως η γνώση δεν είναι κάτι που βρίσκεται έξω από τον άνθρωπο, αλλά δημιουργείται εντός του (Jones & Brader-Araje, 2002). Κυρίαρχη είναι η θέση ότι η διαλεκτική ή αλληλεπιδραστική διαδικασία της ανάπτυξης και της μάθησης, μέσα από την ενεργό και συνθετική ικανότητα των μαθητών, θα πρέπει να ενθαρρύνεται από τους ενήλικες (DeVries, 2004). Η γενικότερη στόχευση αυτής της προσέγγισης δεν είναι ο μαθητής να απομνημονεύσει όσο το δυνατόν περισσότερες γνώσεις αλλά να είναι σε θέση να διεξάγει έρευνα και να μπορεί να εξηγήσει τα ευρήματα του κινούμενος πάντα στο πλαίσιο μιας ομάδας. Το πλαίσιο διδασκαλίας είναι ευρέως αλληλεπιδραστικό διότι σε όλη του την προσπάθεια ο μαθητής συνεργάζεται, παρατηρεί, κάνει υποθέσεις και εκτελεί πειράματα, έτσι ώστε να δομήσει την νέα γνώση (Σκουμιός, 2005). Σύμφωνα με τους Skoumios και Moutzouri (2016) τα κριτήρια που χαρακτηρίζουν μια διδασκαλία ως εποικοδομητική είναι: η αποσαφήνιση των αντιλήψεων των μαθητών, η δημιουργία γνωστικής αποσταθεροποίησης, η εφαρμογή νέων γνώσεων σε νέες καταστάσεις και ο αναστοχασμός πάνω στη διαδικασία μάθησης.

Μια κύρια διάκριση στην επιστημονική βιβλιογραφία είναι αυτή μεταξύ της ατομικής εποικοδομητικής προσέγγισης για τη μάθηση (psychological ή personal constructivism) η οποία δίνει έμφαση στη μάθηση ως προσωπική εξατομικευμένη νοητική διαδικασία, και της κοινωνικο-εποικοδομητικής προσέγγισης για τη μάθηση (social constructivism) όπου η κοινωνική διάδραση αναγνωρίζεται ως ο κύριος παράγοντας που διαμορφώνει τη μάθηση (Raskin, 2002). Η πρώτη θεώρηση έχει τις ρίζες της στη γνωστική θεωρία του Piaget (1964), ενώ η δεύτερη συγκλίνει κυρίως με το έργο του Vygotsky (1978) (Cole & Wertsch, 1996; Lourenço, 2012; Tudge & Rogoff, 1999).

Η ατομική εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση δίνει έμφαση στις εσωτερικές νοητικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στο άτομο οι οποίες μέσω μιας δυναμικής διαδικασίας δημιουργούν γνωστικά σχήματα (schemes) (Cakir, 2008). Το γνωστικό σχήμα είναι η βασική δυναμική νοητική μονάδα δόμησης της εγκεφαλικής γνώσης (Piaget & Cook, 1952). Η

δημιουργία νοητικών σχημάτων έρχεται σε ρήξη με την συμπεριφοριστική θεώρηση της μετάδοσης της γνώσης (Piaget & Cook, 1952; Steffe & Kieren, 1994).

Η μάθηση λαμβάνει χώρα μέσω τριών διαδικασιών: της αφομοίωσης, της συμμόρφωσης και της εξισορρόπησης (Cohen & Kim, 1999; Di Paolo et al., 2014; Kristiyanto & Prabowo, 2015). Οι τρεις αυτές διαδικασίες είναι βιολογικά προκαθορισμένες και αποτελούν τις βασικές διεργασίες με βάση τις οποίες οικοδομείται η νόηση του υποκειμένου σε όλα τα αναπτυξιακά στάδια. Η διπλή αυτή διαδικασία της αφομοίωσης και της συμμόρφωσης περιέχει την ενεργητική δράση του υποκειμένου, που εξασφαλίζει την ανάπτυξη, την αλλαγή και την απόκτηση των εμπειριών (Di Paolo et al., 2014). Κατά τον Piaget, η αφομοίωση είναι η διαδικασία ενσωμάτωσης νέων πληροφοριών στα υπάρχοντα γνωστικά σχήματα. Η συμμόρφωση αντίθετα είναι η διαδικασία τροποποίησης των γνωστικών σχημάτων ώστε να μπορέσουν να ενσωματώσουν τις νέες πληροφορίες. Τέλος, η εξισορρόπηση είναι η λειτουργία που συντονίζει την αφομοίωση και την προσαρμογή επιτρέποντας την ισορροπία μεταξύ γνωστικών σχημάτων και αισθητηριακών δεδομένων (Cohen & Kim, 1999; Di Paolo et al., 2014).

### **2.3.2. Η κατασκευαστική εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση**

Ένα μεταγενέστερο είδος της εποικοδομητικής προσέγγισης για την μάθηση είναι εποικοδομητική προσέγγιση του Seymour Papert, η κατασκευαστική εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση, ή αλλιώς κονστρακτιονισμός (constructionism). Ο κονστρακτιονισμός επικεντρώνεται περισσότερο στην τέχνη της μάθησης, στο «μαθαίνω πώς να μαθαίνω», και τονίζει την σημασία της δημιουργίας κατασκευής κατά την μαθησιακή διαδικασία (Ackermann, 2001; Papert & Harel, 1991). Ο κονστρακτιονισμός ομοιάζει με τον εποικοδομητισμό, στο ότι τοποθετεί τον μαθητή στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας και τον εκπαιδευτικό σε ρόλο καθοδηγητή, εμπνευστή. Η διαφορά του με τον εποικοδομητισμό είναι στο ότι η μαθησιακή διαδικασία περιστρέφεται γύρω από την κατασκευή μιας διάταξης και όχι γύρω από την εκτέλεση πειραμάτων. Ο μαθητής δηλαδή οικοδομεί την γνώση κατασκευάζοντας και όχι εκτελώντας πειράματα Φ.Ε.. Η προσέγγιση αυτή θεωρεί πως η μάθηση είναι πιο αποτελεσματική, όταν οι μαθητές εμπλέκονται στην κατασκευή προϊόντων που έχουν προσωπική σημασία γι' αυτούς (Alimisis & Kynigos, 2009; Kafai & Resnick, 2012).

Αποτελεί συνέχεια του κονστρουκτιβισμού – εποικοδομητισμού (constructivism) και τονίζει την κατασκευαστική - χειρωνακτική (hands-on) διάσταση της μαθησιακής διδασκαλίας (Alimisis & Kynigos, 2009; Kafai & Resnick, 2012; Papert, 1980). Στον πυρήνα της κονστρακτιονιστικής θεωρίας είναι ότι επιτρέποντας στους μαθητές να οικοδομήσουν δημιουργικά αντικείμενα που περιλαμβάνουν σύνθετες διεργασίες για να λειτουργήσουν, αυτοί οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να μάθουν αυτό το σύνθετο περιεχόμενο με διαφορετικό και ποιο ουσιαστικό τρόπο (Ackermann, 2001; Berland, Baker & Blikstein, 2014). Ο κονστρακτιονισμός ενδιαφέρεται επίσης για την δημιουργία συζητήσεων μεταξύ των μαθητών, αλλά και σε ευρύτερο πλαίσιο, γύρω από τα υπό κατασκευή αντικείμενα και για το πως αυτές οι συζητήσεις πυροδοτούν την διαδικασία της αυτομάθησης (Ackermann, 2001). Εκτός από μια θεωρία μάθησης είναι και μια φιλοσοφική άποψη η οποία υποστηρίζει ότι η μόνη πραγματικότητα που έχει σημασία για κάθε άτομο είναι η προσωπική μας ερμηνεία όσων αντιλαμβανόμαστε, η οποία κατ' ουσίαν είναι η αντανάκλαση των εμπειριών μας, ως εσωτερική εγκεφαλική νοητική κατασκευή (Bauerlein, 2001; Burr, 2006; Papert & Harel, 1991). Βέβαια, όταν λέμε ότι οι νέες διανοητικές δομές δημιουργούνται από τον ίδιο το μαθητή αυτό σε καμία περίπτωση δεν σημαίνει ότι δημιουργούνται από το τίποτα (Papert, 1980). Το υποκείμενο για να μπορέσει να δημιουργήσει αυτές τις νέες γενετικές δομές χρησιμοποιεί μοντέλα και μεταφορές που το παρέχει το οικείο μορφωτικό περιβάλλον. Είναι πολύ σημαντικό το πως αντιλαμβάνεται την γνώση αυτή η προσέγγιση. Θεωρεί ότι ο τρόπος που μαθαίνουμε παρουσιάζει μεγάλη διασύνδεση με τα μοντέλα τα οποία έχουμε κάνει κτήμα της σκέψης μας σε προγενέστερο επίπεδο. Δηλαδή, εάν η νέα γνώση ταιριάζει με τα ήδη γνωστά μοντέλα τότε αυτή αφομοιώνεται βέλτιστα. Κατά αυτό τον τρόπο μπορούν να εξηγηθούν αρκετές πτυχές της γνωστικής διαδικασίας. Κατ' ουσίαν συντελείται ένας δυναμικός τρόπος μεταφοράς παλαιάς γνώσης σε ένα νέο αντικείμενο. Σύμφωνα με τον κονστρακτιονισμό λοιπόν η κατανόηση της μάθησης θα πρέπει να έχει αναφέρεται στην γένεση της γνώσης, να είναι δηλαδή γενετική (Martin et al., 2000; Papert, 1980).

Ως περιβάλλον το οποίο θα μπορούσε να παρέχει αυτές τις δυνατότητες δημιουργίας μοντέλων με σκοπό αυτά να αποτελέσουν το θεμέλιο για την περαιτέρω γνωστική ανάπτυξη του υποκειμένου ο Papert και οι συνεργάτες του ανέπτυξαν το περιβάλλον της γλώσσας προγραμματισμού LOGO. Το περιβάλλον αυτό, είναι ένα περιβάλλον προγραμματισμού οπτικό, όπου ο μαθητής αλληλοεπιδρά με αυτό προγραμματίζοντας το (Papert, 1980; Resnick et al., 1988). Εκτός κατασκευαστικού εποικοδομητισμού, το σύνολο των εκπαιδευτικών διατάξεων και εργαλείων που χρησιμοποιούνται κατά την εκπαιδευτική διαδικασία στόχο έχει

να προγραμματίσει το υποκείμενο. Όταν όμως μιλούμε για κατασκευαστικό εποικοδομητισμό τότε βλέπουμε ότι αναπτύσσεται μία αμφίδρομη σχέση μεταξύ της διάταξης και του υποκειμένου. Στο κονστρακτιονιστικό περιβάλλον δεν προγραμματίζει η διάταξη τον μαθητή μόνο, αλλά βλέπουμε ότι συντελείται προγραμματισμός της διάταξης από τον μαθητή (Martin et al., 2000; Papert, 1980).

Στο περιβάλλον LOGO όπως και σε ένα περιβάλλον STEM συντελείται ένας γνωστικός μετασχηματισμός. Η υλική διάταξη η οποία κατασκευάζεται και προγραμματίζεται από τα υποκείμενα συνήθως εμπεριέχει πολλά διαφορετικά μοντέλα λειτουργιών. Μέσω της εκπαιδευτικής διαδικασίας ο μαθητής κατασκευάζει αυτά τα μοντέλα τα οποία γίνονται κτήμα του, και ενώ τα μοντέλα υπάρχουν στον υλικό κόσμο, στη διάταξη που έχει κατασκευαστεί αυτά μετασχηματίζονται σε μοντέλα αφομοίωσης νέας γνώσης στη διάνοια του μαθητή. Όσο ο κονστρακτιονισμός διαδίδεται με την πάροδο του χρόνου και το πλαίσιο δράσης του επεκτείνεται σε κλίμακα, τα έργα γίνονται όλο και πιο σύνθετα και πιο προσιτά οικονομικά για τα σχολεία μετά από σημαντική ανάπτυξη που υφίσταται στις μέρες μας σε κατασκευές χαμηλού κόστους, όπως η ρομποτική και η 3D εκτύπωση (Berland, Baker & Blikstein, 2014). Πολλές φορές τα παιδιά στα πλαίσια ενός παραδοσιακού μαθήματος αποκτούν μία τρόπον τινά ψηφιακή λογική της γνώσεως. Κατά αυτήν τη λογική είτε κάτι είναι σωστό, είτε κάτι είναι εσφαλμένο (Papert, 1980). Αυτή η αντίληψη εμποδίζει τους μαθητές από το να μάθουν πραγματικά. Ότι ισχύει στον εποικοδομητισμό του Papert για τον προγραμματισμό υπολογιστών, το ίδιο ισχύει και για τη διδακτική προσέγγιση STEM με μικροελεγκτή ή η και οποιαδήποτε άλλη η προγραμματιζόμενη διάταξη. Είναι σχεδόν απίθανο οι μαθητές να αναπτύξουν κατευθείαν το σωστό πρόγραμμα το οποίο θα προγραμματίζει τη διάταξη. Σίγουρα η προγραμματιστική ρουτίνα τους θα περιέχει λάθη. Τα λάθη όμως στον κονστρακτιονισμό έχουν διαφορετική διάσταση από ότι τα λάθη στην παραδοσιακή διδασκαλία. Ο μαθητής έρχεται αντιμέτωπος με τα λάθη του προσπαθώντας συνεχώς να βελτιστοποιήσει τον κώδικα έτσι ώστε αυτός να είναι λειτουργικός. Σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις η δημιουργημένη ρουτίνα που αναπτύσσει ο μαθητής εγκαταλείπεται (Papert, 1980). Προσπαθώντας το υποκείμενο να προγραμματίσει την διάταξη χρησιμοποιεί την λεγόμενη υπολογιστική σκέψη. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι το υποκείμενο να μάθει τι είναι η υπολογιστική σκέψη, ποιος είναι ο καταλληλότερος τρόπος επίλυσης κάποιου προβλήματος (Kafai & Burke, 2014; Papert, 1980). Αυτή η προσπάθεια κατασκευής έχει και επιστημολογικές και μεταγνωστικές προεκτάσεις καθώς το υποκείμενο στοχάζεται γύρω από τον τρόπο σκέψης του (Papert, 1980).

Μία ακόμη πολύ σημαντική δυνατότητα του κονστρακτιονισμού είναι η καταπολέμηση της μαθηφοβίας<sup>5</sup> (Papert, 1980).

### **2.3.3. Η κοινωνικο-εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση**

Η κοινωνικο-εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση, εδράζεται στη θεωρία του Vygotsky, ο οποίος προσεγγίζει το φαινόμενο της μάθησης ως την διάδραση του ατόμου μέσα σε κοινωνικά πλαίσια (Nyikos, & Hashimoto, 1997; Hein, 1991). Σύμφωνα με τους Fratzeskaki και Skoumios (2016), ο κοινωνικός εποικοδομητισμός για τη διδασκαλία και τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες, δομείται πάνω στις εργασίες των Vygotsky και Solomon και αναγνωρίζει ότι η μάθηση είναι μια κοινωνική δραστηριότητα κατά την οποία οι μαθητές αλληλεπιδρούν σε μια κατασκευή εννοιών μέσω συζητήσεων και διαπραγματεύσεων με τους άλλους συμμαθητές τους και τους διδάσκοντες.

Οι ατομικοί εποικοδομητιστές θεωρούν τη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης ως ατομική τονίζοντας τις εσωτερικές νοητικές διεργασίες του νου, ενώ οι κοινωνικοί εποικοδομητιστές δίνουν έμφαση περισσότερο (χωρίς να αρνούνται τις εσωτερικές νοητικές διεργασίες) στην κοινωνική κατασκευή και διάδραση της ανθρώπινης μάθησης, θεωρώντας ότι η γνώση δομείται εξωτερικά, σε κοινωνικό επίπεδο και κατόπιν εσωτερικεύεται (Raskin, 2002; Atwater, 1996; Cakir, 2008). Οι κοινωνικοί κονστρουκτιβιστές θεωρούν ζωτικής σημασίας τόσο το δεδομένο πλαίσιο στο οποίο συντελείται η μάθηση, όσο και το ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο των μαθητών (Atwater, 1996). Πολύ σημαντικό ρόλο στην διαδικασία της εποικοδομητικής μάθησης παίζει ρόλο η ζώνη επικείμενης ανάπτυξης (Z.E.A.) του Vygotsky. Η ζώνη αυτή αντιστοιχεί στην απόσταση ανάμεσα στο πραγματικό αναπτυξιακό επίπεδο, όπως αυτό καθορίζεται από την ανεξάρτητη επίλυση προβλημάτων, και στο επίπεδο δυνάμει ανάπτυξης, όπως αυτό καθορίζεται από την επίλυση προβλημάτων κάτω από την καθοδήγηση των ενηλίκων ή σε συνεργασία με πιο ικανούς συνομήλικους (Vygotsky, 1978/1987, σ. 86-87). Για να είναι

---

<sup>5</sup> Μαθηφοβία (Mathphobia), είναι η πεποίθηση που αναπτύσσει το υποκείμενο ότι δεν είναι ικανός να μάθει. Αυτό το είδος της «αυτοεκπληρούμενης προφητείας» επαναλαμβάνονται συνεχώς από το άτομο απωθώντας το από οποιαδήποτε ενσυνείδητη μαθησιακή διαδικασία. Το υποστηρικτικό και αλληλεπιδραστικό συνεργατικό περιβάλλον του εποικοδομητισμού θα μπορούσε να συμβάλει μέγιστα στην καταπολέμηση της μαθηφοβίας (Papert, 1980).

επιτυχημένη, μια μαθησιακή δραστηριότητα θα πρέπει να βρίσκεται εντός της ζώνης εγγύτερης ανάπτυξης (Nyikos, & Hashimoto, 1997; Cakir, 2008).

## **2.4. Μάθηση ιδεών και εννοιών μέσω πρακτικών**

Η ενότητα αυτή διαπραγματεύεται ζητήματα που αφορούν στη μάθηση μέσω πρακτικών. Χωρίζεται σε δύο υποενότητες. Η πρώτη υποενότητα εστιάζεται στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης ιδεών και εννοιών μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής (βλ. υποενότητα 2.4.1.). Η δεύτερη υπο-ενότητα εστιάζεται στο μαθησιακό μοντέλο 5E (βλ. υποενότητα 2.4.2.).

### **2.4.1. Μάθηση μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής**

Η διανοητική και πρακτική εργασία που σχετίζεται με την επεξεργασία και την αναθεώρηση των αντιλήψεων των μαθητών για ιδέες και έννοιες εδράζεται στην εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής (NRC, 2012). Ο όρος πρακτικές Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής αναφέρεται στις κύριες πρακτικές που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για την κατασκευή μοντέλων και θεωριών (NRC, 2012).

Σύμφωνα με τα NGSS (2013) (Next Generation Science Standards), οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής είναι:

- (α) υποβολή ερωτημάτων και καθορισμός προβλημάτων
- (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων
- (γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας
- (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων
- (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης
- (στ) συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων
- (ζ) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία
- (η) απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών



Υποστηρίζεται ότι η ενεργός εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές μπορεί να τους βοηθήσει να κατανοήσουν τη διαδικασία ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης, να οικοδομήσουν βασικές ιδέες και έννοιες, να προκαλέσει την περιέργεια και το ενδιαφέρον τους και να τους παρακινήσει σε περαιτέρω έρευνα (NRC, 2012).

Μια από τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής αφορά στην σχεδίαση και πραγματοποίηση ερευνών από την πλευρά των μαθητών (NGSS, 2013). Ειδικότερα, μέσω αυτής της πρακτικής επιδιώκεται οι μαθητές: (α) να διατυπώνουν επιστημονικά ερωτήματα, (β) να διατυπώνουν υποθέσεις, (γ) να προχωρούν σε έλεγχο των μεταβλητών (αναγνωρίζοντας την ανεξάρτητη μεταβλητή, την εξαρτημένη μεταβλητή και τις μεταβλητές ελέγχου) και (δ) να επινοούν και να περιγράφουν την πειραματική διαδικασία που θα ακολουθήσουν προκειμένου να απαντήσουν σε ένα επιστημονικό ερώτημα.

#### **2.4.2. Το μαθησιακό μοντέλο 5E**

Στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών έχει χρησιμοποιηθεί το μαθησιακό μοντέλο 5E, για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού. Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζεται το μαθησιακό μοντέλο 5E.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 80, το κέντρο αναλυτικών προγραμμάτων για τις επιστήμες της Βιολογίας (Biological Sciences Curriculum Study, BSCS), χρησιμοποίησε ευρέως ένα μοντέλο για την δημιουργία αναλυτικών προγραμμάτων. Το μοντέλο αυτό είναι γνωστό ως BSCS 5E διδακτικό μοντέλο, ή απλώς 5E (Bybee et al., 2006). Αποτελείται από τα εξής 5 στάδια: ενεργοποίηση, εξερεύνηση, εξήγηση, εφαρμογή και αξιολόγηση (Budprom, Sukringam, & Singsriwo, 2010; Eisenkraft, 2003). Η δημιουργία διδακτικών μοντέλων τα οποία δομούν την εκπαιδευτική διαδικασία σε φάσεις δεν ήταν καινούργια ιδέα. Η δημιουργία του διδακτικού μοντέλου 5E βασίστηκε σε προηγούμενα μοντέλα όπως το διδακτικό μοντέλο που πρότεινε ο Dewey (1971) το οποίο ακολουθεί τις φάσεις: αντίληψη και αίσθηση μίας περίπλοκης κατάστασης, αποσαφήνιση του προβλήματος, σχηματισμός υπόθεσης, δοκιμή της υπόθεσης, επανέλεγχος, δράση με λύσεις. Ένας ακόμα πρόγονος του μοντέλου 5E είναι οι ιδέες του Herbrart (1901), που θεωρεί ότι ένα αποτελεσματικό μοντέλο μάθησης θα πρέπει

να ξεκινά βασιζόμενο στις υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών, να προχωρά ενθαρρύνοντας τους μαθητές να δημιουργήσουν συνδέσεις των γνωστών εννοιών με τις καινούργιες και εν τέλει ο εκπαιδευτικός να εξηγεί τις ιδέες που οι μαθητές δεν δύνανται να ανακαλύψουν (Στασινάκης, 2015). Ο κοντινότερος πρόγονος του 5E θεωρείται ο «κύκλος μάθησης του Karplus» ο οποίος στηρίχθηκε στο έργο του μεγάλου Ελβετού ψυχολόγου Jean Piaget (Lawson, 1989).

Στον παρακάτω πίνακα ακολουθεί η ανάλυση των φάσεων σύμφωνα με τους δημιουργούς του μοντέλου, Bybee et al., (2006).

Πίνακας 2.1: Οι φάσεις του μαθησιακού μοντέλου 5E και η περιγραφή τους (Bybee et al., 2006)

| Φάση                             | Περιγραφή  |
|----------------------------------|--|
| <b>Ενεργοποίηση (Engagement)</b> | Η φάση αυτή επιδιώκει την πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών, την ανάδειξη των αρχικών τους αντιλήψεων, τη συνειδητοποίηση των μεταξύ τους διαφωνιών και τη διατύπωση των ερωτημάτων για έρευνα. Οι μαθητές εμπλέκονται σε δραστηριότητες που κινητοποιούν την περιέργειά τους. Ο εκπαιδευτικός εκμαιεύει τις πρότερες γνώσεις των μαθητών Μέσω συζητήσεων οι μαθητές συνειδητοποιούν τις διαφωνίες τους και διατυπώνουν ερωτήματα για έρευνα. |
| <b>Εξερεύνηση (Exploration)</b>  | Η φάση αυτή αποσκοπεί στη σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας από τους μαθητές με απώτερο στόχο τη δημιουργία γνωστικής αποσταθεροποίησης των αρχικών τους αντιλήψεων και την οικοδόμηση νέων αντιλήψεων προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης.  |
| <b>Επεξήγηση (Explanation)</b>   | Η φάση αυτή επιδιώκει την εστίαση των μαθητών σε πτυχές των εμπειριών που απέκτησαν στις δύο προηγούμενες φάσεις και τους παρέχει ευκαιρίες για να ελέγξουν την εννοιολογική κατανόηση και τις δεξιότητες που καλλιέργησαν. Στη φάση αυτή ειδικότερα επιδιώκεται οι μαθητές να συγκροτήσουν τεκμηριωμένες εξηγήσεις, βασιζόμενοι στις εμπειρίες και τα στοιχεία που συνέλεξαν στη φάση της εξερεύνησης.  |
| <b>Επεξεργασία (Elaboration)</b> | Η φάση αυτή επιδιώκει την εφαρμογή της γνώσης που απέκτησαν οι μαθητές σε νέα προβλήματα και την ανατροφοδότηση των μαθητών.   |
| <b>Αξιολόγηση (Evaluation)</b>   | Η φάση αυτή αποσκοπεί στον αναστοχασμό των μαθητών πάνω στη μαθησιακή διαδικασία που ακολουθήθηκε. Σε αυτή τη φάση οι μαθητές ενθαρρύνονται να αξιολογήσουν τις νέες γνώσεις και δεξιότητες που απέκτησαν. Οι εκπαιδευτικοί έχουν την ευκαιρία να αξιολογήσουν την πρόοδο των μαθητών τους ελέγχοντας αν επετεύχθησαν οι διδακτικοί στόχοι.  |

Το διδακτικό μοντέλο 5E είναι ένα μοντέλο με μεγάλη διάδοση, χρησιμοποιείται κυρίως για την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και τα αποτελέσματα των εμπειρικών ερευνών δείχνουν ότι από την χρήση του προκύπτουν γνωστικά και συναισθηματικά κέρδη (Cahyarini, Rahayu & Yahmin, 2016; Sadi & Cakiroglu, 2010; Yadigaroglua & Demircioglu, 2012; Στασινάκης, 2015). Η μεγάλη διάδοση του μοντέλου, η εμπειρική επιβεβαίωση των

δυνατοτήτων του καθώς και η ανυπαρξία ερευνών της χρήσης του μοντέλου στα πλαίσια της διδακτικής προσέγγισης STEM είναι οι λόγοι που το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία για την παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού.

## **2.5. Η διδακτική προσέγγιση Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (STEM)**

Η ενότητα αυτή διαπραγματεύεται ζητήματα που αφορούν το θεωρητικό πλαίσιο της διδακτικής προσέγγισης STEM και δομείται σε υποενότητες. Αρχικά, εξετάζεται η έννοια της διδακτικής προσέγγισης STEM (βλ. υποενότητα 2.5.1.), έπειτα παρουσιάζονται οι στοχεύσεις της (βλ. υποενότητα 2.5.2.), και τέλος παρουσιάζονται τα μοντέλα της διδακτικής προσέγγισης STEM (βλ. υποενότητα 2.5.3.).

### **2.5.1. Η έννοια της διδακτικής προσέγγισης STEM**

Ο όρος «εκπαίδευση STEM» αναφέρεται στη διδασκαλία και μάθηση στους τομείς των Φυσικών Επιστημών (Science), της Τεχνολογίας (Technology), Μηχανικής (Engineering) και των Μαθηματικών (Mathematics) (Breiner et al., 2012; Bybee, 2010; Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012). Κατά κανόνα περιλαμβάνει εκπαιδευτικές δραστηριότητες που εδράζονται σε όλους τους τομείς και μπορούν να εκτείνονται σε όλο το φάσμα της εκπαίδευσης, από την προσχολική εκπαίδευση μέχρι και την μετα-διδακτορική, τόσο σε τυπικές, όσο και σε μη τυπικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες (Gonzalez, & Kuenzi, 2012).

Σύμφωνα με το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών των Η.Π.Α. οι τέσσερις διαστάσεις της STEM είναι (NRC, 2009):

(α) Οι Φυσικές επιστήμες: Μελετούν τον φυσικό κόσμο, τους νόμους της φύσης και αποτελούνται από την Φυσική, Χημεία, τη Βιολογία, τις Επιστήμες του Διαστήματος και τη Γεωλογία. Απώτερος στόχος τους είναι η συγκρότηση εξηγήσεων για τα φαινόμενα.

Αποτελούν τόσο ένα σώμα συσσωρευμένων γνώσεων, όσο και μια διαδικασία έρευνας η οποία παράγει νέες γνώσεις. Η παραγόμενη γνώση από το πεδίο των Φυσικών Επιστημών επηρεάζει άμεσα το γνωστικό αντικείμενο της Μηχανικής (ή Επιστημών του Μηχανικού) και της Τεχνολογίας.

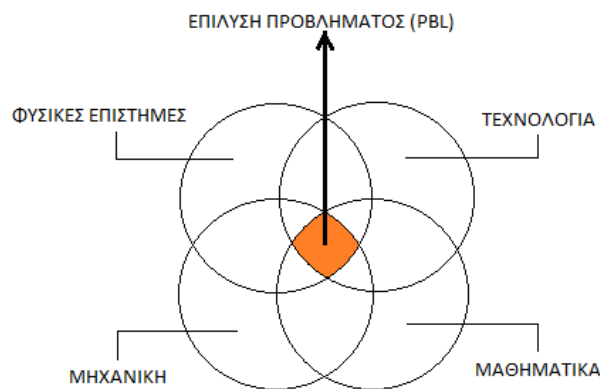
(β) Η Τεχνολογία: Σχετίζεται με την εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης για να επιτευχθεί κάποιο πρακτικό όφελος. Ιστορικά, οι άνθρωποι έχουν δημιουργήσει τεχνολογία για να ικανοποιήσουν τις επιθυμίες και τις ανάγκες τους. Μεγάλο μέρος της σύγχρονης τεχνολογίας αποτελεί προϊόν της εφαρμογής των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής.

(γ) Η Μηχανική: Αποτελεί σώμα γνώσεων που αφορά τον σχεδιασμό και την κατασκευή προϊόντων, καθώς και διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Περιορισμοί του μηχανικού σχεδιασμού είναι ο χρόνος, οι οικονομικοί πόροι, τα διαθέσιμα υλικά, η εργονομία, οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί, βιομηχανικοί παράγοντες, καθώς και η δυνατότητα επισκευής μέσων και προϊόντων. Η Μηχανική χρησιμοποιεί έννοιες και όρους των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας, των Μαθηματικών, καθώς και τεχνολογικά μέσα.

(δ) Τα Μαθηματικά: Έχουν ως αντικείμενο τη μελέτη των μοτίβων και των σχέσεων μεταξύ ποσοτήτων, και αριθμών. Σε αντίθεση με τις Φυσικές Επιστήμες, όπου τα αποτελέσματα των εμπειρικών ερευνών επαληθεύουν ή καταρρίπτουν τις υποθέσεις, στα μαθηματικά οι υποθέσεις τεκμαίρονται μέσω λογικών επιχειρημάτων τα οποία ανάγονται σε θεμελιώδεις παραδοχές. Τα ίδια τα λογικά επιχειρήματα είναι μέρος των μαθηματικών, μαζί με τις υποθέσεις. Τόσο στα Μαθηματικά, όσο και στις Φυσικές επιστήμες, το σώμα γνώσεων τους αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου. Στα Α.Π.Σ. του δωδεκάχρονου σχολείου, τα μαθηματικά περιλαμβάνουν τα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα των αριθμών και της αριθμητικής, της άλγεβρας, των συναρτήσεων, της γεωμετρίας, και της στατιστικής. Τα Μαθηματικά χρησιμοποιούνται στις Φυσικές Επιστήμες, στη Μηχανική και στην Τεχνολογία. Η διδακτική προσέγγιση STEM αποτελεί μια καινοτόμο διδακτική προσέγγιση όπου έννοιες και φαινόμενα συνδυάζονται με μαθήματα που άπτονται του πραγματικού κόσμου. Βασικό χαρακτηριστικό της είναι ότι οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές θα πρέπει να εμπλακούν σε μια διαδικασία κατά την οποία οι Φυσικές Επιστήμες, η Τεχνολογία, η Μηχανική και τα Μαθηματικά εφαρμόζονται σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2018). Τα σημερινά προβλήματα που αντιμετωπίζουμε σε μια συνεχώς μεταβαλλόμενη, ολοένα και πιο παγκοσμιοποιημένη κοινωνία είναι διεπιστημονικά, και πολλά

από αυτά απαιτούν την πολυεπίπεδη STEM οπτική για την επίλυσή τους (Wang et al., 2011). Η μάθηση που επιτυγχάνεται μέσω της επίλυσης αυθεντικών προβλημάτων (Problem Based Learning, PBL), αποτελεί τον πυρήνα της διδακτικής προσέγγισης STEM (Asghar et al., 2012; Capraro & Capraro, 2015; Capraro & Slough, 2013; Lou et al., 2011). Ακόμη, θεωρείται ως μια διδακτική προσέγγιση η οποία μπορεί να μετασχηματίσει την μαθησιακή διαδικασία από την απλή (τυπική) μεταφορά γνώσεων, στην ενεργό μάθηση (Seymour, 2002).

Γράφημα 2.1: Σχηματική απεικόνιση της επίλυσης προβλήματος μέσω της ενοποίησης STEM



### 2.5.2. Οι βασικοί στόχοι της διδακτικής προσέγγισης STEM

Σύμφωνα με τους Honey, Pearson και Schweingruber (2014) οι στόχοι της διδακτικής προσέγγισης STEM μπορεί να είναι οι ακόλουθοι:

- Η απόκτηση του εγγραμματισμού STEM
- Η απόκτηση δεξιοτήτων του 21ου αιώνα
- Η βελτίωση της γνωστικής επίδοσης του εργατικού δυναμικού στις Φ.Ε., στην Μηχανική, στην Τεχνολογία και στα Μαθηματικά
- Η βελτίωση των στάσεων απέναντι στα γνωστικά αντικείμενα STEM.
- Η απόκτηση ικανότητας διασυνδέσεων μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων STEM

### ***Εγγραμματισμός STEM***

Ο εγγραμματισμός STEM είναι μια σχετικά νέα έννοια που δεν έχει ακόμα οριστεί επακριβώς, αν και έχουν οριστεί επακριβώς οι εγγραμματισμοί των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων (Εγγραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες, στην Μηχανική, στην Τεχνολογία και στα Μαθηματικά) (Asunda, 2012; Sanders, 2012; National Assessment Governing Board, 2010; National Council of Teachers of Mathematics, 2000; OECD, 2003). Μέσω μιας σύνθεσης των επιμέρους εγγραμματισμών είναι δυνατόν να συναχθεί ότι ο εγγραμματισμός STEM θα πρέπει να περιλαμβάνει τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014):

- (1) Συνειδητοποίηση της σπουδαιότητας των Φ.Ε., της Μηχανικής, της Τεχνολογίας και των Μαθηματικών στην σύγχρονη κοινωνία.
- (2) Εξοικείωση με τις θεμελιώδεις έννοιες των Φ.Ε., της Μηχανικής, της Τεχνολογίας και των Μαθηματικών.
- (3) Ικανότητα εφαρμογής των γνώσεων και των δεξιοτήτων των Φ.Ε., της Μηχανικής, της Τεχνολογίας και των Μαθηματικών εντός των πλαισίων της καθημερινής ζωής (π.χ. η ικανότητα της κριτικής αξιολόγησης του περιεχομένου των Φ.Ε. που εμπεριέχονται σε ένα ντοκιμαντέρ που αφορά την κλιματική αλλαγή ή η εκτέλεση βασικών μαθηματικών υπολογισμών).

### ***Δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα***

Περιλαμβάνουν την κριτική σκέψη, την καινοτομία, την επικοινωνία, την συνεργασία, την ανάληψη ευθυνών, την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, την παραγωγικότητα, την ανάπτυξη ικανότητας ηγεσίας, την υπευθυνότητα (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014; Voogt et al., 2013).

### ***Βελτίωση της γνωστικής επίδοσης του εργατικού δυναμικού στις Φ.Ε., στην Μηχανική, στην Τεχνολογία και στα Μαθηματικά***

Σύμφωνα με τους Honey, Pearson και Schweingruber (2014), καθώς και τους Monterastelli, Bayles και Ross, (2008) η βελτίωση της γνωστικής επίδοσης του εργατικού δυναμικού στις Φ.Ε., στην Μηχανική, στην Τεχνολογία και στα Μαθηματικά επιτυγχάνεται μέσω της αύξησης του αριθμού των εργαζομένων που:

- (1) Οικοδομούν γνώσεις και δεξιότητες STEM μέσω των σχολικών Αναλυτικών Προγραμμάτων

(2) Οικοδομούν γνώσεις και δεξιότητες STEM μέσω της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, με την επιλογή συναφών επαγγελματικών κλάδων STEM

### ***Βελτίωση των στάσεων απέναντι στα γνωστικά αντικείμενα των Φ.Ε., της Μηχανικής, της Τεχνολογίας και των Μαθηματικών***

Αναφορικά με την βελτίωση των στάσεων των μαθητών απέναντι στα γνωστικά αντικείμενα των Φ.Ε., της Μηχανικής, της Τεχνολογίας και των Μαθηματικών, κάποιες διδακτικές παρεμβάσεις στοχεύουν στην βελτίωση των στάσεων του συνόλου του μαθητικού πληθυσμού και άλλες στοχεύουν στην βελτίωση των στάσεων ενός κοινωνικού υποσυνόλου και όχι του συνόλου του μαθητικού πληθυσμού (π.χ. στόχευση της αύξησης του ενδιαφέροντος στα κορίτσια που παραδοσιακά επιλέγουν σε μεγαλύτερο βαθμό ανθρωπιστικές σπουδές) (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014; Mosatche et al., 2013).

### ***Απόκτηση ικανότητας διασυνδέσεων μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων STEM***

Όσον αφορά στη απόκτηση της ικανότητας διασυνδέσεων μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων STEM, υποστηρίζεται ότι η αξιοποίηση αυτών των διασυνδέσεων μπορεί να βελτιώσει την διαδικασία μάθησης. Για παράδειγμα η διδασκαλία της έννοιας «σύστημα» μπορεί να γίνει διαμέσου της πραγματοποίησης συνδέσεων και καθορισμού των κοινών στοιχείων ενός ηλεκτρικού συστήματος, ενός μηχανικού συστήματος και ενός οικοσυστήματος (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014).

### **2.5.3. Μοντέλα της διδακτικής προσέγγισης STEM**

Έχουν προταθεί μοντέλα για τη σύνδεση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά (Vasquez, Sneider & Comer 2013). Υπάρχουν επίπεδα σύνδεσης που αντιπροσωπεύουν διάφορες μορφές επέκτασης των συνόρων των επιμέρους πεδίων. Ειδικότερα, σύμφωνα με τον Vasquez (2015) η διδακτική προσέγγιση STEM περιγράφεται με βάση 4 μοντέλα σύνδεσης των επιμέρους γνωστικών της πεδίων. Αυτά είναι:

- Το Μονοεπιστημονικό (Disciplinary) μοντέλο
- Το Πολυεπιστημονικό (Multidisciplinary) μοντέλο

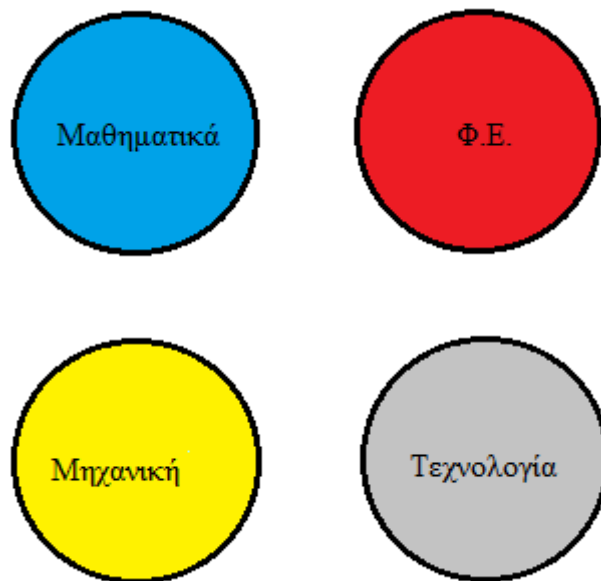


- Το Διεπιστημονικό (Interdisciplinary) μοντέλο
- Το Διαεπιστημονικό (Transdisciplinary) μοντέλο

### ***Μονοεπιστημονικό μοντέλο STEM***

Το Μονοεπιστημονικό μοντέλο STEM είναι το «παραδοσιακό» μοντέλο διδασκαλίας που συνήθως υλοποιείται εντός των αιθουσών και προβλέπεται από τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό τα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα (Φ.Ε., Μαθηματικά, Τεχνολογία, Πληροφορική) διδάσκονται μεμονωμένα, χωρίς την ύπαρξη διασύνδεσης μεταξύ τους. Κατά αυτόν τον τρόπο αποκτούνται γνώσεις και δεξιότητες σε κάθε ένα γνωστικό αντικείμενο ξεχωριστά (Vasquez, Sneider & Comer, 2013; Vasquez 2015).

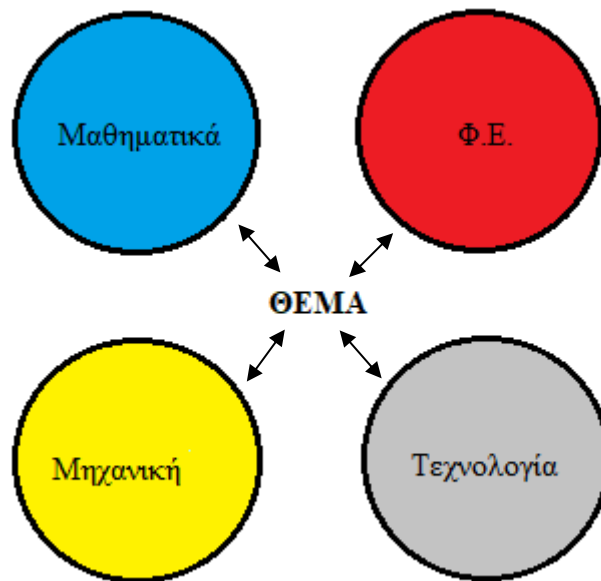
Γράφημα 2.2: Το Μονοεπιστημονικό μοντέλο STEM



### ***Πολυεπιστημονικό μοντέλο STEM***

Στο Πολυεπιστημονικό μοντέλο STEM ο μαθητής διδάσκεται ξεχωριστά γνωστικά αντικείμενα, τα οποία ενώνονται γύρω από ένα κοινό θέμα (Vasquez et al., 2013; Vasquez 2015; Vasquez, Sneider & Comer, 2013).

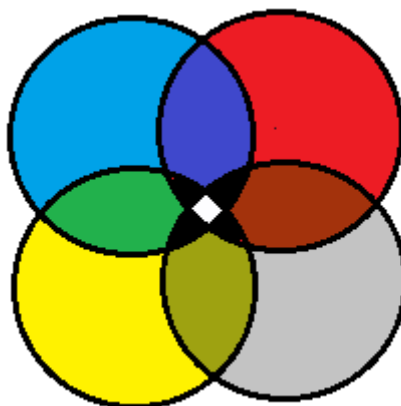
Γράφημα 2.3: Το Πολυεπιστημονικό μοντέλο



#### *Διεπιστημονικό μοντέλο STEM*

Σε αυτό το μοντέλο το μάθημα οργανώνεται γύρω από τα κοινά σημεία των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων (Vasquez, 2015; Σκουμιός & Σκουμπουρδή, 2016).

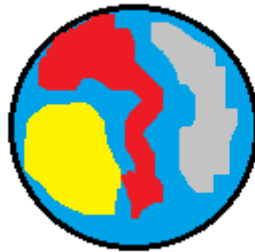
Γράφημα 2.4: Το Διεπιστημονικό μοντέλο



### **Διαεπιστημονικό μοντέλο STEM**

Στο Διαεπιστημονικό μοντέλο STEM το εκπαιδευτικό υλικό αναπτύσσεται με βάση τους προβληματισμούς και τις ερωτήσεις των μαθητών. Στόχος είναι οι μαθητές να εφαρμόσουν γνώσεις και δεξιότητες των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων που έχουν διδαχθεί, για να επιλύσουν αυθεντικά προβλήματα της καθημερινής ζωής. Στο συγκεκριμένο μοντέλο επιτυγχάνεται η «ολική ενοποίηση» και οι μαθητές δεν μπορούν να διακρίνουν τα όρια μεταξύ των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων (Fortus et al., 2015; Vasquez et al., 2013; Σκουμιός & Σκουμπουρδή, 2016).

Γράφημα 2.5: Το Διαεπιστημονικό μοντέλο



Εικόνα 2.1: Βαθμός ολοκλήρωσης με βάση το μοντέλο STEM (Vasquez, 2015)



## 2.6. Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε το θεωρητικό πλαίσιο που χρησιμοποιεί ως εφαλτήριο η διδακτική προσέγγιση Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική, Μαθηματικά (STEM). Παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα των ερευνών που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Από τις έρευνες φάνηκε ότι οι μαθητές έρχονται στην μαθησιακή διαδικασία έχοντας πλήθος διαμορφωμένων αντιλήψεων για τα φαινόμενα του Φυσικού κόσμου. Κατόπιν αναπτύχθηκε η γνωστική θεωρία του Εποικοδομητισμού και η Διερευνητική Μάθηση. Επιπροσθέτως, ορίστηκε η διδακτική προσέγγιση STEM, αναφέρθηκαν επιστημολογικά ζητήματα που την αφορούν, τα χαρακτηριστικά της, τα μαθησιακά της αποτελέσματα, οι ιδιαίτερες στοχεύσεις της καθώς και τα μοντέλα της.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**

### **3.1. Εισαγωγή**

Το παρόν κεφάλαιο αποσκοπεί στην βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που εστιάζουν στη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται σε συνέργειες («ενοποιήσεις») τουλάχιστον δύο γνωστικών αντικείμενων στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών.

Το κεφάλαιο αυτό απαρτίζεται από πέντε ενότητες. Η πρώτη ενότητα αφορά στη βιβλιογραφική επισκόπηση των ερευνών που μελετούν τη συμβολή «ενοποιημένων» διδασκαλιών Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών (βλ. ενότητα 3.2). Η δεύτερη ενότητα αφορά στη βιβλιογραφική επισκόπηση των ερευνών που μελετούν την συμβολή «ενοποιημένων» διδασκαλιών Φ.Ε., Μαθηματικών και Μηχανικής (βλ. ενότητα 3.3). Η τρίτη ενότητα αφορά στη βιβλιογραφική επισκόπηση των ερευνών που έχουν γίνει διερεύνηση της «ενοποιημένης» διδασκαλίας STEM (βλ. ενότητα 3.4). Στην τέταρτη ενότητα γίνεται συζήτηση που αφορά στην πρωτοτυπία της έρευνας (βλ. ενότητα 3.5).

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που θα πραγματοποιηθεί καλύπτει έρευνες που έχουν δημοσιευθεί σε διεθνή και εθνικά επιστημονικά περιοδικά καθώς και σε πρακτικά επιστημονικών συνεδρίων από το 1997 έως και σήμερα (2019) (22 χρόνια).

### **3.2. «Ενοποιημένες» διδασκαλίες Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν σε «ενοποιημένες» διδασκαλίες Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών.

Η εκτενής βιβλιογραφική έρευνα των Berlin και Lee (2003) που αφορούσε «ενοποιημένες» διδασκαλίες Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών, δείχνει ότι παρόλο που έχει πραγματοποιηθεί μεγάλος αριθμός δημοσιεύσεων γύρω από το θέμα, οι συντριπτικά περισσότερες είναι θεωρητικής φύσεως και αφορούν στο σχεδιασμό αναλυτικών προγραμμάτων και διδακτικών σεναρίων. Η βιβλιογραφική τους ανασκόπηση αφορά έρευνες που δημοσιεύτηκαν από το 1905 έως το 2001. Πολύ λίγες έρευνες (83 από τις 402) είναι εμπειρικές και ερευνούν τα μαθησιακά αποτελέσματα μιας ενοποιημένης διδασκαλίας.

Οι Berlin και Lee το (2005) επανήλθαν στο θέμα με νέα μελέτη η οποία συμφωνεί με την προηγούμενη. Η καινούργια βιβλιογραφική μελέτη περιλαμβάνει 850 δημοσιεύσεις οι οποίες χωρίζονται σε δύο περιόδους, 1901-1989 και 1990-2001. Στην πρώτη περίοδο υπάρχει εντυπωσιακή απουσία εμπειρικών μελετών. Σε 89 χρόνια, από τις 409 δημοσιεύσεις, οι 44 (11%) είναι εμπειρικές. Στην δεύτερη περίοδο των δώδεκα ετών, από τις 441 δημοσιεύσεις, οι 89 (19%) είναι εμπειρικές.

Οι Czerniak et al. (1999) διεξήγαγαν και αυτοί βιβλιογραφική έρευνα δημοσιεύσεων γύρω από το θέμα της ενοποιημένης διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών για τα έτη 1973 με 1998. Η έρευνα τους υποστηρίζει (χωρίς να αναφέρει συγκεκριμένους αριθμούς) ότι οι περισσότερες δημοσιεύσεις δεν περιλαμβάνουν εμπειρική έρευνα. Από τις λίγες εμπειρικές έρευνες που παραθέτουν, οι περισσότερες (8) δείχνουν γνωστικά οφέλη της ενοποιημένης διδασκαλίας.

Η ποιοτική έρευνα των Wilhelm και Walters (2005) αφορούσε την επίδραση της ενοποιημένης διδασκαλίας των Μαθηματικών και των Φ.Ε. δια μέσου της συμμετοχής των εκπαιδευομένων σε ερευνητικές διαδικασίες. Συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 82 καθηγητές Μαθηματικών. Οι συμμετέχοντες συμμετείχαν σε διερευνητικές δραστηριότητες όπως η διερεύνηση των φάσεων του φεγγαριού του Δία και η διερεύνηση του σχήματος του αλεξίπτωτου. Ως μέσα συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν συνεντεύξεις, σχήματα των καθηγητών, σημειώσεις, γραφικές αναπαραστάσεις και βίντεο. Τα αποτελέσματα έδειξαν γνωστικά κέρδη στα Μαθηματικά και τις Φ.Ε.

Η βιβλιογραφική έρευνα των Kurt & Rehlivan (2013) μελετά 8 εκπονηθείσες μελέτες γύρω από την ενοποιημένη διδασκαλία των Φ.Ε. και των Μαθηματικών. Υποστηρίζουν ότι η

ενοποιημένη διδασκαλία Φ.Ε. και Μαθηματικών δεν έχει διερευνηθεί εκτενώς. Επιπρόσθετα, οι 31 εκπονηθείσες εμπειρικές έρευνες που περιλαμβάνονται σε αυτή την βιβλιογραφική μετα-έρευνα δείχνουν θετική γνωστική επίδραση της ενοποιημένης διδασκαλίας στις Φ.Ε. και στα Μαθηματικά.

Η βιβλιογραφική έρευνα των Pang & Good (2000) αφορά την ενοποιημένη διδασκαλία των Φ.Ε. και των Μαθηματικών. Η έρευνα αφορά δημοσιεύσεις που έλαβαν χώρα την δεκαετία του 90. Συνήθη θέματα των δημοσιεύσεων αποτελούν η διευκρίνιση της έννοιας «ενοποίηση», οι αρχές της ενοποιημένης διδασκαλίας, το πως οι πρότερες γνώσεις και στάσεις των εκπαιδευτικών επηρεάζουν την ενοποιημένη διδασκαλία και η χρήση της τεχνολογίας στην ενοποιημένη διδασκαλία. Η έρευνα συμπεραίνει ότι παρόλο που υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την ενοποίηση της διδασκαλίας των Φ.Ε. και των Μαθηματικών δεν υπάρχουν αρκετές εμπειρικές μελέτες που να ερευνούν την αποτελεσματικότητα της ενοποιημένης διδασκαλίας.

Η Hurley (2001) στην βιβλιογραφική της έρευνα συγκεντρώνει 31 εμπειρικές έρευνες, που εκπονήθηκαν από το 1935 έως το 1997 και αφορούσαν σχεδόν όλο το φάσμα της εκπαίδευσης από νηπιαγωγείο έως και το Πανεπιστήμιο. Τα γενικά αποτελέσματα των ερευνών αυτών έδειξαν γνωστικά οφέλη στα Μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες. Επιπροσθέτως, η μετά-έρευνα αυτή ασχολήθηκε με την φύση της ενοποίησης. Διέκρινε 5 είδη ενοποίησης:

- Ακολουθιακή ενοποίηση: Τα Μαθηματικά και οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται ακολουθιακά, πρώτα το ένα αντικείμενο και εν συνεχεία το άλλο.
- Παράλληλη ενοποίηση: Τα Μαθηματικά και οι Φυσικές Επιστήμες σχεδιάζονται και διδάσκονται μέσω κοινών εννοιών.
- Μερική ενοποίηση: Τα Μαθηματικά και οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται εν μέρει μαζί και εν μέρει ως ξεχωριστά γνωστικά αντικείμενα στις ίδιες τάξεις.
- Ενισχυμένη ενοποίηση: Είτε οι Φυσικές Επιστήμες, είτε τα Μαθηματικά είναι το κύριο γνωστικό αντικείμενο της διδασκαλίας, με το έτερο γνωστικό αντικείμενο να παραμένει διακριτό καθ' όλη την μαθησιακή διαδικασία.
- Ολική ενοποίηση: Οι Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά διδάσκονται μαζί, χωρίς να ευδιάκριτα τα σύνορα που τα χωρίζουν.

Όσον αφορά την ακολουθιακή ενοποίηση, οι έρευνες έδειξαν θετικά γνωστικά αποτελέσματα στις Φυσικές Επιστήμες και στα Μαθηματικά. Η διδασκαλία με παράλληλη ενοποίηση είχε αρνητικά αποτελέσματα (δηλαδή θετικά αποτελέσματα για την παραδοσιακή-ξεχωριστή διδασκαλία) τόσο για τις Φυσικές Επιστήμες, όσο και για τα Μαθηματικά. Η διδασκαλία με μερική ενοποίηση έδειξε μικρή θετική επίδραση και στις Φυσικές Επιστήμες και στα Μαθηματικά. Η ενισχυμένη ενοποίηση είχε μέτρια θετική επίδραση στις Φυσικές Επιστήμες και μικρή θετική επίδραση στα Μαθηματικά. Τέλος, οι έρευνες με διδασκαλία ολικής ενοποίησης έδειξαν μεγάλη θετική γνωστική επίδραση στις Φυσικές Επιστήμες και μικρή θετική επίδραση στα Μαθηματικά. Επιπροσθέτως, η ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας καταδεικνύει επίσης ότι από την ενοποιημένη διδασκαλία των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών, περισσότερες θετικές επιδράσεις προκύπτουν για τις Φυσικές Επιστήμες και λιγότερες για τα Μαθηματικά.

Η ποιοτική έρευνα της Sherin (2001) αφορά στην διερεύνηση της κατανόησης των εξισώσεων της Φυσικής. Οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 10 φοιτητές Μηχανικοί τρίτου ακαδημαϊκού εξαμήνου σπουδών, οι οποίοι χωρίστηκαν σε 5 ζεύγη. Η έρευνα επικεντρώθηκε στον χώρο της ενοποιημένης διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών με ιδιαίτερη στόχευση την χρησιμοποίηση μαθηματικών εξισώσεων στην μοντελοποίηση και κατανόηση σύνθετων φυσικών εννοιών. Κάθε ζεύγος φοιτητών βιντεοσκοπήθηκε καθώς έλυνε προβλήματα Φυσικής σε έναν ασπροπίνακα. Κάθε ζεύγος συμμετείχε σε τέσσερις έως έξι συνεδρίες, διάρκειας μεταξύ 1 και 1,5 ωρών. Ο συνολικός χρόνος όλων των παρατηρήσεων ήταν περίπου 27 ώρες. Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας επιτυχίας του όλου εγχειρήματος ήταν η προσεκτική επιλογή του επιπέδου δυσκολίας των προβλημάτων. Έπρεπε τα προβλήματα προς επίλυση να μην είναι ούτε πολύ δύσκολα ούτε πολύ εύκολα για τους φοιτητές. Εάν τα προβλήματα ήταν πολύ δύσκολα, οι φοιτητές δεν θα μπορούσαν να προχωρήσουν σε επίλυση και έτσι να ξεδιπλώσουν την σκέψη τους. Εάν τα προβλήματα ήταν πολύ εύκολα, οι φοιτητές θα ήταν πιθανόν ικανοί να δώσουν μια γρήγορη λύση, χωρίς και πάλι να ξεδιπλώσουν την συμβολική-αναλυτική τους σκέψη. Τα συμπεράσματα της έρευνας δείχνουν ότι όταν οι φοιτητές χρησιμοποιούν μαθηματικές εξισώσεις για να εκφράσουν σχέσεις του φυσικού κόσμου, αυτή η διαδικασία τους καθιστά ικανούς να δημιουργούν καινούργιες, βελτιωμένες εξισώσεις που περιγράφουν ακριβέστερα τα φαινόμενα.



Ο DiSessa (2000) στο βιβλίο «*Changing Minds*» προτείνει μια μέθοδο διδασκαλίας Φυσικής μέσω υπολογιστή και υποστηρίζει ότι τα νέα μέσα έκφρασης των μαθηματικών εννοιών, προσδίδουν νέους τρόπους κατανόησης της Φυσικής και των Μαθηματικών.

Η έρευνα των Sengupta και Wilensky (2011) αφορά στην διερεύνηση της επίδρασης της ενοποιημένης διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών στην διδασκαλία του ηλεκτρομαγνητισμού. Το εκπαιδευτικό υλικό της έρευνας είναι πολυεπιστημονικό. Χρησιμοποιείται το λογισμικό NetLogo δια μέσου του οποίου εκφράζονται οπτικά/γραφικά οι ποσοτικές συσχετίσεις διαφόρων διαστάσεων/μεταβλητών των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων. Η έρευνα ακολουθεί μεικτή μεθοδολογία, είναι οιοει πειραματική και περιλαμβάνει τόσο ποσοτική ανάλυση, όσο και συνεντεύξεις. Οι συμμετέχοντες της έρευνας είναι 60 μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της πέμπτης Δημοτικού, της πρώτης Γυμνασίου και της τρίτης Λυκείου. Για τις ανάγκες της έρευνας οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, μια πειραματική και μια ελέγχου, οι οποίες περιείχαν μαθητές όλων των τάξεων. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι χρησιμοποιώντας αυτού του είδους την μαθηματική αποτύπωση συσχετίσεων επιτυγχάνονται μεγάλα γνωστικά οφέλη, μάλιστα σε επιμέρους γνωστικές περιοχές ιδιαίτερες σύνθετες και δυσνόητες στους μαθητές. Επιπρόσθετα, με την συγκεκριμένη πολυεπιστημονική διδακτική προσέγγιση, μετά το πέρας της διδασκαλίας οι μαθητές ήταν σε θέση να κατανοήσουν σύνθετες έννοιες οι οποίες διδάσκονται σε μεγαλύτερες τάξεις.

Η έρευνα του Wilensky (2003) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της γνωστικής επίδρασης μιας διδακτικής παρέμβασης που αφορούσε την ενοποίηση της διδασκαλίας των Φ.Ε. και των Μαθηματικών με πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό. Διεξήγαγε μια μελέτη περίπτωσης ενός καθηγητή Φυσικών Επιστημών Λυκείου, ο οποίος σχεδίασε την διδασκαλία του με βάση το ανακαλυπτικό μοντέλο. Το επιμέρους γνωστικό αντικείμενο του διδακτικού σεναρίου αφορούσε τα μόρια του αέρα και χρησιμοποιήθηκε μαθηματική αποτύπωση χρησιμοποιώντας το λογισμικό NetLogo. Το περιβάλλον του NetLogo σχεδίασε από κοινού ο εκπαιδευτικός με τον Wilensky. Η διδακτική παρέμβαση χρησιμοποίησε την μάθηση μέσω μαθηματικών συσχετίσεων και γραφικής αποτύπωσης καθώς και Στατιστική Μηχανική (Statistical Mechanics). Το περιβάλλον που σχεδιαστικέ με το NetLogo δοκιμάστηκε σε ένα τμήμα 7 μαθητών Λυκείου. Η παρατήρηση της εμπλοκής των μαθητών με το NetLogo έδειξε ότι οι μαθητές αναπτύσσουν ζήλο και οικοδομούν μια θετική στάση για της Φ.Ε. καθώς και αύξηση της γνωστικής τους επίδοσης.

Στον χώρο της ενοποιημένης διδασκαλίας Βιολογίας και Μαθηματικών έχουμε ακόμα την δημοσίευση των Wilensky και Reisman (2006) η οποία προτείνει την δημιουργία διδακτικών περιβαλλόντων χρησιμοποιώντας πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό, με χρήση του λογισμικού NetLogo.

### **3.2. Ενοποιημένες διδασκαλίες Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών και Μηχανικής**

Μεγάλη βιβλιογραφική έρευνα, η οποία διήρκησε δύο χρόνια εκπόνησε η Εθνική Ακαδημία Μηχανικής σε συνεργασία με το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών των Η.Π.Α. (NAE & NRC, 2009). Πραγματοποιήθηκε ανάλυση των αναλυτικών προγραμμάτων K-12 Μηχανικής. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τα έτη 1998-2009, που αφορούσε την μάθηση της Μηχανικής και την ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων. Τέλος, ερευνήσε τις γνωστικές επιδράσεις της ενοποιημένης εκπαίδευσης των Φ.Ε., των Μαθηματικών και της Μηχανικής. Λόγω της ελλείψεως πλήθους εμπειρικών ερευνών γύρω από το ζήτημα, η βιβλιογραφική ανασκόπηση των αμερικανικών οργανισμών στηρίχθηκε σε μερικές μεμονωμένες προσπάθειες εμπειρικών ερευνών. Τα ευρήματα ωστόσο, αν και πληθαρθμικά λίγα έδειξαν μια ιδιαίτερα θετική γνωστική επίδραση στην Μηχανική, μέσα στα πλαίσια της ενοποιημένης διδασκαλίας της με Φ.Ε. και των Μαθηματικά.

Η έρευνα των Tran και Nathan (2010a) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της επίδρασης που έχει η διδασκαλία της Μηχανικής, στην γνωστική επίδοση των Μαθηματικών και των Φ.Ε.. Η έρευνα είχε συμμετέχοντες 140 μαθητές (και 27 καθηγητές) δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης των Η.Π.Α. τάξεων δευτέρας Γυμνασίου και πρώτης Λυκείου. Για την μέτρηση της επίδοσης των μαθητών στις Φ.Ε. και στα Μαθηματικά χρησιμοποιήθηκε η επίδοση των μαθητών στα αξιολογικά τεστ της πολιτείας της Καλιφόρνια. Για τις ανάγκες της έρευνας οι μαθητές χωρίστηκαν σε δυο ομάδες, την πειραματική ομάδα η οποία στο σύνολο της αποτελούταν από μαθητές που είχαν παρακολουθήσει τουλάχιστον μια φορά δραστηριότητες του Project Lead the Way (PLTW)<sup>6</sup> και στην ομάδα ελέγχου που οι μαθητές τους δεν είχαν εμπλακεί σε

---

<sup>6</sup> Το Project Lead the Way (PLTW) είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός των Η.Π.Α. ο οποίος παρέχει αναλυτικά προγράμματα STEM για όλο το εύρος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης (K-12 Education) (Tran & Nathan, 2010a).

δραστηριότητες του PLTW. Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι αντιφατικά. Μετά το πέρας κάποιων παρεμβάσεων επιτυγχάνεται θετική επίδραση, ενώ σε άλλες παρατηρείται αρνητική επίδραση (η ομάδα ελέγχου επιτυγχάνει μεγαλύτερα γνωστικά κέρδη). Γενικά ωστόσο, τα πορίσματα της έρευνας δεν επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση ότι η ένταξη της Μηχανικής στην ενοποιημένη διδασκαλία Μαθηματικών και Φ.Ε. θα είχε θετική επίδραση.

Η έρευνα των Tran και Nathan (2010b) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της επίδρασης που έχει η διδασκαλία της Μηχανικής, στην γνωστική επίδοση των Μαθηματικών και των Φ.Ε.. Είχε ως συμμετέχοντες 176 μαθητές της δευτέρας Λυκείου των Η.Π.Α. και η ερευνητική διαδικασία αφορούσε ανάλυση δεδομένων. Για την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες βάσει στοιχείων που ανακτήθηκαν από τα αρχεία της πολιτείας και αφορούσαν την επιλογή μαθημάτων. Η πρώτη ομάδα εμπειρείχε 57 μαθητές οι οποίοι κατά το σχολικό έτος 2007-2008 έδρασαν μέσα στα πλαίσια του Project Lead the Way (PLTW). Η έτερη ομάδα περιείχε 119 μαθητές οι οποίοι δεν είχαν εμπλακεί στην διδασκαλία PLTW. Τα αποτελέσματα έδειξαν μικρά θετικά γνωστικά οφέλη στην περιοχή των Μαθηματικών και μηδαμινά στην περιοχή των Φ.Ε.

Η έρευνα των Baumgartner και Reiser (1997) αφορά την διερεύνηση της γνωστικής επίδρασης που έχει η διεξαγωγή επιστημονικής έρευνας στις Φ.Ε., όταν σε αυτήν εμπλέκεται διαδικασία τεχνολογικού σχεδιασμού. Οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν οι μαθητές δυο λυκειακών τάξεων Χημείας και η έρευνα είχε τον χαρακτήρα παρατήρησης. Στις δυο τάξεις που συμμετείχαν στην ερευνητική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές προσεγγίσεις διεξαγωγής επιστημονικής έρευνας με διεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό. Το πόρισμα της έρευνας κάνει λόγο για θετικές επιδράσεις της ανακαλυπτικής σχεδίασης με τεχνολογικό σχεδιασμό, ιδιαίτερος στις δεξιότητες σχεδιασμού, στον καθορισμό του προβλήματος, στην εξερεύνηση και στην ανάπτυξη της επιχειρηματολογίας των μαθητών.

Η οίονει εμπειρική έρευνα των Fortus et al. (2004) αφορούσε στην διερεύνηση της γνωστικής επίδρασης της ενοποιημένης διδασκαλίας των Φ.Ε. των Μαθηματικών και της Μηχανικής με την χρήση διαεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Πιο συγκεκριμένα διερεύνησε την επίδραση της μηχανικής σχεδίασης στην εκμάθηση Φ.Ε. μέσω της μεθόδου Design Based Science (DBS)<sup>7</sup>. Η έρευνα είχε 92 συμμετέχοντες μαθητές των Η.Π.Α. και επικεντρωνόταν σε

---

<sup>7</sup> Η Design Based Science (DBS) είναι μια μέθοδος διδασκαλίας η οποία χρησιμοποιεί πέντε στάδια σχεδιασμού για την κατασκευή ενός αντικειμένου. Τα στάδια αυτά είναι: προσδιορισμός και ορισμός πλαισίου, ιστορική

τρεις θεματικες ενότητες που αφορουσαν προβληματα του πραγματικου κοσμου: κτηριακες κατασκευες, μπαταριες φιλικες προς το περιβαλλον και ασφαλη κινητα τηλεφωνα. Η ερευνα αυτη διεξήχθη σε τρια τμηματα της τριτης Γυμνασιου και της πρωτης Λυκειου κατα τη διαρκεια του σχολικου ετους 2001-2002. Για την διεξαγωγη μετρησεων ως εργαλεια συλλογης δεδομενων χρησιμοποιηθηκαν pre και post tests καθως και τα αντικειμενα που κατασκευαστηκαν. Η διδασκαλια της ενότητας των κτηριακων κατασκευων διηρκησε 8 εβδομαδες, των μπαταριων 3,5 εβδομαδες και των κινητων τηλεφωνων 6 εβδομαδες. Καθε εβδομαδα αντιστοιχουσε σε 5 διδακτικες ωρες ενασχολησης με την DBS. Τα αποτελεσματα εδειξαν οτι μετα το περας καθε θεματικης δραστηριτητας, οι μαθητες αποκομισαν τοσο γνωστικα οφελη στις Φ.Ε., οσο και δεξιότητες σχεδιασμου και επιλυσης προβληματων.

Η εμπειρικη ερευνα των Mehalik, Doppelt και Schuun (2008) αποσκοπουσε στην διερευνηση της γνωστικης επιδρασης της ενοποιημενης διδασκαλιας Φ.Ε., Μαθηματικων και Μηχανικης με χρηση διαεπιστημονικου εκπαιδευτικου υλικου. Πιο συγκεκριμενα η ερευνα προβαινει σε συγκριση της παραδοσιακης μαθησιακης διαδικασιας διεξαγωγης ανακαλυπτικης μαθησης στις Φ.Ε., με την μαθησιακη διαδικασια που χρησιμοποιει μηχανικη σχεδιαση. Οι συμμετεχοντες της ερευνας ηταν 1.053 μαθητες απο 46 τμηματα της δευτερας Γυμνασιου των Η.Π.Α. Για τις αναγκες της ερευνας οι μαθητες ταξινομηθηκαν σε δυο ομαδες, η πρωτη ειχε 587 μαθητες και σε αυτην λαμβανε χωρα η μηχανικη σχεδιαση και η ετερη ομαδα, η οποια αποτελουταν απο 466 μαθητες και χρησιμοποιηθηκε η παραδοσιακη ανακαλυπτικη προσεγγιση. Κατα τη διαρκεια της ερευνας η ομαδα μηχανικης σχεδιασης πηρε μέρος σε μια σειρα πεντε εργαστηριακων κατασκευαστικων δραστηριοτητων που διηρκησαν τεσσερις ωρες η καθε μια. Το αντικειμενο της διδασκαλιας ηταν η σχεδιαση και η κατασκευη ηλεκτρικων συστηματων συναγεμου με απωτερο γνωστικο στοχο την εκμαθηση ηλεκτροτεχνιας. Ως εργαλεια συλλογης δεδομενων χρησιμοποιηθηκαν pre και posttests τα οποια αξιολογουσαν τις γνωσεις των μαθητων στην ηλεκτροτεχνια. Η διαρκεια της διδασκαλιας ηταν τεσσερις εβδομαδες. Τα αποτελεσματα της ερευναςδειχνουν οτι η ομαδα που διδαχθηκε μεσω της Μηχανικης σχεδιασης αποκομισε περισσοτερα γνωστικα οφελη γυρω απο τις Φ.Ε. συγκριτικα με την ομαδα ελεγχου. Επιπροσθετως καταγραφηκε μεγαλη γνωστικη βελτιωση σε μαθητες οι οποιοι παρουσιαζαν χαμηλες γνωστικες επιδοσεις.

---

ερευνα, διαμορφωση ατομικων και ομαδικων ιδεων, κατασκευη 2D και 3D αντικειμενων, ανατροφοδοτηση (Forctus et al., 2004)

Η έρευνα των Penner et al. (1997) αφορούσε στην διερεύνηση της επίδρασης της ενοποιημένης διδασκαλίας των Φ.Ε. και της Μηχανικής με την χρήση διαεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Πιο συγκεκριμένα αφορούσε στην χρησιμοποίηση της μηχανικής σχεδίασης για την κατασκευή μοντέλου προσομοίωσης ανθρώπινου αγκώνα. Οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 70 μαθητές της πρώτης και της δευτέρας Δημοτικού των Η.Π.Α.. Για τις ανάγκες της έρευνας οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από 48 μαθητές οι οποίοι ενεπλάκησαν στην διαδικασία μηχανικής σχεδίασης του μοντέλου, ενώ η έτερη ομάδα αποτελούνταν από μαθητές που δεν συμμετείχαν σε καμία τέτοιου τύπου μαθησιακή διαδικασία. Ως εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε συνέντευξη η οποία στόχευε στην διερεύνηση του βαθμού κατανόησης της σχεδιαστικής διαδικασίας. Μετά το πέρας της διδασκαλίας χρησιμοποιήθηκε η συνέντευξη και στις δύο ομάδες μαθητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές που ήταν μέλη της σχεδιαστικής – ανακαλυπτικής ομάδας ανέπτυξαν δεξιότητες αξιολόγησης και κατανόησαν την διαδικασία μοντελοποίησης ομοίως με παιδιά 3-4 χρονών μεγαλύτερα.

Η έρευνα των Sadler, Coyle και Schwartz το (2000) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της γνωστικής επίδρασης της ενοποιημένης διδασκαλίας των Φ.Ε. με την Μηχανική με την χρήση διαεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Η έρευνα αφορούσε μαθητικούς διαγωνισμούς που περιελάμβαναν σχεδιασμό και κατασκευή μοντέλων με συμμετέχοντες 457 μαθητές γυμνασίου από 22 τμήματα. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν pre και posttests, παρατήρηση τάξης καθώς και συνεντεύξεις. Κατά την μαθησιακή διαδικασία οι μαθητές ενημερώνονται για τις σχεδιαστικές μεταβλητές της κατασκευής και αποφασίζουν ποιες θα κρατήσουν σταθερές και ποιες θα μεταβάλλουν κατά την κατασκευαστική διαδικασία. Επιπρόσθετα αξιολογούν την ποιότητα διαφόρων σχεδιαστικών εγχειρημάτων και διενεργούν πειράματα με σκοπό να ελέγξουν παραμέτρους της κατασκευής. Οι κατασκευές αφορούσαν την κατασκευή μοντέλου γέφυρας, ηλεκτρομαγνήτη, ηλιακού καταφυγίου και φτερωτής ανεμογεννήτριας. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν γενικά γνωστικά οφέλη γύρω από ζητήματα των Φ.Ε. καθώς και ανάπτυξη δεξιοτήτων έρευνας. Στα συμπεράσματα τους οι ερευνητές παραθέτουν και κάποιες προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται για την βέλτιστη επιτυχία της διερεύνησης μέσω σχεδιασμού. Αυτές είναι: η έμφαση του διδακτικού σχεδιασμού στις αντιλήψεις των μαθητών, παροχή συγκεκριμένων οδηγιών σε κάθε βήμα της διδασκαλίας και ο τονισμός της επανασχεδίασης μέσω της ανατροφοδότησης.

Η έρευνα των Lehrer, Schauble και Lucas (2008) αφορούσε στην μελέτη της επίδρασης της κατασκευής μοντέλων στην μαθησιακή διαδικασία, με χρήση διαεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Πιο συγκεκριμένα τα κατασκευαστικά μοντέλα προσομοίωναν δύο λίμνες και τα ιδιαίτερα οικοσυστήματα τους. Τα μοντέλα αναπτύχθηκαν σε βάζα μεγέθους ενός γαλονιού και παρατηρήθηκαν διάφορα φυσικά αποτελέσματα, όπως η ανάπτυξη βακτηρίων και η ανάπτυξη ανθοφόρων φυτών. Οι συμμετέχοντες ήταν 19 μαθητές της έκτης τάξης δημοτικού των Η.Π.Α.. Όλοι οι συμμετέχοντες εργάζονταν σε ομάδες κατά μέσο όρο 5 ώρες την εβδομάδα με σκοπό να ερευνήσουν τις ερωτήσεις τους σχετικά με τη λειτουργία των υδάτινων συστημάτων. Το δεύτερο μισό του σχολικού έτους αφορούσε κυρίως εργασία με τα συστήματα βάζων. Το έργο αυτό περιλάμβανε τη διαχείριση των βάζων (π.χ. ανάπτυξη ενός βιώσιμου συστήματος), το σχεδιασμό, την υιοθέτηση μέτρων, την μάθηση για την ορθή χρήση οργάνων (π.χ. ανιχνευτές χημείας ύδατος) και την δημιουργία σημειώσεων, αρχείων και βάσεων δεδομένων. Η εν λόγω διαεπιστημονική μαθησιακή διαδικασία διήρκησε ένα χρόνο και οι συμμετέχοντες συγκεντρώνονταν κάθε εβδομάδα για να συζητήσουν τα ευρήματα τους σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα. Στο τέλος του έτους οι μαθητές απάντησαν σε ατομικές συνεντεύξεις που αφορούσαν τις αντιλήψεις τους για την οικολογία και τον σχεδιασμό της επιστημονικής έρευνας, καθώς και επιστημολογικές πεποιθήσεις για την διερεύνηση. Οι μαθητές έφεραν μαζί τους κατά την διάρκεια της συνέντευξης ένα από τα βάζα της έρευνας καθώς και τα σημειωματάρια τους. Η συνέντευξη αποτελείτο από 25 ερωτήσεις και η διάρκεια της ήταν περίπου μία ώρα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συμμετοχή των μαθητών σε προσεκτικά σχεδιασμένες, εκτεταμένες έρευνες βελτίωσε τις στάσεις τους σχετικά με τους στόχους και τους σκοπούς της διεξαγωγής μιας επιστημονικής έρευνας καθώς και τη φύση των Φ.Ε.. Επιπροσθέτως, διαπιστώθηκε ότι η διαδικασία επαναστοχασμού και επανασχεδιασμού ο οποίος προκύπτει από την αποτυχία της σωστής κατασκευής συντελεί στην επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής.

Η οιονεί εμπειρική έρευνα του Crismond (2001) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της επίδρασης της διδασκαλίας που περιέχει διερεύνηση μέσω σχεδιασμού με διαεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό. Πιο συγκεκριμένα η διαδικασία διερεύνησης αφορούσε την λειτουργία απλών μηχανικών συσκευών (ανοιχτήρια και καρυοθραύστες) και εν συνεχεία τον βέλτιστο επανασχεδιασμό τους. Συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 32 ενήλικες και μαθητές λυκείου των Η.Π.Α. οι οποίοι συμμετείχαν σε δύο δραστηριότητες διερεύνησης και επανασχεδιασμού. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε 16 ζεύγη ιδίου φύλου και παρόμοιας εμπειρίας στην σχεδίαση. Οι συμμετέχοντες αρχικά αναλύουν και αξιολογούν συσκευές, κατόπιν σχεδιάζουν πειράματα

σύγκρισης και εν συνεχεία προτείνουν τον επανασχεδιασμό τους. Κάθε συνεδρία διαρκούσε δύο ώρες και βιντεοσκοπείτο. Τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψαν από την ανάλυση των βίντεο και έδειξαν ότι οι αρχάριοι σχεδιαστές προέβησαν σε λίγες διασυνδέσεις των κατασκευών τους με τις Φ.Ε. και η μάθηση τους ήταν προσανατολισμένη σε πρακτικό επίπεδο γύρω από την αναπτυσσόμενη συσκευή. Αντιθέτως οι έμπειροι σχεδιαστές προέβησαν σε αρκετές συνδέσεις των κατασκευών τους με βασικές έννοιες των Φ.Ε., πήραν καίριες αποφάσεις που κατεύθυναν τον σχεδιασμό και προσπάθησαν να εντοπίσουν τα κύρια σχεδιαστικά προβλήματα των συσκευών.

Η έρευνα του Kozma (2003) αποσκοπούσε στη διερεύνηση της σχέσης των πολλαπλών νοητικών αναπαραστάσεων για τα φαινόμενα των Φ.Ε. και της γνωστικής επίδοσης σε αυτές. Πρόκειται για μια βιβλιογραφική έρευνα η οποία επισκοπεί εμπειρικές έρευνες και έρευνες παρατήρησης, οι οποίες καταδεικνύουν τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των αναπαραστάσεων επαγγελματιών επιστημόνων χημικών και των φοιτητών Χημείας. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι επιστήμονες μπορούν να συνδέσουν τις πρακτικές και τα μοντέλα που χρησιμοποιούν στην εργαστηριακή ερευνητική διαδικασία με τα πορίσματα των Φ.Ε.. Οι σπουδαστές, από την άλλη πλευρά, εμφανίζουν δυσκολίες στην διασύνδεση πολλαπλών αναπαραστάσεων και των φαινομένων, δεν μπορούν εύκολα να προβούν σε διασύνδεση των επιμέρους διαδικασιών με τον ευρύτερο χώρο των Φ.Ε. (π.χ. των χημικών συμβόλων και των ποσοτήτων που υπάρχουν στον εργαστηριακό πάγκο).

Η εμπειρική έρευνα του Fortus (2005) αφορά στην επίδραση του παραγράμματος DBS στην οικοδόμηση γνώσεων στις Φυσικές Επιστήμες και στις δεξιότητες σχεδίασης και διεξαγωγής έρευνας των μαθητών. Η έρευνα χρησιμοποιεί διαεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό. Η έρευνα αφορούσε προβλήματα του πραγματικού κόσμου και συμμετέχοντες ήταν 149 μαθητές των Η.Π.Α. οι οποίοι πήραν μέρος σε μια δραστηριότητα DBS η οποία αφορούσε στην κατασκευή χαρταετού που να ανταπεξέρχεται σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες. Στην έρευνα πήραν μέρος 6 λυκειακά τμήματα και δύο διδάσκοντες καθηγητές. Η έρευνα διήρκησε 11 εβδομάδες και χρησιμοποίησε ως μέσο συλλογής δεδομένων pre και post tests. Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην οικοδόμηση γνώσεων που αφορούν τις Φ.Ε.. Όσον αφορά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων τα αποτελέσματα έδειξαν ότι επιτυγχάνονται με δυσκολία και θα πρέπει να υπάρχει σύνδεση των ενδοσχολικών δραστηριοτήτων με τον πραγματικό κόσμο ώστε να επιτευχθεί η ανάπτυξη τους.

Η έρευνα των Sadler, Coyle και Schwartz (2000) αφορούσε στην διερεύνηση της επίδρασης της Μηχανικής στην οικοδόμηση γνώσεων και δεξιοτήτων στην περιοχή των Μαθηματικών και των Φ.Ε., μέσω μιας διαεπιστημονικής μαθησιακής διαδικασίας. Η έρευνα σχετιζόταν με την διεξαγωγή κατασκευαστικών μαθητικών διαγωνισμών. Συμμετέχοντες ήταν 457 μαθητές γυμνασίου από 22 τμήματα. Οι διαδικασίες της έρευνας αναπτύχθηκαν εν μέρη σε θερινά προγράμματα σχολείων (summer schools) και εν μέρη σε σχολεία κατά την διάρκεια του σχολικού έτους. Τα 12 σχολεία που συμμετείχαν στην έρευνα είναι διασκορπισμένα σε όλο το εύρος των Η.Π.Α. και για την περάτωση της ερευνητικής διαδικασίας χρειάστηκε η συμβολή 12 εκπαιδευτικών. Η μηχανική σχεδίαση και ανάπτυξη κατασκευών έλαβε χώρα στα πλαίσια έξι ενοτήτων. Κάθε μια εκ των ενοτήτων περιελάμβανε τρεις δραστηριότητες – προκλήσεις (π.χ. κατασκευή μοντέλου γέφυρας, φερωτή ανεμογεννήτριας, ηλεκτρομαγνήτη). Η διαδικασία αρχίζει με την υπαγόρευση ενός πραγματικού προβλήματος στην ολομέλεια της τάξης. Εν συνεχεία σχηματίζονται ομάδες και αντιγράφουν ένα αρχικό σχέδιο μιας συσκευής, το οποίο απαντά μεν στο πρόβλημα, όμως δεν λειτουργεί κατά τον βέλτιστο τρόπο. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να αναθεωρήσουν, να τροποποιήσουν και να βελτιώσουν αυτό το αρχικό σχέδιο. Οι μεταβλητές του προβλήματος οι οποίες ενδέχεται να επηρεάσουν την απόδοση και την λειτουργικότητα της συσκευής παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της έρευνας και οι μαθητές προβαίνουν σε ελεύθερη επιλογή των μεταβλητών που θα διερευνήσουν και θα μεταβάλλουν. Η περαιτέρω εξέλιξη της διαδικασίας που περιελάμβανε την κατασκευή και τον έλεγχο της συσκευής διήρκησε από 5 έως 10 συνεδρίες. Για την πραγματοποίηση μετρήσεων χρησιμοποιήθηκαν pre και posttests καθώς και εκτενείς συνεντεύξεις με δείγμα μαθητών. Τα αποτελέσματα της έρευνας αποκάλυψαν θετικές επιδράσεις στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διατύπωσης υποθέσεων και αναγνώρισης μεταβλητών, στον σχεδιασμό και στην διεξαγωγή πειραμάτων επίλυσης προβλήματος, καθώς και στην ερμηνεία μαθηματικών γραφικών παραστάσεων. Επιπροσθέτως, μεγάλη θετική επίδραση ανιχνεύτηκε σε δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές είχαν εσφαλμένες αντιλήψεις.



### **3.3. Ανασκόπηση ερευνών γύρω από τα τις επιδράσεις της ενοποιημένης διδασκαλίας Τεχνολογίας και Μαθηματικών**

Η εμπειρική έρευνα των Stone et al. (2008) αφορά στην διερεύνηση της επίδρασης της ενοποιημένης διδασκαλίας Τεχνολογίας και Μαθηματικών με την χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Η έρευνα διεξήχθη στις Η.Π.Α. και διερεύνησε την ενσωμάτωση της διδασκαλίας των Μαθηματικών σε μαθήματα ειδικότητας από εκπαιδευτικούς επαγγελματικής εκπαίδευσης (Career Technical Education, CTE). Οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 537 μαθητές από 137 τμήματα Λυκείου και διάρκεια της ήταν ενάμιση έτος. 59 τμήματα χρησιμοποιήθηκαν ως πειραματικές ομάδες και 78 ως ομάδες ελέγχου. Τα εργαλεία συλλογής δεδομένων ήταν pre και posttests. Στα πλαίσια της έρευνας, οι καθηγητές CTE ενθαρρύνθηκαν να διδάξουν στους μαθητές τους τα μαθηματικά μοτίβα που υπάρχουν πίσω από ένα πραγματικό πρόβλημα. Στόχος ήταν οι μαθητές να εντοπίσουν το μαθηματικό μοτίβο και σε άλλες ρεαλιστικές καταστάσεις (ή ακόμα και σε γραπτές δοκιμασίες) και επομένως να καταστεί πιθανότερη η επίλυση του νέου προβλήματος. Για παράδειγμα, όταν οι μαθητές έρθουν αντιμέτωποι με το πυθαγόρειο θεώρημα σε μια γραπτή δοκιμασία, θα συνδέσουν το παρόν πρόβλημα με το μάθημα ξυλουργικής που χρησιμοποιούσε το  $a^2$  και θα θυμηθούν την επίλυση του προβλήματος. Ο γενικός στόχος της διδακτικής παρέμβασης ήταν να βοηθήσει τους μαθητές να κάνουν τη σύνδεση μεταξύ μιας συγκεκριμένης κατάστασης που συναντούν σε ένα πρόβλημα με την αφηρημένη μαθηματική έννοια πίσω από αυτό. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η ενοποίηση της διδασκαλίας της Τεχνολογίας και των Μαθηματικών έχει θετική επίδραση στην επίδοση των υποκειμένων στα Μαθηματικά, χωρίς να μειώνεται η γνωστική τους επίδοση στην Τεχνολογία.

Η εμπειρική έρευνα των Burghardt et al. (2010) αφορά στην διερεύνηση της επίδρασης της ενοποιημένης διδασκαλίας Τεχνολογίας και Μαθηματικών. Η έρευνα αυτή χρησιμοποίησε διαεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό. Πιο συγκεκριμένα διερεύνησε την επίδραση της ενοποιημένης διδασκαλίας στις μαθηματικές γνώσεις καθώς και στις στάσεις απέναντι στα Μαθηματικά. Οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 811 μαθητές Γυμνασίου των Η.Π.Α. της δευτέρας τάξεως. Χρησιμοποιήθηκαν πειραματικές ομάδες και ομάδες ελέγχου και τα εργαλεία συλλογής δεδομένων ήταν pre και posttests. Ο χρόνος διεξαγωγής της διδασκαλίας της διαεπιστημονικής διδακτικής παρέμβασης ήταν κατά μέσο όρο 24 ημέρες. Το θέμα της

διδασκτικής παρέμβασης που διδάχθηκε η πειραματική ομάδα ήταν η σχεδίαση και κατασκευή μακέτας υπονοματίου με την χρήση του λογισμικού Geometers Sketchpad της εταιρίας Google. Η ομάδα ελέγχου ακολούθησε την τυπική διδασκαλία του Α.Π. της Τεχνολογίας Γυμνασίου. Οι εκπαιδευτικοί που δίδαξαν στις πειραματικές ομάδες επιμορφώθηκαν το καλοκαίρι προτού εμπλακούν στην ενοποιημένη διδασκαλία Μαθηματικών και Τεχνολογίας από ειδικούς επιστήμονες στα Παιδαγωγικά, στα Μαθηματικά, στην Μηχανική και στην Τεχνολογία, έτσι ώστε να προετοιμαστούν κατάλληλα για το διδασκτικό τους έργο. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν θετική επίδραση της διαεπιστημονικής διδασκαλίας των Μαθηματικών και της Τεχνολογίας στην απόκτηση μαθηματικών γνώσεων, σε σύγκριση με τις ομάδες ελέγχου. Άξιο μνείας είναι ότι σημαντική βελτίωση στο γνωστικό επίπεδο των Μαθηματικών εμφανίζουν πιο έντονα οι μαθητές με την χαμηλότερη επίδοση στα pre tests. Όσον αφορά στην επίδραση της διδασκτικής παρέμβασης στις στάσεις, οι μαθητές των πειραματικών ομάδων αρχικά θεώρησαν ότι τα Μαθηματικά εν γένει είναι σημαντικά και ενδιαφέροντα περισσότερο από ό, τι οι μαθητές των ομάδων ελέγχου. Ωστόσο, οι μαθητές των πειραματικών ομάδων ανέφεραν μειωμένο ενδιαφέρον για τα Μαθηματικά στη μετέπειτα διαδικασία. Αυτό εικάζεται ότι μπορεί να οφείλεται στην υπερβολική έκθεση τους σε δύσκολες μαθηματικές έννοιες που διδάχθηκαν ως μέρος της κατασκευής του υπονοματίου.

Η έρευνα των Bozick και Dalton (2013) αφορά στην διερεύνηση της επίδρασης της ενοποιημένης διδασκαλίας Τεχνολογίας και Μαθηματικών. Η έρευνα αυτή ανάλυσε δεδομένα του Εθνικού Κέντρου για τα Στατιστικά της Εκπαίδευσης των Η.Π.Α. (National Center for Education Statistics, NCES) και πιο συγκεκριμένα την μελέτη «*Education Longitudinal Study*» του έτους 2002. Τα δεδομένα που αναλύθηκαν ανήκαν σε 7.160 μαθητές της πρώτης και της τρίτης Λυκείου. Η έρευνα μελέτησε την επίδραση της επιλογής τεχνολογικών μαθημάτων στις μαθηματικές επιδόσεις των μαθητών. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η επιλογή επαγγελματικών/τεχνολογικών μαθημάτων δεν υπονομεύει την μαθηματική επίδοση των υποκειμένων, όταν τα τεχνολογικά μαθήματα επιλέγονταν αντί των μαθημάτων ακαδημαϊκού περιεχομένου.

### 3.4. «Ενοποιημένες» διδασκαλίες STEM

Η έρευνα των αποσκοπούσε στην διερεύνηση της συναισθηματικής και της γνωστικής επίδρασης μιας ενοποιημένης διδακτικής προσέγγισης STEM με την χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Η έρευνα διεξήχθη στα πλαίσια του προγράμματος «Μηχανική στον τομέα υγείας» (Engineering in health care) το οποίο αφορούσε μαθητές Λυκείου των Η.Π.Α.. Σκοπός του προγράμματος ήταν η αύξηση του ενδιαφέροντος και συνακόλουθα της επιλογής επαγγελμάτων Μηχανικού από τους μαθητές. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια επτά εβδομάδες και ενημέρωσε τους σπουδαστές σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο της Μηχανικής, της σημασίας της στην σημερινή κοινωνία και οικονομία καθώς και των ευκαιριών που προσφέρει για επαγγελματική αποκατάσταση. Επιπρόσθετα, προσπάθησε να εισάγει τους μαθητές στον τρόπο σκέψης του μηχανικού. Για να πραγματοποιηθούν τα παραπάνω, το πρόγραμμα περιελάμβανε διαλέξεις και παιγνιώδεις προκλήσεις σχεδιασμού στις οποίες οι συμμετέχοντες έπρεπε να εμπλακούν ενεργά. Παράδειγμα τέτοιας δραστηριότητας ήταν ο σχεδιασμός και η κατασκευή μίας συσκευής η οποία θα προστάτευε ένα αυγό από πτώση 3 μέτρων. Στόχος ήταν την μείωση της μάζας και κόστους της. Το βασικό θέμα του προγράμματος ήταν ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η δοκιμή και η αξιολόγηση μιας συσκευής προσομοίωσης του συστήματος αιμοκάθαρσης. Το πρόγραμμα παρακολούθησαν 61- 98 μαθητές με 86 μαθητές μέσο όρο ανά συνεδρία. 25 εκ των μαθητών παρακολούθησαν το σύνολο των συνεδριών του προγράμματος. Ως εργαλεία μετρήσεων χρησιμοποιήθηκαν pre και post surveys. Συμπληρώθηκαν 66 pre-surveys και 78 post-surveys. Από το σύνολο των μαθητών 18 μαθητές συμπλήρωσαν και τις δυο έρευνες. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπήρξε σημαντική αύξηση, της τάξης του 50%, του ενδιαφέροντος καθώς και βελτίωση της στάσης των μαθητών απέναντι στις Φ.Ε. και στην Μηχανική. Επιπρόσθετα έδειξαν βελτίωση από 61-83% στις γνωστικές επιδόσεις και δεξιότητες των μαθητών σε ζητήματα Φ.Ε. και Μηχανικής (π.χ. διαδικασία μηχανικής σχεδίασης).

Η έρευνα των Dave et al. (2010) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της επίδρασης της διδακτικής προσέγγισης STEM με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού, στις στάσεις των μαθητών αναφορικά με τα επιμέρους γνωστικά του αντικείμενα. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσα στα πλαίσια του «Math Options Summer Camp» στις Η.Π.Α.. Το καλοκαιρινό αυτό camp είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να παρέχει μαθηματικές γνώσεις και γνώσεις Φ.Ε. μέσα από την

χρήση της Τεχνολογίας και είναι σχεδιασμένο για κορίτσια της τρίτης Γυμνασίου και πρώτης Λυκείου. Οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 28 κορίτσια, 13 από το camp του 2008 και 15 από το camp του 2009. Η διάρκεια του ήταν μια εβδομάδα. Οι δραστηριότητες του προγράμματος αφορούσαν στην ομαδοσυνεργατική σχεδίαση ή επανασχεδίαση προϊόντων τα οποία είναι οικεία στην καθημερινότητα των κοριτσιών. Η χρονική διάρκεια μιας δραστηριότητα σχεδιασμού ή επανασχεδιασμού-βελτίωσης είναι 14 ώρες. Εκτός του κύριων δραστηριοτήτων, οι μαθήτριες επισκέπτονταν και πραγματοποιούσαν έργα σε διάφορα εργαστήρια των εγκαταστάσεων (π.χ. εργαστήριο Ηλεκτρολογικής Μηχανικής, εργαστήριο CAD). Ως εργαλεία μετρήσεων χρησιμοποιήθηκαν προ και μετα- έρευνες. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση του ενδιαφέροντος και της ευχαρίστησης των μαθητριών, όμως οι στάσεις τους δεν μεταβλήθηκαν ιδιαίτερα. Αυτό εικάζεται ότι οφείλεται στην πρότερη θετική στάση των μαθητριών.

Η έρευνα των Chi et al. (2010) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της συναισθηματικής επίδρασης της διδακτικής προσέγγισης STEM. Η έρευνα εκπονήθηκε στα πλαίσια της δράσης του οργανισμού Project Evaluation (PE)<sup>8</sup>. Η έρευνα πραγματοποίησε μια δεκαετή αναδρομική διερεύνηση της επίδρασης των εκπονηθέντων προγραμμάτων PE στους αποφοίτους αρκετά χρόνια μετά την αρχική συμμετοχή τους. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων η έρευνα χρησιμοποίησε συνεντεύξεις και ανάλυση εγγράφων. Ο αριθμός των συμμετεχόντων ήταν 78 και οι συνεντεύξεις έγιναν είτε μέσω διαδικτύου, είτε ταχυδρομικά. Τα ευρήματα της έρευνας αποκαλύπτουν ότι οι συμμετέχοντες διαπίστωσαν μια βελτίωση του ενδιαφέροντος τους, αλλά και μια αύξηση της αυτοπεποίθησης τους απέναντι στις Φ.Ε.. Εκτιμούν ότι απέκτησαν γνώσεις και δεξιότητες που τους βοήθησαν στην επαγγελματική και κοινωνική τους ανάπτυξη.

Οι Venville, Rannie & Wallace (2006) διεξήγαγαν ποιοτική έρευνα η οποία αφορά την ενοποιημένη διδασκαλία Φ.Ε., Μαθηματικών και Τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα η έρευνα αφορούσε την επίδραση της ενοποιημένης διδασκαλίας στην ικανότητα λήψης αποφάσεων και στην ικανότητα εύρεσης πηγών γνώσης (π.χ. δοκιμές, εκπαιδευτικός, γονείς, συμμαθητές). Οι

---

<sup>8</sup> Ο οργανισμός Project Evaluation (PE) είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός στις Η.Π.Α. που ξεκίνησε το 1999 με πρόθεση να δημιουργήσει ένα προσιτό πλαίσιο μάθησης που αφορά τις Φ.Ε., το οποίο να αγκαλιάζει όλους τους μαθητές, ιδιαίτερα τις κατηγορίες των μαθητών που παραδοσιακά υπο- εκπροσωπούνται σε επιστημονικά επαγγέλματα. Περίπου το 85% των συμμετεχόντων στα προγράμματα του PE προέρχονται από οικογένειες με χαμηλό εισόδημα, κατά κύριο λόγο afro-Αμερικανικές ή Λατινικές. Μέσω εξατομικευμένων δράσεων αλληλεπίδρασης με επαγγελματίες επιστήμονες και συμμετοχής σε αυθεντικές (hands on) δραστηριότητες, η PE στοχεύει να εμπνεύσει στη νεολαία την πεποίθηση ότι οι Φ.Ε. μπορούν να είναι προσβάσιμες.

συμμετέχοντες της έρευνας ήταν μαθητές 13-14 χρονών ενός Γυμνασίου της Αυστραλίας και το εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν πολυεπιστημονικό. Το θέμα της έρευνας ήταν η κατασκευή ενός ηλιακού πλοιαρίου. Οι τρεις καθηγητές οι οποίοι δίδασκαν Φ.Ε., Μαθηματικά και Τεχνολογία δίδαξαν τα παρακάτω επιμέρους γνωστικά αντικείμενα. Στην Φυσική: Επιστημονικές πρακτικές διεξαγωγής έρευνας, νόμο του Ωμ, αρχή του Αρχιμήδη, συνδεσμολογίες αντιστάσεων εν σειρά και παράλληλα, ισχύ, ηλιακή ενέργεια και ηλιακούς συλλέκτες. Στα Μαθηματικά: Γραφήματα, επίλυση εξισώσεων και παραγοντοποίηση. Στην Τεχνολογία: Κυρτά σχήματα, μεθόδους προώθησης, υλικά και τεχνικές κατασκευής. Οι μαθητές δούλεψαν ομαδοσυνεργατικά σε ομάδες των 2 με 3 ατόμων για 12 εβδομάδες. Κρατήθηκε portfolio και βιντεοσκοπήθηκε η πρόοδος των ομάδων καθόλη τη διάρκεια του εγχειρήματος. Ως μέσα συλλογής δεδομένων η χρησιμοποιήθηκαν συνεντεύξεις μαθητών και καθηγητών, εξέταση των portfolios, ανάλυση των βίντεο και η μελέτη περίπτωσης 3 ζευγαριών μαθητών. Τα ευρήματα της έρευνας δείχνουν ότι όταν οι μαθητές εμπλέκονται σε ενοποιημένη διδασκαλία, τότε χρησιμοποιούν πολλές πηγές γνώσης-πληροφόρησης (και εκτός σχολείου). Επιπρόσθετα οι μαθητές σε πολλές περιπτώσεις προέβαιναν σε διασυνδέσεις των αποφάσεων που είχαν να λάβουν κατά την κατασκευαστική διαδικασία, με γνώσεις που άπτονται των Φ.Ε., των Μαθηματικών και της Τεχνολογίας.

Η έρευνα των Barker et al. (2008) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της γνωστικής και συναισθηματικής επίδρασης της διδακτικής προσέγγισης SET (Science, Engineering, Technology) η οποία χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό. Πιο συγκεκριμένα η έρευνα αφορούσε στην έρευνα της επίδρασης της ρομποτικής διδασκαλίας, στην εκμάθηση συγκεκριμένων εννοιών SET και στην εξέταση των στάσεων των μαθητών απέναντι στις Φ.Ε.. Οι συμμετέχοντες ήταν 157 μαθητές ηλικιών 7 έως 14 ετών των Η.Π.Α. και η διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης ήταν 8 εβδομάδες. Για τις ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν δύο ομάδες μαθητών και ως μέσον συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν pre και posttests. Η πρώτη ομάδα των 121 μαθητών διδάχθηκε ρομποτική δια μέσου των διδακτικών εργαλείων LEGO Mindstorms, ενώ η έτερη ομάδα των 36 μαθητών δεν συμμετείχε σε καμία τέτοιου είδους εκπαιδευτική δραστηριότητα. Οι δραστηριότητες της διδακτικής αυτής παρέμβασης κάλυπταν μεγάλο εύρος θεμάτων όπως: firmware, ψευδοκώδικας, loops προγραμματισμού, μεταβλητές, υπολογισμός μέσου όρου, ορισμός μεταβλητών εντός μαθηματικών διαστημάτων. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν αύξηση της γνωστικής επίδοσης των μαθητών που παρακολούθησαν ρομποτική. Παρόλα αυτά όμως η έρευνα δεν ανίχνευσε διαφορά στις στάσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας με την ομάδα ελέγχου.

Η έρευνα των Melchior et al. (2005) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της γνωστικής και συναισθηματικής επίδρασης της διδακτικής προσέγγισης STEM με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Πιο συγκεκριμένα η διδακτική παρέμβαση που μελετήθηκε αποσκοπούσε στην επίτευξη δεξιοτήτων στις Φ.Ε. και στην Τεχνολογία, αλλά συνάμα και στην ανάπτυξη της αυτοπεποίθησης και των ηγετικών ικανοτήτων των υποκειμένων. Η έρευνα έλαβε χώρα μέσα στα πλαίσια του FIRST Robotics Competition (FRC)<sup>9</sup> στις Η.Π.Α και η διάρκεια του ήταν έξι εβδομάδες. Στα πλαίσια αυτού του προγράμματος, οι μαθητές και οι επιβλέποντες μέντορες τους θα πρέπει να λύσουν ένα δοθέν πρόβλημα χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα αντικείμενα και μέσω ορισμένων κανόνων. Οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 173 μαθητές Λυκείου. Το αντικείμενο διδασκαλίας της εν λόγω διδακτικής παρέμβασης ήταν η ομαδοσυνεργατική σχεδίαση και κατασκευή ρομπότ. Ως εργαλείο συλλογής δεδομένων η έρευνα χρησιμοποίησε το ερωτηματολόγιο. Τα αποτελέσματα της έρευνας αποτυπώνουν αυτοαναφερόμενη από τους συμμετέχοντες αύξηση του ενδιαφέροντος για τις Φ.Ε. και την Τεχνολογία της τάξεως του 89%, αύξηση της αυτοπεποίθησης (88,9%), αύξηση του ενδιαφέροντος για σταδιοδρομία STEM (68,8%), αύξηση της κατανόησης του τρόπου με τον οποίο οι Φ.Ε., τα Μαθηματικά και η Τεχνολογία εφαρμόζονται για να λύσουν πραγματικά προβλήματα και αύξηση της κατανόησης της αξίας της ομαδοσυνεργατικής εργασίας (94,8%).

Η έρευνα των Martin et al. (2011) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της γνωστικής και συναισθηματικής επίδρασης της ενοποιημένης διδακτικής προσέγγισης STEM με την χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Πιο συγκεκριμένα η έρευνα εστίαζε στην Μηχανική και την Τεχνολογία και διεξήχθη στα πλαίσια του προγράμματος iCODE. Οι συμμετέχοντες ήταν μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου της Μασαχουσέτης. Για την εκπαιδευτική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν 2 μικροελεγκτές. Ο πρώτος ήταν ο Super Cricket, σεταρισμένος σε έτοιμο τυπωμένο κύκλωμα (PCB) και προγραμματιζόταν σε γραφική γλώσσα Logo. Ο μικροελεγκτής αυτός χρησιμοποιήθηκε από τους μαθητές του Γυμνασίου. Ο έτερος ήταν ένας μικροελεγκτής PIC που προγραμματιζόταν σε γλώσσα C, ο οποίος δεν παρεχόταν με έτοιμο κύκλωμα, αλλά θα έπρεπε οι μαθητές να δημιουργήσουν κυκλώματα σε breadboard. Ο μικροελεγκτής PIC χρησιμοποιήθηκε από τους μαθητές Λυκείου. Το πρόγραμμα iCODE είχε τρεις διαστάσεις διδασκαλίας:

---

<sup>9</sup>Το FIRST Robotics Competition (FRC), είναι ένα πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής για Λύκεια στις Η.Π.Α.

- Μαθήματα μετά το σχολείο: Οι συμμετέχοντες παρακολουθούσαν μαθήματα μέσω Moodle μια φορά την εβδομάδα για 24 συνεδρίες. Η διάρκεια κάθε συνεδρίας ήταν 2 ώρες.
- Εκδηλώσεις που λάμβαναν χώρα τα Σαββατοκύριακα: Κάθε χρόνο πραγματοποίησης του προγράμματος, οι μαθητές συμμετείχαν σε δύο δρώμενα: Σε μια μη ανταγωνιστική έκθεση κατασκευών και σε έναν διαγωνισμό πάλης (sumo) ρομπότ, δρώμενα διάρκειας 6 ωρών το καθένα.
- Το καλοκαιρινό camp: Διεξαγόταν στο Πανεπιστήμιο της Μασαχουσέτης και είχε διάρκεια 10 ημερών, με 6 ώρες διδασκαλίας την κάθε μέρα.

Οι μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου, παρόλο που προγραμματίζαν διαφορετικούς μικροελεγκτές σε διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού, συμμετείχαν από κοινού στις ίδιες εκθεσιακές δραστηριότητες. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 164 μαθητές, 43 το σχολικό έτος 2007-2008, 52 σχολικό έτος 2006-2007 και 69 το σχολικό έτος 2008-2009. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια πριν και μετά το πέρας του προγράμματος, δομημένη παρατήρηση καθώς και συνεντεύξεις. Τα αποτελέσματα της έρευνας κάνουν λόγο για βελτίωση των στάσεων των μαθητών απέναντι στις Φ.Ε. και στην Τεχνολογία της τάξεως του 76%. Ακόμα αποκαλύφθηκε ανάπτυξη δεξιοτήτων στην Μηχανική και τον Προγραμματισμό και βελτίωση της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων.

Η έρευνα των Nugent et al. (2010) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της γνωστικής και συναισθηματικής επίδρασης της διδακτικής προσέγγισης STEM με την χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Πιο συγκεκριμένα αφορούσε στην διδασκαλία της ρομποτικής και της γεωπληροφορικής. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν μαθητές γυμνασίου των Η.Π.Α.. Η έρευνα αυτή διεξήχθη στα πλαίσια δυο διδακτικών παρεμβάσεων. Η πρώτη διήρκεσε 40 ώρες, έλαβε χώρα σε καλοκαιρινό camp και αφορούσε την διδασκαλία συστημάτων ρομποτικής/GPS (Global Position Systems)/GIS (Geographic Information Systems). Η δεύτερη είχε τρίωρη διάρκεια και στηριζόταν στις εμπειρίες της προηγούμενης διδακτικής παρέμβασης. Η έρευνα χρησιμοποίησε δυο ομάδες, πειραματική αποτελούμενη από 147 άτομα και ελέγχου αποτελούμενη από 141. Οι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας, κατά την διάρκεια της πρώτης διδακτικής παρέμβασης ενεπλάκησαν με δραστηριότητες που περιελάμβαναν την συναρμολόγηση και τον προγραμματισμό ρομπότ LEGO. Τα kit κατασκευών περιείχαν πλακέτες επέκτασης (shields), διάφορους αισθητήρες όπως φωτός, υπερηχητικοί, ήχου, αφής, περιστροφής, καθώς και σερβοκινητήρες. Οι δραστηριότητες

περιλάμβαναν επίσης δραστηριότητες με GPS δέκτες και GIS λογισμικό. Οι συμμετέχοντες εργάστηκαν σε ζεύγη προκειμένου να περατώσουν τις διαδικασίες. Κατά την διάρκεια της δεύτερης διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες και συμμετείχαν σε σταθμούς εργασίας διαδοχικά, κάθε ένας σταθμός εργασίας είχε διάρκεια 20 με 25 λεπτά. Οι συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου συμμετείχαν στην δεύτερη, θεωρητική τρίωρη διδακτική παρέμβαση. Τα εργαλεία συλλογής δεδομένων ήταν pre και posttests. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν γνωστικά οφέλη από την πρώτη μόνο διδακτική παρέμβαση και συναισθηματικά οφέλη και από τις δυο.

Η έρευνα των Koskey et al. (2018) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της γνωστικής και συναισθηματικής επίδρασης της διδακτικής προσέγγισης STEM με την χρήση διαεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Η έρευνα διεξήχθη στα πλαίσια του προγράμματος «Καινοτόμες Τεχνολογικές Εμπειρίες για Φοιτητές και Καθηγητές» (Innovative Technology Experiences for Students and Teachers, ITEST) που στοχεύει στην ένταξη «ενοποιημένης» διδακτικής προσέγγισης STEM στα πλαίσια του αναλυτικού προγράμματος Φ.Ε. του Γυμνασίου. Η διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε γύρω από το πρόγραμμα Soap Box Derby® Mini-Cars<sup>10</sup> που περιλαμβάνει χρήση του λογισμικού σχεδιασμού με υπολογιστή (CAD), δοκιμές εικονικών και φυσικών αεροδυναμικών σηράγγων και 3D εκτύπωση. Οι καθηγητές της δευτέρας Γυμνασίου που συμμετείχαν στο πρόγραμμα επιμορφώθηκαν αρχικά στην σχεδίαση CAD, καθώς επίσης και σε επίπεδο ειδικής διδακτικής με σκοπό την βέλτιστη ενσωμάτωση της Μηχανικής στα γνωστικά πεδία της κίνησης και της δύναμης. Ως εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν pre και posttests τα οποία διερεύνησαν την κατανόηση της μηχανικής σχεδίασης, την κατανόηση των φυσικών εννοιών της κίνησης και της δύναμης, καθώς και το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων για μια καριέρα σε επαγγέλματα STEM. Η έρευνα διήρκησε δύο χρόνια και οι συμμετέχοντες ήταν 1520 μαθητές της δευτέρας Γυμνασίου των Η.Π.Α., 582 συμμετείχαν στην πειραματική ομάδα και 938 στην ομάδα ελέγχου. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας ασχολήθηκαν με τη χρήση του λογισμικού CAD καθώς και με το λογισμικό αεροδυναμικού ελέγχου (εικονικό τούνελ ανέμου) με απώτερο σκοπό να σχεδιάσουν και να δοκιμάσουν ένα πλαίσιο ενός μίνι μοντέλου αυτοκινήτου. Τα αποτελέσματα της έρευνας αποκαλύπτουν ότι με την STEM διδακτική προσέγγιση επιτυγχάνονται γνωστικά οφέλη στην Φυσική και την Μηχανική, ωστόσο παρόλο που

---

<sup>10</sup> Το Soap Box Derby® Mini-Cars, είναι ένα μαθητικό πρόγραμμα εκμάθησης Μηχανικής σχεδίασης, στο οποίο οι μαθητές σχεδιάζουν και κατασκευάζουν μοντέλα αυτοκινήτων (Koskey et al., 2018).



ανιχνεύεται θετική επίδραση στην αυτοπεποίθηση δεν προκύπτουν διαφορές στις στάσεις των μαθητών απέναντι στις Φ.Ε., στην Μηχανική, στα Μαθηματικά και στην Τεχνολογία.

Η οριζόντια εμπειρική έρευνα των Guzey et al. (2017) αποσκοπούσε στην διερεύνηση της γνωστικής και συναισθηματικής επίδρασης της διδακτικής παρέμβασης STEM με την χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού. Η έρευνα είχε συμμετέχοντες 4450 μαθητές των τάξεων Τετάρτης Δημοτικού έως δευτέρας Γυμνασίου των Η.Π.Α. και περιελάμβανε πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν pre και posttests. Οι εκπαιδευτικοί που ανέλαβαν το έργο της διδασκαλίας της πειραματικής ομάδας επιμορφώθηκαν κατά τους καλοκαιρινούς μήνες σε θέματα ειδικής διδακτικής και πιο συγκεκριμένα στο πως να διδάξουν πολυεπιστημονικά δια μέσου της Μηχανικής, τα Μαθηματικά και τις Φ.Ε.. Οι εκπαιδευτικοί που δίδαξαν στην ομάδα ελέγχου, δεν επιμορφώθηκαν και δίδαξαν βάσει του υπάρχοντος Α.Π.. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν την θετική επίδραση της STEM μόνο σε επιμέρους ενότητες των Φ.Ε. και καμία θετική επίδραση στα Μαθηματικά, στις περισσότερες ενότητες Φ.Ε., καθώς και στην Μηχανική. Οι ερευνητές εικάζουν ότι δεν αρκεί από μόνη της η ένταξη της μηχανικής σχεδίασης στην μαθησιακή διαδικασία για να διαπιστωθούν θετικές επιδράσεις.

### **3.5. Συζήτηση – πρωτοτυπία της εργασίας**

Η διερεύνηση της βιβλιογραφίας δείχνει ότι η έρευνα της διδακτικής προσέγγισης STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών βρίσκεται ακόμα σε εμβρυακό επίπεδο. Λόγω της σχετικά πρόσφατης υιοθέτησης των αρχών της διδακτικής προσέγγισης STEM στην μαθησιακή διαδικασία δεν υπάρχουν πολλές έρευνες γύρω από τον χώρο. Από το πλήθος των δημοσιεύσεων, μικρό μέρος αφορούν εμπειρικές έρευνες για μαθησιακά αποτελέσματα. Οι περισσότερες αφορούν προτάσεις τρόπων διδασκαλίας, οργάνωσης αναλυτικών προγραμμάτων, απόψεων εκπαιδευτικών, βιβλιογραφικών ερευνών κ.τ.λ.. (Berlin & Lee, 2003; Berlin & Lee, 2005; Czerniak et al., 1999). Επιπρόσθετα οι περισσότερες έρευνες εκπονούνται στις Η.Π.Α. όπου έχει αναπτυχθεί μεγάλο ενδιαφέρον για την εν λόγω διδακτική προσέγγιση (Baker et al., 2008; Baumgartner & Reiser, 1997; Bozick & Dalton, 2013; Chi et al., 2010; Coyle & Schwartz, 2000; Crismond, 2001; Dave et al., 2010; Fortus et al., 2004; Fortus et al., 2005;

Koskey et al., 2018; Lehrer, Schauble & Lucas, 2008; Martin et al., 2011; Mehalik, Doppelt & Schunn, 2008; Melchoir et al., 2005; NAE & NRC, 2009; Monterastelli, Bayles & Ross 2008; Nugent et al., 2010; Penner, Lehrer & Schauble, 1998; Sadler, Coyle & Schwartz, 2000; Sadler, Kozma, 2003; Sengupta & Wilensky, 2011; Stone et al., 1998; Tran & Nathan, 2010a). Από την προσεκτική εξέταση των παρατιθέμενων ερευνών καθίσταται εμφανές ότι στις περισσότερες δεν υπάρχει επαρκής διερεύνηση όλων των γνωστικών αντικειμένων της STEM και κάποιες φορές η διερευνώμενη διδακτική προσέγγιση εστιάζει, ανάλογα με την κατεύθυνση των σπουδών των εμπλεκόμενων εκπαιδευτικών σε κάποιο/α και όχι σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα της STEM (Barker et al., 2008; Baumgartner & Reiser, 1997; Bayles & Ross, 2008; Bozick & Dalton, 2013; Burghardt et al., 2010; Coyle & Schwartz, 2000; Crismond, 2001; Doppelt & Schunn, 2008; Fortus et al., 2004; Fortus, 2005; Kozma, 2003; Lehrer, Schauble & Lucas, 2008; Martin et al., 2011; Mehalik, Penner et al., 1997; Melchior et al., 2005; Monterastelli, Wilensky, 2003; Sherin, 2001; Sengupta & Wilensky, 2011; Sadler, Stone et al., 2008; Tran & Nathan, 2010a; Tran & Nathan, 2010b). Κατ' αυτόν τον τρόπο, αφήνονται εκτός ερεύνης αρκετές διαστάσεις του μαθησιακού φαινομένου. Οι περισσότερες εμπειρικές έρευνες που έχουν γίνει αφορούν το Γυμνάσιο (13) και το Λύκειο (14) και λίγες αφορούν το Δημοτικό (5) και το Πανεπιστήμιο (2). Τα γνωστικά αντικείμενα δόμησης της STEM συνήθως εξαντλούνται γύρω από την σχεδίαση και την κατασκευή σχετικά απλών αντικειμένων όπως π.χ. ηλεκτρομαγνητών, ρομπότ LEGO, μακετών, εργαλείων χειρός κ.α. (π.χ. Barker et al., 2008; Burghardt et al., 2010; Dave et al., 2010; Fortus et al., 2004; Fortus, 2005; Lehrer, Schauble & Lucas, 2008; Melchior et al., 2005; Monterastelli, Bayles & Ross, 2008; Nugent et al., 2010; Penner et al., 1997; Sadler, Coyle & Schwartz, 2000). Σχεδόν στο σύνολο των ερευνών, ακόμα και σε αυτές που έχουν γίνει σε γνωστικό επίπεδο Λυκείου, εκτός των εξαιρέσεων της κατασκευής συστήματος ασφαλείας και διατάξεων με μικροελεγκτή (Martin et al., 2011; Mehalik, Doppelt & Schunn, 2008), διαπιστώνουμε ότι τα αναπτυσσόμενα αντικείμενα βρίσκονται σε ένα γνωστικά απλοϊκό επίπεδο. Από τα παραπάνω φαίνεται η απουσία σε παγκόσμιο επίπεδο διερεύνησης της διδακτικής προσέγγισης STEM σε σύνθετα γνωστικά αντικείμενα τα οποία να βρίσκονται σε φάση με το γνωστικό επίπεδο ανάπτυξης των μαθητών Λυκείου. Στον Ελλαδικό χώρο δεν υπάρχει καμία ερευνητική εμπειρική εργασία που να αφορά στην πολυεπιστημονική διδακτική προσέγγιση STEM. Ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο είτε ερασιτεχνικά στο διαδίκτυο (π.χ. [www.instructables.com](http://www.instructables.com), [www.randomnerdtutorials.com](http://www.randomnerdtutorials.com)), είτε στα πλαίσια εξειδικευμένων Πανεπιστημιακών προγραμμάτων (για Ηλεκτρολόγους Μηχανικούς, Μηχανολόγους Μηχανικούς, Ηλεκτρονικούς Μηχανικούς) χρησιμοποιούνται μικροελεγκτές για την κατασκευή διατάξεων

παντός είδους ευρύτητα (π.χ. Beetner, Pottinger & Mitchell, 2000; Bolanakis, Glavas, & Evangelakis, 2007; Giurgiuti, et al., 2005; Lee, Lee, & Shin 2009), απουσιάζει η επιστημονική μελέτη των διδακτικών επιδράσεων των εργαλείων αυτών στα πλαίσια της μαθησιακής διαδικασίας. Πολλώ δε μάλλον όταν η εκπαιδευτική διάταξη κινείται σε χώρο τεχνολογίας αιχμής και περιλαμβάνει εποπτικές δυνατότητες εικονικών οργάνων (Visual Instruments) και αλληλεπίδρασης μέσω διαδικτύου (Iot, Internet of Things). Επιπρόσθετα, δεν εντοπίζονται έρευνες διδακτικών παρεμβάσεων STEM οι οποίες να βασίζονται στην διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών των Φ.Ε.».

Ανακεφαλαιώνοντας, από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν συστηματικά τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM.

Αναδύεται λοιπόν η ανάγκη πραγματοποίησης έρευνας που να μελετά την συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον μετεωρολογικό σταθμό με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα μαθητών των τάξεων του Λυκείου. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στο να καλύψει αυτό το ερευνητικό κενό.

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών και τα συγκρίνει με τα αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε μονοεπιστημονικό υλικό και πιο συγκεκριμένα στις γνώσεις προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών, στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων, στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα», στις γνώσεις των μαθητών για τον υπολογισμό πιθανοτήτων και στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε, καθώς επίσης και αν υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα παραπάνω μαθησιακά αποτελέσματα αυτής της διδακτικής παρέμβασης και της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα. Στα στοιχεία της πρωτοτυπίας της συμπεριλαμβάνονται η σχεδίαση και παραγωγή πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM βασισμένου στην διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φ.Ε.», στην γνωστική περιοχή του μετεωρολογικού σταθμού, καθώς επίσης και η για πρώτη φορά χρησιμοποίηση τέτοιας υψηλής τεχνολογίας αιχμής που περιλαμβάνει μικροελεγκτή NodeMCU με αισθητήρες, servers με

δυνατότητα χρήσης εικονικών οργάνων και τηλεματικής IoT, καθώς επίσης και σχεδίαση με την χρησιμοποίηση του λογισμικού 3D σχεδίασης και δημιουργίας αρχείου 3D εκτύπωσης Thinkercad, σε παιδαγωγικού περιεχομένου επιστημονική έρευνα.

### **3.6. Ανακεφαλαίωση**

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν την διερεύνηση της επίδρασης της διδακτικής προσέγγισης Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική, Μαθηματικά (STEM) στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών. Κατεγράφησαν τα γενικά χαρακτηριστικά και τα γενικά ευρήματα των ερευνών αυτών και μέσω της παράθεσης αυτής διαφάνηκε το ερευνητικό κενό που υπάρχει στην εκπόνηση ερευνών όπως η εν λόγω.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

### **4.1. Εισαγωγή**

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία και συνίσταται από πέντε ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται ο σκοπός και τα ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας (βλ. ενότητα 4.2). Στη δεύτερη παρουσιάζεται η ερευνητική διαδικασία (βλ. ενότητα 4.3). Στην τρίτη παρουσιάζεται το δείγμα της έρευνας (βλ. ενότητα 4.4). Στην τέταρτη παρουσιάζεται το πρόγραμμα διδασκαλιών (βλ. ενότητα 4.5). Στην πέμπτη παρουσιάζεται η μέθοδος συλλογής δεδομένων (βλ. ενότητα 4.6).

### **4.2. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τον μετεωρολογικό σταθμό με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα μαθητών των τάξεων του Λυκείου. Επιπλέον, επιδιώκεται η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αυτής της παρέμβασης με τα αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης με χρήση μονοεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM.

Πιο συγκεκριμένα τα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται είναι τα εξής:

Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στην

εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών σε μαθητές του Λυκείου;

Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στην ανάπτυξη πρακτικών στους μαθητές Λυκείου που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων;

Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στις αντιλήψεις των μαθητών του Λυκείου για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα»;

Ερευνητικό ερώτημα 4: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στις γνώσεις των μαθητών του Λυκείου για τον υπολογισμό της πιθανότητας;

Ερευνητικό ερώτημα 5: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στις στάσεις των μαθητών του Λυκείου απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε;

Ερευνητικό ερώτημα 6: Υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της παραπάνω διδακτικής παρέμβασης και της διδακτικής παρέμβασης με χρήση μονοεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM;

### **4.3. Ερευνητική διαδικασία**

Μια από τις πιο διαδεδομένες ερευνητικές μεθόδους είναι η οιοσυνεί πειραματική έρευνα (quasi-experimental design) της μη ισοδύναμης ομάδας ελέγχου (Campbell & Stanley, 1967). Το είδος της έρευνας αυτής περιλαμβάνει δύο ομάδες υποκειμένων, μια πειραματική ομάδα στην οποία εφαρμόζεται η υπό διερεύνηση διαδικασία (στην δική μας περίπτωση η διδακτική προσέγγιση STEM με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού) και μία ομάδα ελέγχου στην οποία δεν εφαρμόζεται η υπό διερεύνηση διαδικασία (στην ομάδα ελέγχου η διδακτική προσέγγιση

STEM με χρήση μονοεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού). Στα μέλη τόσο της πειραματικής ομάδας, όσο και της ομάδας ελέγχου εφαρμόζονται δύο δοκιμασίες, μια πριν την διαδικασία (pretest) και μια μετά την διαδικασία (posttest) (Campbell & Stanley, 1967). Η όλη ερευνητική προσπάθεια αποσκοπεί στην διατήρηση όλων των μεταβλητών σταθερών, τόσο στην πειραματική ομάδα, όσο και στην ομάδα ελέγχου, έτσι ώστε η μετρούμενη διαφορά τους να προκύψει από την έκθεση της πειραματικής ομάδας στην πειραματική μεταβλητή.

Βασικό χαρακτηριστικό της εν λόγω πειραματικής διαδικασίας είναι η φυσική και αυτούσια ύπαρξη τόσο της πειραματικής ομάδας, όσο και της ομάδας ελέγχου. Εν προκειμένω, η σύσταση των ομάδων αποτελείται από αυτούσια τμήματα του Εσπερινού ΕΠΑΛ Ρόδου. Το συγκεκριμένο σχολείο επιλέχθηκε για λόγους ευκολίας της έρευνας, μιας και ο υποφαινόμενος είναι οργανικός καθηγητής του.

Οι συμμετέχοντες μαθητές της παρούσας έρευνας είναι μαθητές του Εσπερινού ΕΠΑΛ Ρόδου των τάξεων Α, Β, Γ, Δ και των τομέων Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού και Πληροφορικής. Υπήρξε η δυνατότητα αποδόμησης του σχολικού προγράμματος και η συγκρότηση των δύο τμημάτων (πειραματικό και ελέγχου) για τον χρόνο εκτέλεσης της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Για τους ανωτέρω λόγους επιλέχθηκε να εφαρμοστεί η οιοδήποτε πειραματική έρευνα με μη ισοδύναμη ομάδα ελέγχου.

Η διεξαγωγή της έρευνας έλαβε χώρα σε δύο φάσεις:

(α) Αρχικά συγκροτήθηκε ερωτηματολόγιο στις Φ.Ε., στην Τεχνολογία, στην Μηχανική και στα Μαθηματικά. Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά στις Φ.Ε. διερευνούσε πρακτικές σχεδίασης έρευνας, όσον αφορά στην Μηχανική διερευνούσε τις δεξιότητες σχεδιασμού συνδεσμολογιών κυκλωμάτων, όσον αφορά στην Τεχνολογία διερευνούσε γνώσεις προγραμματισμού και τέλος αναφορικά με τα Μαθηματικά διερευνούσε γνώσεις πιθανοτήτων. Συγκροτήθηκε πρόγραμμα διδασκαλιών που βασίστηκε σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό για την πειραματική ομάδα. Επίσης, συγκροτήθηκε πρόγραμμα διδασκαλιών που βασίστηκε σε μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό για την ομάδα ελέγχου. Πραγματοποιήθηκε πιλοτική δοκιμή του ερωτηματολογίου σε 4 μαθητές της Β ηλεκτρολόγων/ηλεκτρονικών οι οποίοι αρχικά το συμπλήρωσαν και κατόπιν ακολούθησε συζήτηση με στόχο την καταγραφή των σχολίων τους για ανατροφοδότηση του σχεδιασμού του. Επιπροσθέτως, για να επιτευχθεί ο δυνατότερος βαθμός εγκυρότητας το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε τέσσερις συναδέλφους, έναν καθηγητή

Φυσικής, μια καθηγήτρια Πληροφορικής, έναν καθηγητή Ηλεκτρολογίας-Ηλεκτρονικής και έναν καθηγητή Μαθηματικών καθώς και έναν ερευνητή της διδακτικής των Φ.Ε. για την διόρθωση τυχών ασαφειών και ελλείψεων. Η παραπάνω διαδικασία συνετέλεσε στην δημιουργία του ερωτηματολογίου έτσι ώστε αυτό να ανταποκρίνεται στους ερευνητικούς στόχους και να είναι απολύτως κατανοητό και σαφές από τους μαθητές. Το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε εφαρμόστηκε πιλοτικά σε μαθητές της Δ Ηλεκτρολόγων για 2 διδακτικές ώρες.

(β) Η δεύτερη φάση αφορούσε την κύρια έρευνα. Οι μαθητές συμπλήρωσαν το pretest και ακολούθως εφαρμόστηκε το πρόγραμμα διδασκαλιών για τις δυο ομάδες μαθητών. Η εκπαιδευτική παρέμβαση στην πειραματική ομάδα είχε διάρκεια συνολικά δέκα διδακτικές ώρες και διεξήχθη δύο συνεχόμενες μέρες (5+5 ώρες). Ομοίως, η εκπαιδευτική παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου είχε συνολική διάρκεια δέκα διδακτικές ώρες και διεξήχθη και αυτή δύο συνεχόμενες μέρες (5+5 ώρες). Αυτή η ομοιότητα κρίθηκε επιβεβλημένη για να διασφαλιστεί η ταύτιση της μεταβλητής του χρόνου διδασκαλίας και στις δύο ομάδες, έτσι ώστε τυχόν γνωστικά ή συναισθηματικά οφέλη σε κάποια εκ των δύο ομάδων να μην οφείλονται σε χρονική διαφορά της έκθεσης στην διδασκαλία, αλλά να είναι αποτέλεσμα έκθεσης (ή μη) στην πειραματική μεταβλητή (εκπαιδευτικό υλικό).

Το Εσπερινό ΕΠΑΛ είναι ένα σχολείο στο οποίο υπάρχει πληθώρα ηλικιών που εκτείνεται σε φάσμα από 16 χρονών μέχρι θεωρητικά και το γήρας. Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή σε αυτή την μεταβλητή που ενδεχομένως επηρεάζει την ερευνητική διαδικασία. Αυτό σημαίνει ότι ενδέχεται οι νεότεροι μαθητές που πλειοψηφούν στην μία ομάδα έναντι της άλλης να έχουν αναπτύξει περισσότερες δεξιότητες αναφορικά με την χρήση της Τεχνολογίας, λόγω της δυνητικά αυξημένης αλληλεπίδρασης τους με το σύγχρονο τεχνολογικό περιβάλλον (μη στοχευμένη διαδικασία μάθησης). Αυτή η παράμετρος λήφθηκε υπόψιν κατά την διαδικασία συγκρότησης των δυο ομάδων από τμήματα του ΕΠΑΛ. Τέλος, οι ομάδες σταθμίστηκαν όσον αφορά στην σύνθεση τους από μαθητές διαφορετικού τομέα. Οι μαθητές του τομέα Πληροφορικής διδάσκονται προγραμματισμό (Υ.Α. Φ2/141426/Δ4, Φ.Ε.Κ. Αρ. Φύλλου 2010, 16-09-2015), επομένως θεωρούνται περισσότερο εξοικειωμένοι με το μέρος της διδασκαλίας που αφορά τον προγραμματισμό μικροελεγκτών. Οι μαθητές του τομέα Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού διδάσκονται συνδεσμολογίες (Υ.Α. Φ2/137227/Δ4, Φ.Ε.Κ. Αρ. Φύλλου 286, 12-02-2016), επομένως θεωρούνται περισσότερο εξοικειωμένοι με το μέρος



της διδασκαλίας που αφορά συνδέσεις και βασικά ηλεκτρικά μεγέθη. Μετά το πέρας κάθε διδακτικής παρέμβασης συμπληρώθηκαν τα posttests.

#### **4.4. Δείγμα**

Οι συμμετέχοντες της έρευνας είναι 82 μαθητές που φοιτούν όλοι στο Εσπερινό ΕΠΑΛ Ρόδου. Επιλέχθηκε το σύνολο των ενεργών μαθητών όλων των τάξεων του τομέα Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού τόσο της ειδικότητας Τεχνικός Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Εγκαταστάσεων και Δικτύων, όσο και της ειδικότητας Τεχνικός Ηλεκτρονικών & Υπολογιστικών Συστημάτων, Εγκαταστάσεων, Δικτύων & Τηλεπικοινωνιών λόγω της διδασκαλίας του υποφαινόμενου στα τμήματα αυτά και επίσης λόγω της συνάφειας τους με το διδακτικό αντικείμενο. Επιπρόσθετα επιλέχθηκε το σύνολο των ενεργών μαθητών του τομέα Πληροφορικής και του τμήματος της Α Λυκείου, του μαθήματος επιλογής «Πληροφορική», λόγω της συνάφειας τους με το διδακτικό αντικείμενο. Τα τμήματα αυτά δημιουργήθηκαν το σχολικό έτος 2018-2019, έτος κατά το οποίο διεξήχθη η έρευνα.

Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει την κατανομή των μαθητών στα τμήματα της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου.

Πίνακας 4.1: Κατανομή των μαθητών στα τμήματα της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου

| Ομάδα             | Τμήμα                                 | Αριθμός μαθητών |
|-------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Πειραματική ομάδα | B<br>Ηλεκτρολόγων/Ηλεκτρονικών        | 14              |
|                   | Γ Ηλεκτρολόγων                        | 10              |
|                   | Γ Ηλεκτρονικών                        | 10              |
|                   | Δ Ηλεκτρολόγων                        | 2               |
|                   | Δ Ηλεκτρονικών                        | 2               |
|                   | Σύνολο μαθητών<br>πειραματικής ομάδας | 38              |
| Ομάδα ελέγχου     | A Λυκείου                             | 26              |
|                   | B Πληροφορικής                        | 10              |
|                   | Γ Πληροφορικής                        | 4               |
|                   | Δ Πληροφορικής                        | 4               |
|                   | Σύνολο μαθητών ομάδας<br>ελέγχου      | 44              |

#### 4.5. Το πρόγραμμα διδασκαλιών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το πρόγραμμα διδασκαλιών που συγκροτήθηκε και εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα (βλ. υποενότητα 4.5.1.) και το πρόγραμμα διδασκαλιών που συγκροτήθηκε και εφαρμόστηκε στην ομάδα ελέγχου (βλ. υποενότητα 4.5.2.).

#### **4.5.1. Το πρόγραμμα διδασκαλιών που συγκροτήθηκε και εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα**

Το πρόγραμμα διδασκαλιών που συγκροτήθηκε και εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα περιλαμβάνει την κατασκευή του μετεωρολογικού σταθμού ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί για την εμπλοκή των μαθητών σε ποικίλες δραστηριότητες, καθώς και των σχεδίων των διδακτικών σεναρίων. Ο μετεωρολογικός σταθμός βασίστηκε (κάνοντας τις απαραίτητες τροποποιήσεις) σε μετεωρολογικό σταθμό με μικροελεγκτή NodeMCU του διαδικτύου, ο οποίος έχει βραβευτεί με το πρώτο βραβείο στον διαδικτυακό διαγωνισμό κατασκευών «Sensors Contest 2016» και με το τρίτο βραβείο στον διαδικτυακό διαγωνισμό κατασκευών «Internet of Things Contest 2016» (Ingenerare, 2016).

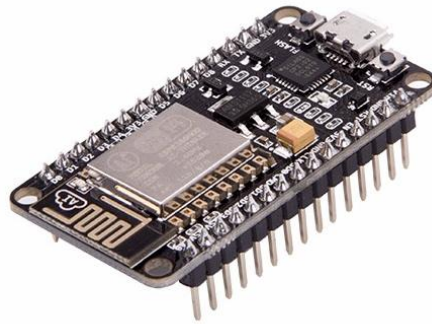
Ακολουθεί σύνδεσμος σε βίντεο-παρουσίαση του μετεωρολογικού σταθμού και των δυνατοτήτων του:

<https://www.youtube.com/watch?v=yjX5Y7OSeyE&t=341s>

Ο μετεωρολογικός σταθμός αποτελείται από υλικό (hardware) και λογισμικό (software). Το υλικό του αποτελείται από τον μικροελεγκτή NodeMCU (NodeMCU micro controller unit), τον αισθητήρα υγρασίας- θερμοκρασίας (humidity – temperature sensor), τον αισθητήρα φωτεινότητας (lightning sensor), τον αισθητήρα ατμοσφαιρικής πίεσης (barometric sensor) και τον αισθητήρα βροχόπτωσης (raindrop sensor). Επιπρόσθετα, στο υλικό συμπεριλαμβάνονται οι αγωγοί σύνδεσης, το καλώδιο επικοινωνίας (USB→mikroUSB) του μικροελεγκτή με τον υπολογιστή, το breadboard, ηλεκτρονικές αντιστάσεις, ηλεκτρονικές δίοδοι και ο υπολογιστής. Το λογισμικό του μετεωρολογικού σταθμού περιλαμβάνει το περιβάλλον προγραμματισμού του μικροελεγκτή το οποίο είναι το ARDUINO IDE, το (IoT) περιβάλλον του σέρβερ ThingSpeak που θα καταχωρούνται τα δεδομένα και επιπλέον θα μας παρέχει γραφικές παραστάσεις, οπτικοποίηση μέσω εικονικών οργάνων καθώς και πολλές δυνατότητες στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων. Τέλος, περιλαμβάνει την διαδικτυακή πλατφόρμα αυτοματισμών και τηλεματικής (IoT) Cayenne, στην οποία έχουμε πρόσβαση μέσω διαδικτύου (cloud) από υπολογιστή και μέσω εφαρμογής για smartphone από το Google Play.

Επιπροσθέτως, για την δημιουργία του σταθμού χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό σχεδίασης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων Fritzing και για τον σχεδιασμό του εξωτερικού πλαισίου προστασίας του σταθμού χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό 3D σχεδίασης και δημιουργίας αρχείων 3D εκτύπωσης Thinkercad.

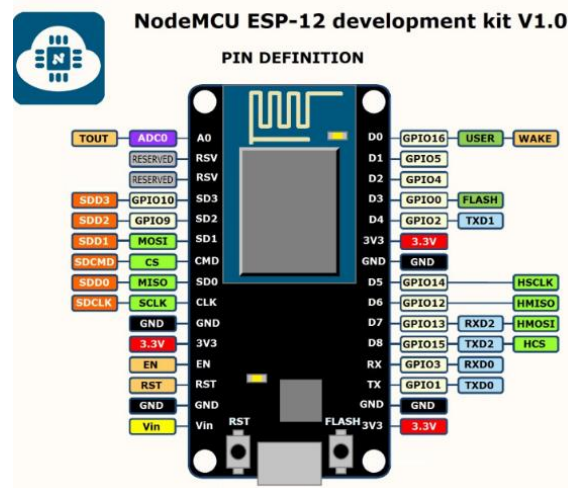
Εικόνα 4.1: Ο μικροελεγκτής NodeMCU ESP8266 v.1



Ο μικροελεγκτής που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο NodeMCU ESP8266 v1. Ο εν λόγω μικροελεγκτής προτιμήθηκε λόγω του χαμηλού κόστους του (της τάξεως των 3 ευρώ) και των πολλών δυνατοτήτων που προσφέρει έναντι του ανταγωνισμού του. Το συνολικό κόστος κατασκευής του μετεωρολογικού σταθμού δεν ξεπερνά τα 20 ευρώ. Το NodeMCU το οποίο αποτελεί και τον ηλεκτρονικό «εγκέφαλο» της κατασκευής, είναι ένα τεχνολογικό επίτευγμα το οποίο προσφέρει με ιδιαίτερα χαμηλό κόστος, απεριόριστες δυνατότητες αυτοματισμού και τηλεματικής. Με έναν τέτοιο μικροελεγκτή μπορεί να πραγματοποιηθεί ή να προσομοιωθεί οποιοδήποτε σύστημα αυτοματισμού ή σύστημα αυτομάτου ελέγχου (Σ.Α.Ε.) στον κόσμο γραμμικό ή μη γραμμικό, από απλές εφαρμογές αυτοματισμού όπως ο έλεγχος ηλεκτρικών μηχανών, μέχρι τηλεματική μέσω διαδικτύου και Bluetooth, καθώς και εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης. Μπορούμε για παράδειγμα να κατασκευάσουμε : Σύστημα ανελκυστήρα, σύστημα ελέγχου πρόσβασης, σύστημα συναγερμού, σύστημα πυρανίχνευσης – αυτόματης κατάσβεσης, σύστημα ανίχνευσης εκρηκτικών αερίων, σύστημα ελέγχου γκαράζ, έξυπνο σπίτι, έλεγχο στάθμης δεξαμενής, ρομπότ κάθε είδους, μηχανικούς βραχίονες, σύστημα περιστροφής φωτοβολταϊκών πάνελ κ.α.. Το NodeMCU χρησιμοποιεί chip της οικογενείας ESP, το ESP8266 12E το οποίο προδίδει εκτός από δυνατότητες αυτοματισμού, διασύνδεση με ασύρματο δίκτυο Wifi. Για να συνδεθούν οι υπόλοιποι μικροελεγκτές (όπως π.χ. ο γνωστός μικροελεγκτής Arduino UNO) στο διαδίκτυο θα πρέπει να αγοραστεί ειδική πλακέτα επέκτασης (shield) ethernet ή Wifi η οποία κοστίζει γύρω στα 80 ευρώ. Ακόμη, η χρήση

κάποιου μικροϋπολογιστή όπως π.χ. το Raspberry Pi δεν αποτελεί την βέλτιστη λύση, διότι ως μικροϋπολογιστής αναπόφευκτα χρησιμοποιεί για να λειτουργήσει λειτουργικό σύστημα (operating system, OS), επομένως καθίσταται ασταθής εν συγκρίσει με οποιονδήποτε μικροελεγκτή, ακόμα και αν το OS που χρησιμοποιείται είναι κάποια διανομή Linux (π.χ. η πολύ σταθερή διανομή Raspbian Linux).

Εικόνα 4.2: Pinout του μικροελεγκτή NodeMCU ESP8266 v.1

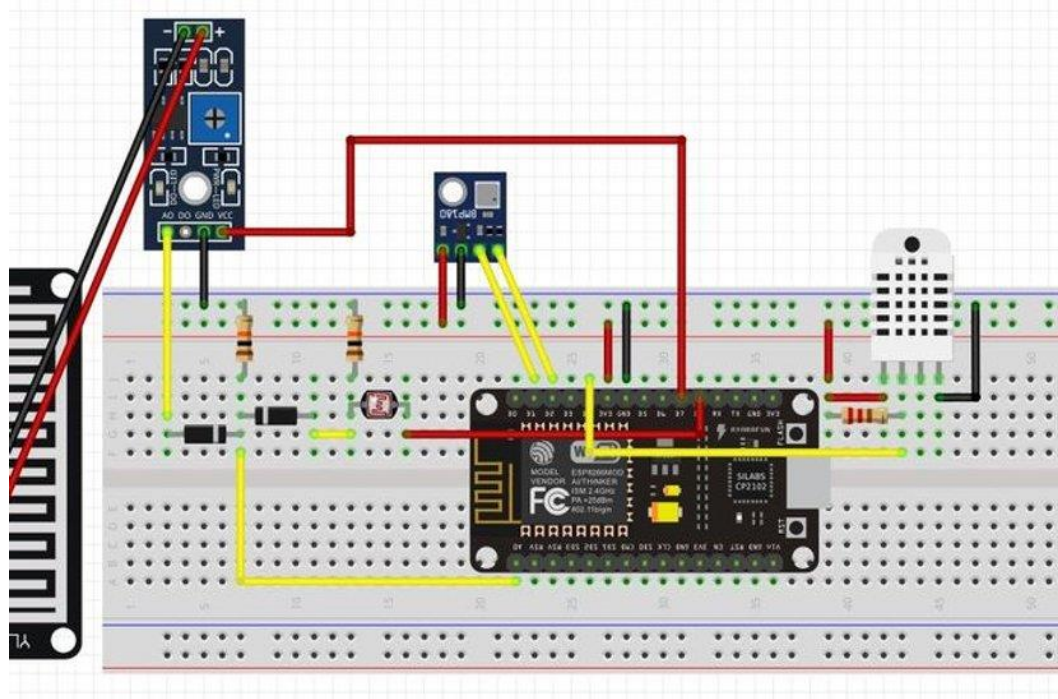


Το NodeMCU ως μικροελεγκτής εκτελεί συνεχώς μια ρουτίνα προγράμματος σε κύκλους. Ένας κύκλος λειτουργίας περιλαμβάνει τον έλεγχο της κατάστασης των εισόδων (input pins) του συστήματος (π.χ. είσοδο αποτελεί το ραντάρ [αισθητήρας κίνησης] του συναγερμού). Γίνεται έλεγχος εάν οι εισοδοί είναι ενεργοποιημένες (trigger) ή όχι και ακολουθεί η εκτέλεση του προγράμματος (π.χ. εάν το ραντάρ είναι ενεργοποιημένο, ο μικροελεγκτής έχει προγραμματιστεί να ενεργοποιήσει τις εξόδους του [output pins] που έχουμε συνδέσει την σειρά καθώς και την συσκευή κλήσης του κέντρου ελέγχου σημάτων). Το NodeMCU διαθέτει 9 ψηφιακά GPIO pins (GPIO pins , General Purpose Input Output) και 1 αναλογικό. Επίσης διαθέτει τροφοδοτικό 3,3V (βλ. εικόνα 4.2).

Στον μετεωρολογικό σταθμό χρησιμοποιούνται τα ψηφιακά GPIO pins D1, D2, όπου συνδέεται ως είσοδος ο βαρομετρικός αισθητήρας. Στο D4 συνδέεται ο αισθητήρας υγρασίας-θερμοκρασίας. Οι υπόλοιποι δύο αισθητήρες, ο αισθητήρας φωτός και ο αισθητήρας βροχόπτωσης, συνδέονται αντίστοιχα στα D8 και D7. Από την παρακάτω εικόνα που απεικονίζει τις συνδεσμολογίες του σταθμού, φαίνεται ότι οι δύο αισθητήρες φωτός και βροχόπτωσης συνδέονται με το ίδιο (και μοναδικό για τον μικροελεγκτή) αναλογικό GPIO A0

(βλ. εικόνα 4.3). Αυτό συμβαίνει διότι για να επιτευχθεί η συνδεσμολογία δύο (ή και περισσότερων) αναλογικών αισθητήρων σε ένα αναλογικό pin χρησιμοποιείται η τεχνική analog multiplexing. Τέλος, με κόκκινο και μαύρο αγωγό αντίστοιχα πραγματοποιείται η σύνδεση της πλακέτας (3,3V και GND) με τους παράλληλους αγωγούς τροφοδοσίας του breadboard.

Εικόνα 4.3: Συνδεσμολογία NodeMCU με τους αισθητήρες



Σε αρκετά γενικό επίπεδο, η λειτουργία της διάταξης είναι η εξής: Οι αισθητήρες οι οποίοι αποτελούν τις εισόδους (inputs) του συστήματος, διαβιβάζουν τις κάθε φορά μετρούμενες τιμές των φυσικών μεγεθών που επιτηρούν στο NodeMCU. Το NodeMCU είναι προγραμματισμένο κατάλληλα ώστε να είναι σε θέση να επικοινωνήσει με τους αισθητήρες και κατόπιν προβάλλει τις τιμές τους μέσω της σειριακής θύρας καθώς επίσης και να συνδεθεί με το τοπικό δίκτυο Wi-Fi αποστέλλοντας τες για καταχώρηση στον ThingSpeak server και στο Cayenne. Στην εν λόγω διάταξη έχουμε κυκλωματικές εισόδους (inputs) (τους αισθητήρες), όμως δεν υπάρχει κυκλωματική έξοδος (output) όπως π.χ. κάποια συσκευή ενεργοποίησης (σειρήνα, ρελέ, μοτέρ κ.α.). Εξόδους του συστήματος μας αποτελούν οι εκτυπώσεις των τιμών των αισθητήρων δια μέσου της σειριακής θύρας και η καταχώρηση τους στον ThingSpeak server. Πραγματοποιήθηκε δηλαδή η λειτουργία που στην γλώσσα των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών αντιστοιχεί στον όρο «Sensing». Επιπρόσθετα, παρόλο που όπως αναφέρθηκε δεν

χρησιμοποιείται κάποια συσκευή εξόδου, εκτός από Sensing ο μετεωρολογικός σταθμός επιτελεί και αυτοματισμό. Ο προγραμματισμός του αυτοματισμού όμως δεν γίνεται μέσω του NodeMCU, αλλά μέσω της πλατφόρμας τηλεματικής (IoT) Cayenne. Το NodeMCU τροφοδοτείται μέσω mikroUSB, είτε από υπολογιστή (μέσω καλωδίου mikroUSB→USB) (5Volt) είτε από ηλεκτρική πρίζα (μέσω φορτιστή για smart phone). Η αντίσταση που συνδεσμοποιείται στο pin μεταφοράς δεδομένων έχει ρυθμιστικό χαρακτήρα.

Εικόνα 4.4: Ο αισθητήρας dht-11



Ο αισθητήρας υγρασίας που χρησιμοποιήθηκε είναι ο dht-11 humidity & temperature sensor. Ο ψηφιακός αυτός αισθητήρας έχει τέσσερα pins εκ των οποίων τα τρία χρησιμοποιούνται στην συνδεσμολογία μας. Από τα τρία pins τα δύο χρησιμοποιούνται ως τροφοδοσία 3,3 V από τον αισθητήρα (κόκκινος και μαύρος αγωγός στην εικόνα) και το τρίτο (κίτρινο καλώδιο) μεταφέρει σειριακά – ακολουθιακά τα δεδομένα μέτρησης στο NodeMCU. Ο αισθητήρας αυτός έχει την δυνατότητα σε κάθε κύκλο λειτουργίας να μετράει ανεξάρτητα την υγρασία της ατμόσφαιρας σε συγκέντρωση επί τοις εκατό (%), καθώς και την θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου (C°). Η τιμή του κυμαίνεται γύρω στο ένα ευρώ.

Εικόνα 4.5: Ο αισθητήρας bmp-180





Ο αισθητήρας βαρομετρικής πίεσης που χρησιμοποιήθηκε είναι ο bmp-180 barometric pressure & temperature sensor. Ο ψηφιακός αυτός αισθητήρας έχει τέσσερα pins, δύο εκ των οποίων χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία του με 3,3V και δύο για την αποστολή των τιμών (data) της θερμοκρασίας σε C° και της βαρομετρικής πίεσης σε hpa.

Εικόνα 4.6: Ο αισθητήρας LDR



Ο αισθητήρας φωτεινότητας αποτελείται LDR είναι μία φωτοαντίσταση, δηλαδή μια αντίσταση που μεταβάλλει την τιμή της (Ohm) αναλόγως του φωτός που προσπίπτει επάνω της. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 8, το LDR δεν τροφοδοτείται από κάποιον ακροδέκτη 3,3V, αλλά από την ψηφιακή έξοδο D8 του NodeMCU (κόκκινος αγωγός). Το έτερο άκρο του συνδέεται αφ' ενός με μία αντίσταση (η οποία λειτουργεί ως διαιρέτης τάσης και συνδέεται με το GND [0V]), και αφ' εταίρου με την αναλογική είσοδο A0 (μέσω μιας διόδου). Η ασυνήθιστη αυτή σύνδεση του LDR από ψηφιακό σε αναλογικό GPIO μέσω διόδου, γίνεται λόγω της τεχνικής analog multiplexing που πραγματοποιείται για να επιτευχθεί η σύνδεση δύο αναλογικών αισθητήρων σε ένα αναλογικό GPIO. Η τιμή του κυμαίνεται κάτω του ενός ευρώ για 20 κομμάτια.

Εικόνα 4.7: Ο αισθητήρας raindrop





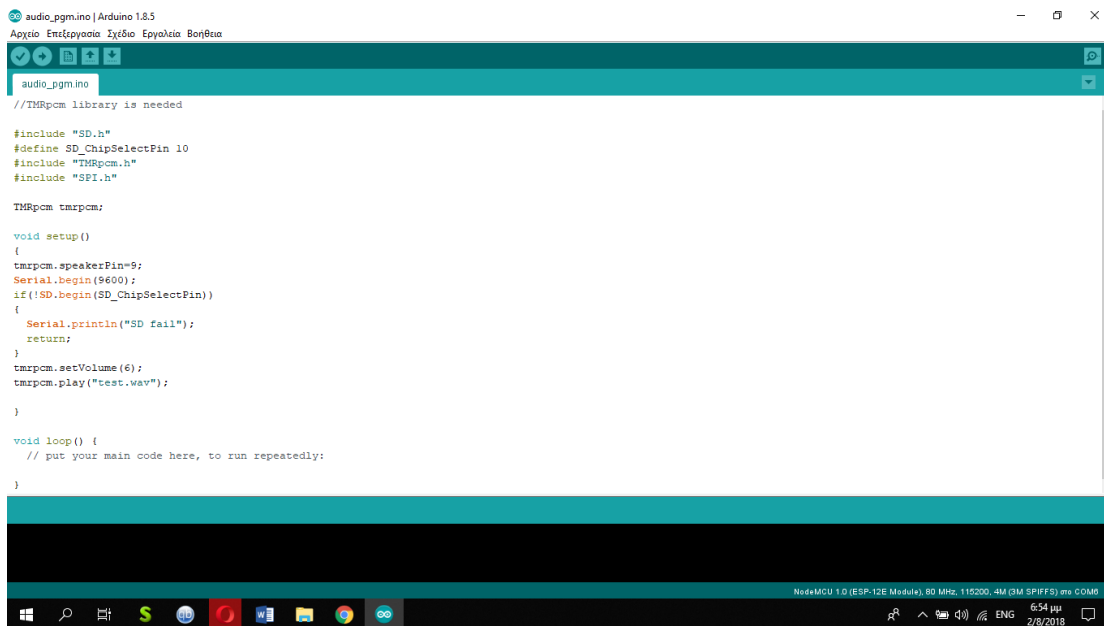
Ο αισθητήρας βροχόπτωσης που χρησιμοποιήθηκε είναι ο generic raindrop sensor. Ο αισθητήρας αυτός αποτελείται από τρία μέρη: Το πάνελ το οποίο παραμένει σε εξωτερικό χώρο και σε αυτό προσπίπτουν οι σταγόνες της βροχής, τους αγωγούς σύνδεσης του πάνελ με το module και το module το οποίο περιλαμβάνει τέσσερα pins, led λειτουργίας καθώς και εσωτερική μεταβλητή αντίσταση με επιλογή. Από τα τέσσερα pins, χρησιμοποιούνται τα τρία. Δύο pins χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία του αισθητήρα με 3,3V (GND και 3,3V, μαύρος και κόκκινος αγωγός αντίστοιχα) και ένα pin το οποία χρησιμοποιείται για την μεταφορά των δεδομένων από τον αισθητήρα στο NodeMCU (κίτρινος αγωγός). Ομοίως όπως και ο LDR, ο raindrop χρησιμοποιείται εντός των πλαισίων της τεχνικής (analog multiplexing) που χρησιμοποιούμε έτσι ώστε να συνδέσουμε δύο αισθητήρες σε ένα GPIO (A0). Ο αισθητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ψηφιακός, γι' αυτόν τον λόγο υπάρχει το τέταρτο, αχρησιμοποίητο από εμάς pin.

Σε αρκετά γενικό επίπεδο, η λειτουργία του analog multiplexing είναι η εξής: Οι δύο (ή και περισσότεροι) αισθητήρες που θέλουμε να αποστείλουν δεδομένα σε ένα GPIO δεν λειτουργούν ταυτόχρονα, αλλά διαδοχικά. Ακριβώς γι' αυτόν τον λόγο οι αισθητήρες μας είναι συνδεδεμένοι με τα GPIO D7 και D8. Το NodeMCU είναι προγραμματισμένο έτσι ώστε να ενεργοποιεί πρώτα το ένα, το οποίο τροφοδοτεί τον ένα αισθητήρα ο οποίος λειτουργεί και διαβιβάζει την μετρούμενη τιμή στο NodeMCU (μέσω του A0) και κατόπιν διακόπτεται η λειτουργία του και πυροδοτείται το έτερο, ενεργοποιείται ο έτερος αισθητήρας και διαβιβάζεται η τιμή και πάλι στο A0. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται σε κάθε κύκλο λειτουργίας.

Όσον αφορά στο software η επιλογή προγραμματισμού του NodeMCU είναι το περιβάλλον προγραμματισμού ARDUINO IDE. Το NodeMCU μπορεί να προγραμματιστεί σε πληθώρα περιβαλλόντων. Το απλούστερο περιβάλλον είναι η γραφική – παιχνιδής γλώσσα προγραμματισμού του MIT Scratch ή η παραλλαγή της EasyCode οι οποίες είναι περισσότερο συμβατές με υποκείμενα Δημοτικού - Γυμνασίου. Υπάρχει η δυνατότητα προγραμματισμού σε γλώσσα LUA η οποία είναι παρόμοια με την γνωστή γλώσσα προγραμματισμού Python, όμως σε αυτήν την περίπτωση δεν υπάρχει η δυνατότητα διασύνδεσης με τις πλατφόρμες IoT Cayenne και ThingSpeak. Ο προγραμματισμός σε LUA θα βοηθούσε ιδιαίτερα τους μαθητές από τα τμήματα πληροφορικής διότι η γλώσσα Python διδάσκεται εντός των πλαισίων του Α.Π. του τομέα Πληροφορικής των ΕΠΑΛ (Υ.Α. Φ2/141426/Δ4, Φ.Ε.Κ. Αρ. Φύλλου 2010, 16-09-2015). Επιπρόσθετα, υπάρχει η δυνατότητα προγραμματισμού της διάταξης με το OpenPLC

περιβάλλον προγραμματισμού το οποίο χρησιμοποιεί την γλώσσα ειδικού σκοπού προγραμματισμού PLC<sup>11</sup> Ladder. Ομοίως οι πλατφόρμες IoT που χρησιμοποιούμε δεν επικοινωνούν με την γλώσσα Ladder. Ο προγραμματισμός σε γλώσσα Ladder θα διευκόλυνε αρκετά τους μαθητές της ειδικότητας Ηλεκτρολογικών Συστημάτων, Εγκαταστάσεων και Δικτύων διότι το Α.Π. της ειδικότητας αυτής του ΕΠΑΛ εμπεριέχει προγραμματισμό σε γλώσσα Ladder (Υ.Α. Φ2/137227/Δ4, Φ.Ε.Κ. Αρ. Φύλλου 286, 12-02-2016). Το περιβάλλον ARDUINO IDE επιλέχθηκε διότι θεωρούμε ότι καθίσταται συμβατό με το γνωστικό επίπεδο των μαθητών Λυκείου και διότι είναι πλήρως συμβατό με το σύνολο του hardware και με τις διαδικτυακές πλατφόρμες. Ακόμη, επειδή το ARDUINO IDE προγραμματίζεται σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring, η οποία είναι όμοια σε μεγάλο βαθμό με την C/C++, επιτυγχάνεται μεγάλο γνωστικό όφελος στον τομέα της Πληροφορικής διότι εκτός της εφαρμογής της σε μικροελεγκτές, η γλώσσα C είναι ίσως η πιο διαδεδομένη γλώσσα προγραμματισμού στον κόσμο. Το περιβάλλον Arduino IDE προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως παρακολούθηση της σειριακής θύρας, αναγγελία σφαλμάτων και είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα.

Εικόνα 4.8: Το περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE



```
audio_pgm.ino | Arduino 1.8.5
Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια

audio_pgm.ino
//TMRPcm library is needed

#include "SD.h"
#define SD_ChipSelectPin 10
#include "TMRPcm.h"
#include "SPI.h"

TMRPcm tmprcm;

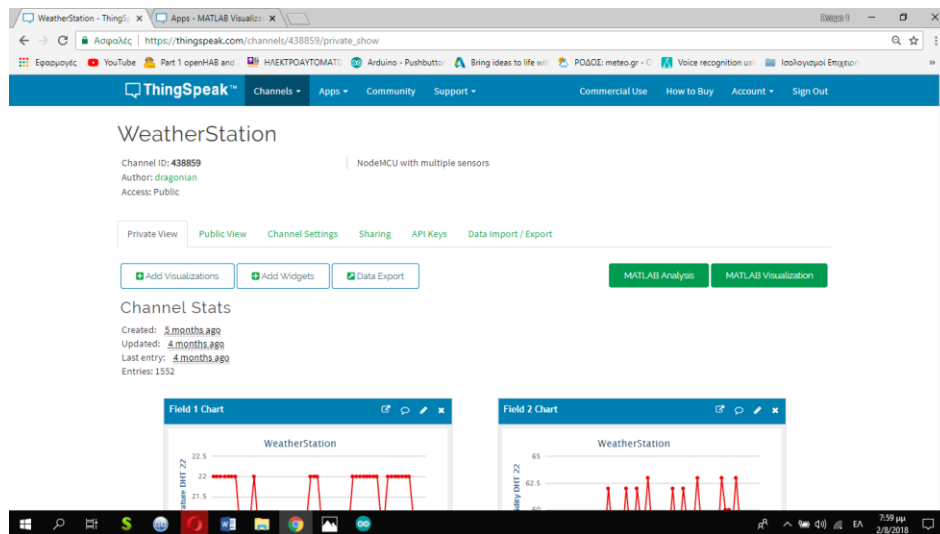
void setup()
{
  tmprcm.speakerPin=9;
  Serial.begin(9600);
  if (!SD.begin(SD_ChipSelectPin))
  {
    Serial.println("SD fail!");
    return;
  }
  tmprcm.setVolume(6);
  tmprcm.play("test.wav");
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module), 80 MHz, 115200, 4M (3M SPIFFS) via COM5
6:54 μμ
2/8/2018
```

<sup>11</sup> Τα PLC είναι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανικές εφαρμογές αυτοματισμού και ρομποτικής (Estévez, Marcos, & Orive, 2007).

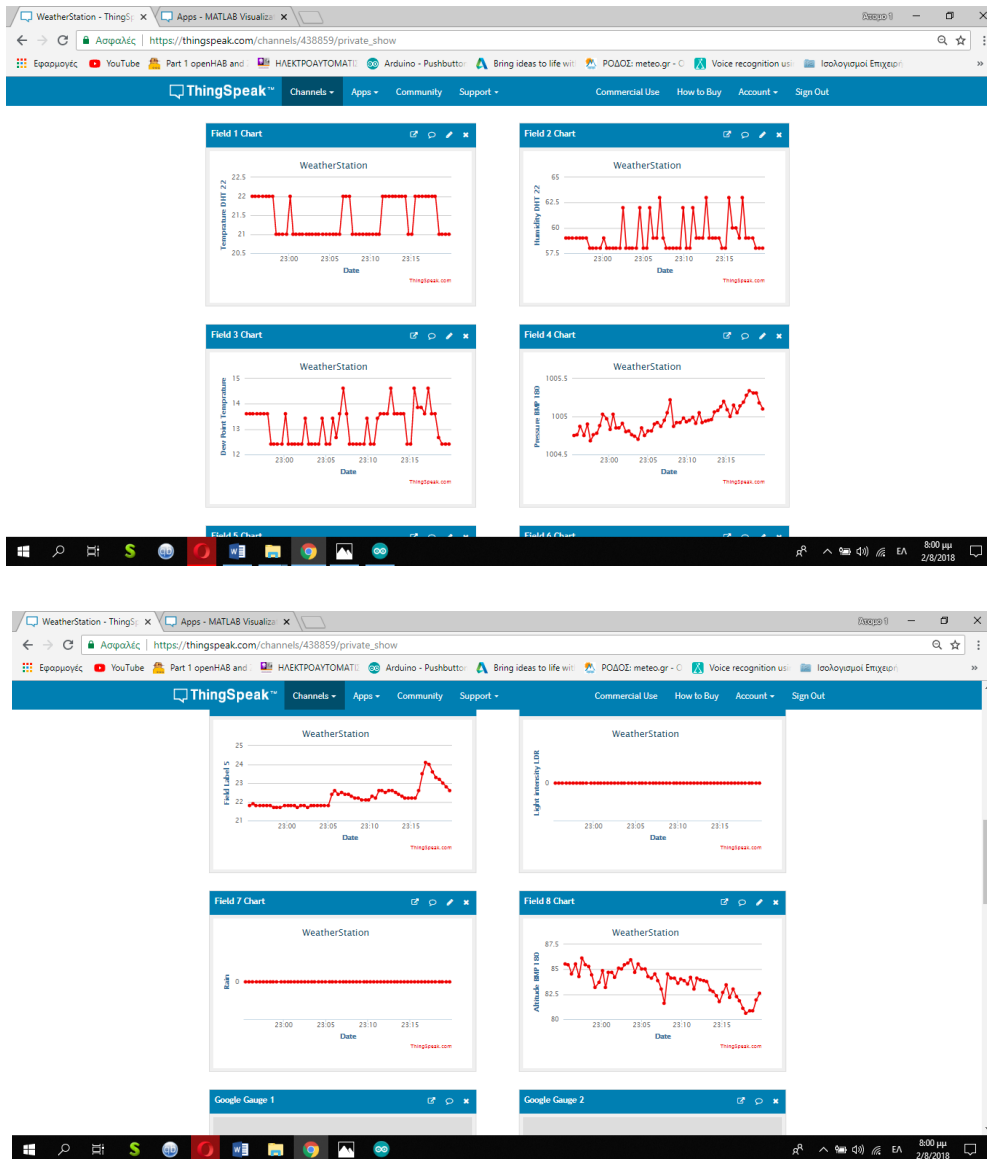
Εικόνα 4.9: Ο μετεωρολογικός σταθμός στον ThingSpeak server



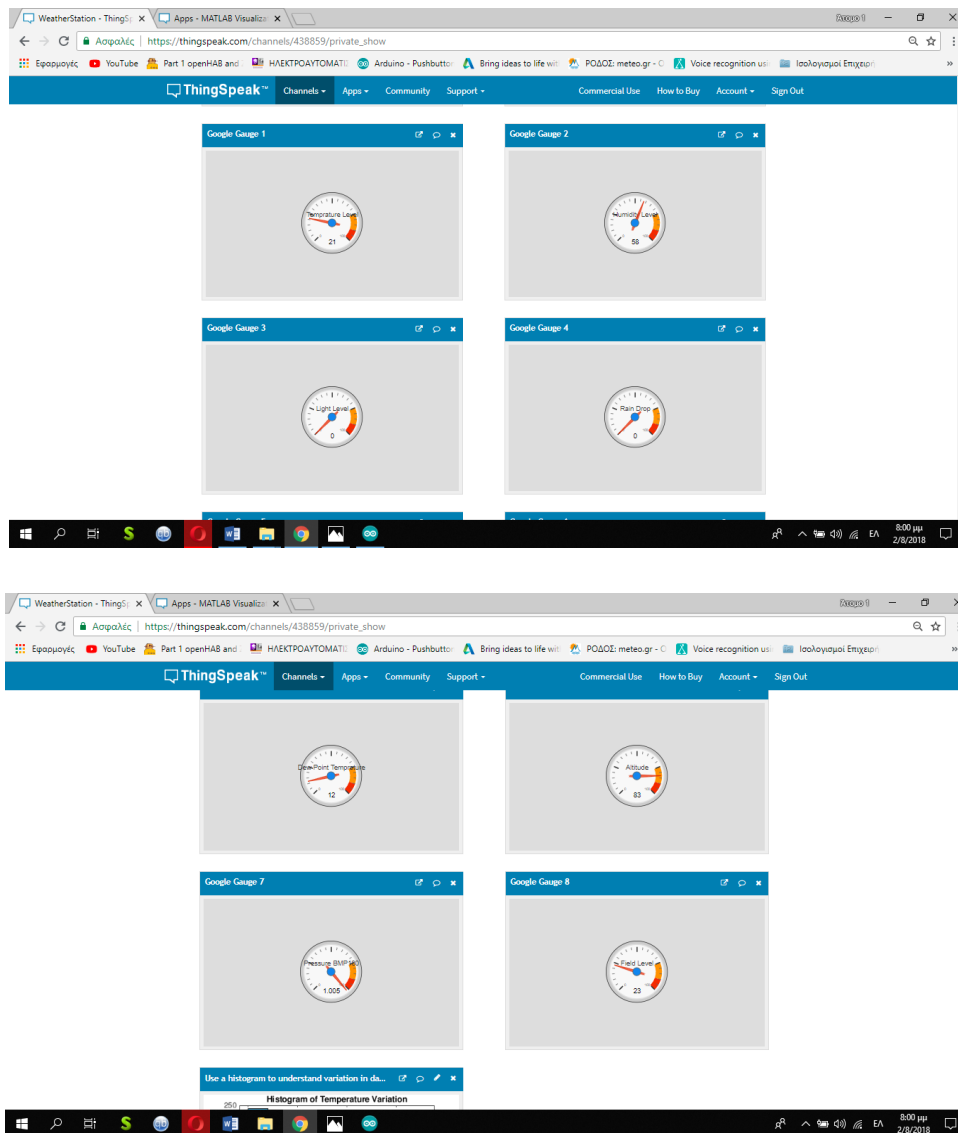
Ο ThingSpeak Server είναι μία διαδικτυακή πλατφόρμα στην οποία στέλνουμε δεδομένα τα οποία καταχωρούνται και απεικονίζονται μέσω γραφικών παραστάσεων. Επιπρόσθετα, υπάρχει και δυνατότητα δημιουργίας εικονικών οργάνων για την παρακολούθηση των στιγμιαίων τιμών των μεταβλητών. Ακόμη, προσφέρεται η δυνατότητα καταχώρησης του συνόλου των καταχωρημένων τιμών σε φύλλο Excel με το πάτημα ενός πλήκτρου. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα ποικίλων στατιστικών αναλύσεων των δεδομένων που καταχωρούνται στον ThingSpeak server όπως π.χ. η εύρεση του Μ.Ο., της επικρατούσας τιμής, τυπικής απόκλισης, σχεδιασμός διαγραμμάτων. Η εν λόγω πλατφόρμα ανήκει στην εταιρία λογισμικού MathWorks, την εταιρία που δημιούργησε το λογισμικό MATLAB. Η απλή χρήση της πλατφόρμας είναι δωρεάν και μπορεί να υποστηριχθεί πληθώρα καναλιών ώστε να παρακολουθούνται οι τιμές των αισθητήρων. Με τον τρόπο αυτό, με μηδενικό κόστος μπορεί το εκπαιδευτικό μας υλικό να καταστεί πολύ εποπτικό και να ενισχυθούν οι στάσεις των μαθητών απέναντι στα Μαθηματικά, λόγω χρησιμοποίησής τους στον πραγματικό κόσμο, σε τεχνολογίες αιχμής, για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων, δια μέσου της γραφικής απεικόνισης και της στατιστικής επεξεργασίας. Όλες οι δυνατότητες των συστημάτων SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), είναι πλέον προσβάσιμες στην μαθησιακή διαδικασία χωρίς την ανάγκη εγκατάστασης τεράστιων σε όγκο και πολυπλοκότητα προγραμμάτων, μέσω cloud. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή με μικροελεγκτή χρησιμοποιούνται 8 κανάλια καταχώρησης δεδομένων και αντιστοίχως οκτώ εικονικά όργανα : θερμοκρασίας από τον αισθητήρα dht-11, θερμοκρασίας από τον αισθητήρα bmp-180, υγρασίας, βαρομετρικής πίεσης, φωτεινότητας, βροχόπτωσης, σημείου δρόσου το οποίο υπολογίζεται μέσω του κώδικα του NodeMCU από την θερμοκρασία και την υγρασία, καθώς και υψόμετρο

το οποίο υπολογίζεται μέσω θερμοκρασίας και ατμοσφαιρικής πίεσης. Ακόμη, χρησιμοποιήθηκε ένα ιστόγραμμα διακύμανσης της θερμοκρασίας. Τέλος, ο ThingSpeak server μας προσφέρει την δυνατότητα να επιτελέσουμε αυτοματισμό σεναρίων (να προσθέσουμε triggers), όμως για αυτόν τον σκοπό χρησιμοποιήσαμε την πλατφόρμα Cayenne για λόγους που θα εξηγηθούν παρακάτω και αφορούν τον παιδαγωγικό σχεδιασμό.

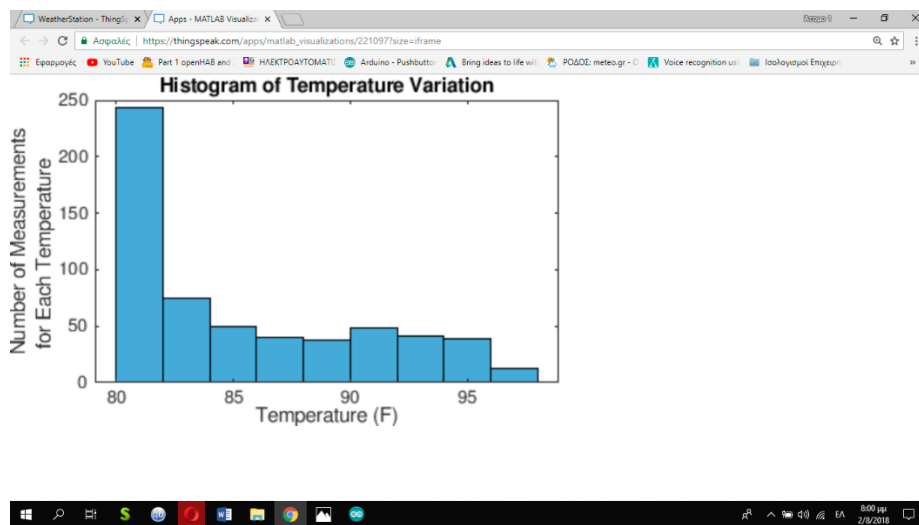
Εικόνα 4.10: Τα κανάλια του μετεωρολογικού σταθμού στον ThingSpeak server



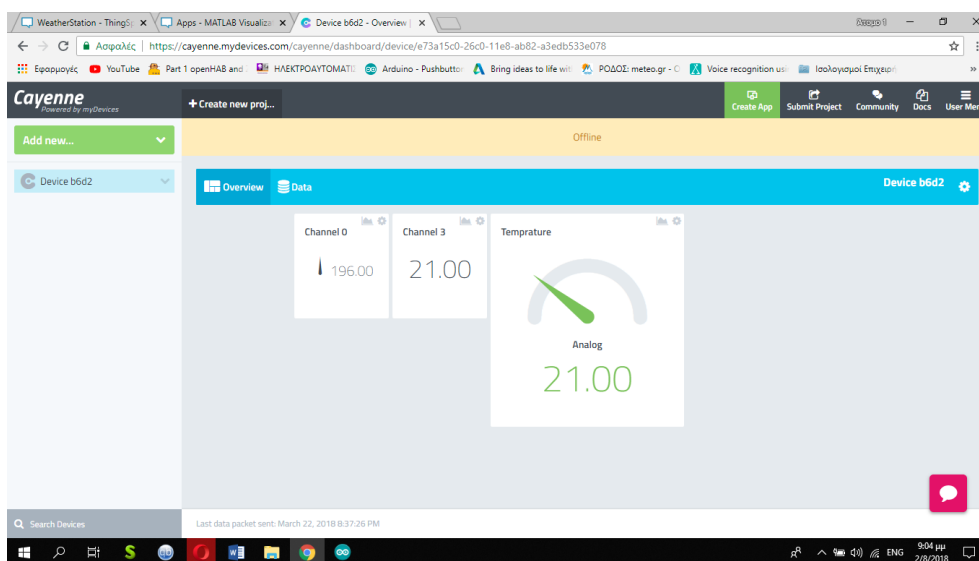
Εικόνα 4.11: Τα εικονικά όργανα του μετεωρολογικού σταθμού στον ThingSpeak server



Εικόνα 4.12: Το ιστόγραμμα της διακύμανσης της θερμοκρασίας στον ThingSpeak server



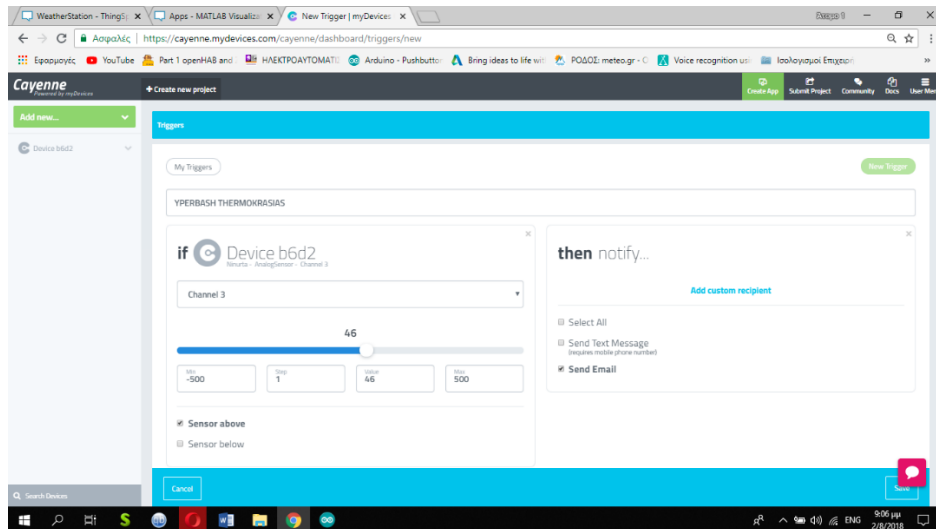
Εικόνα 4.13: Η πλατφόρμα Cayenne



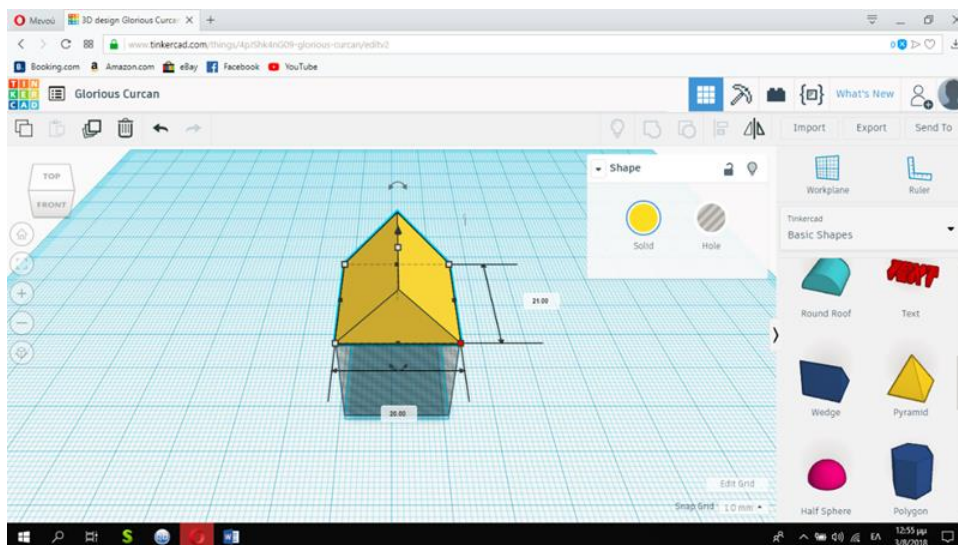
Η πλατφόρμα Cayenne αποτελεί μια από τις καλύτερες λύσεις για την παρακολούθηση αισθητήρων (sensing) δια μέσου VI οργάνων και για την πραγματοποίηση αυτοματισμών με triggers. Παιδαγωγικά αποτελεί την καλύτερη λύση διότι εν αντιθέσει με όλες τις άλλες πλατφόρμες, η διαδικασία προγραμματισμού της γίνεται χωρίς την χρήση γλώσσας προγραμματισμού, αλλά με απλό drag and drop. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο μαθητής μπορεί να την προγραμματίσει επιτυχώς στον λιγότερο δυνατό χρόνο. Στην δική μας κατασκευή ο αυτοματισμός που επιτελείται είναι η επιτήρηση της θερμοκρασίας του αισθητήρα dht-11 και

όταν η θερμοκρασία υπερβεί την τιμή που έχουμε ορίσει (και επομένως ο μετεωρολογικός σταθμός κινδυνεύει), τότε το Cayenne μας ειδοποιεί με e-mail (υπάρχει και η δυνατότητα ειδοποίησης με SMS).

Εικόνα 4.14: Προγραμματισμός drag and drop με trigger για αποστολή email από το Cayenne



Εικόνα 4.15: Σχεδίαση housing του μετεωρολογικού σταθμού με το λογισμικό Thinkercad



Το Thikercad είναι ένα δωρεάν διαδικτυακό πολυπρόγραμμα της AUTODESK, η οποία έχει δημιουργήσει το γνωστό λογισμικό AUTOCAD. Το λογισμικό αυτό έχει μεγάλη παιδαγωγική αξία διότι ο μαθητής μπορεί να σχεδιάσει κατ' ευθείαν 3D αντικείμενα, με πολύ εύκολο τρόπο βασιζόμενος σε κανονικά στερεά, χωρίς την χρήση εντολών. Ακόμη, στα πλαίσια της μηχανικής σχεδίασης, μπορεί να δημιουργήσει αρχείο 3D εκτύπωσης με το πάτημα ενός

πλήκτρον. Είναι ένα εργαλείο που μπορεί να καταστήσει τον οποιοδήποτε μαθητή ικανό σχεδιαστή σε ελάχιστο χρόνο. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που επιλέχθηκε για να ενταθεί στην μαθησιακή διαδικασία. Στον δικό μας εκπαιδευτικό σχεδιασμό το Thinkercad εντάχθηκε ως εργαλείο δια μέσω του οποίου οι μαθητές θα σχεδιάσουν το πλαίσιο του μετεωρολογικού σταθμού (housing). Οι δυνατότητες του cloud λογισμικού όμως είναι πολύ περισσότερες από τον σχεδιασμό 3D αντικειμένων. Μπορούν να σχεδιαστούν ηλεκτρονικά κυκλώματα με μικροελεγκτές σε breadboard και PCB (Printed Circuit Board). Ακόμη, μπορούν να φορτωθούν προγράμματα σε wiring τα οποία εισάγονται στο Thinkercad και να υπάρξει προσομοίωση.

Το πρόγραμμα διδασκαλιών αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της έρευνας αυτής και εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα. Η ανάπτυξη του προγράμματος διδασκαλιών έγινε βάσει των αρχών του επικοδομισμού και του κατασκευαστικού επικοδομισμού (κονστακτιονισμού). Η μαθησιακή διαδικασία λαμβάνει χώρα σε τρεις διδακτικές – μαθησιακές ακολουθίες. Η πρώτη αφορά στη διαδικασία κατασκευής του μετεωρολογικού σταθμού όπου οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά σε διάφορα στάδια της. Μέσα από την ενεργό εμπλοκή, συνδεσμολογούν και προγραμματίζουν τα επιμέρους στοιχεία του σταθμού. Σε αυτήν την διδακτική – μαθησιακή ακολουθία εμπλέκονται ταυτόχρονα και οι τέσσερις διαστάσεις τις STEM, όμως πρωταγωνιστικό ρόλο παίζουν η Τεχνολογία και η Μηχανική. Οι μαθητές μέσα από την ομαδοσυνεργατική διαδικασία διδάσκονται εκτός από τις συνδέσεις και τον προγραμματισμό των υλικών, το μοτίβο της μηχανικής σχεδίασης. Η μηχανική σχεδίαση προσπαθεί να λύσει προβλήματα μέσω της τεχνολογίας αισθητήρων και του προγραμματισμού. Δημιουργείται στοχασμός γύρω από το πως μπορεί με βάση κατάλληλες συνδεσμολογίες και προγραμματισμό να λυθεί κάποιο πρόβλημα αυτοματισμού. Π.χ. εάν αντί για μετεωρολογικό σταθμό κατασκευάζαμε έναν σταθμό ανίχνευσης της ποιότητας του αέρα εξετάζουμε τι αισθητήρες θα χρειαζόμασταν, τι (παρόμοιες) συνδεσμολογίες θα εφαρμόζαμε, πως θα προγραμματιζόταν, τι triggers θα χρησιμοποιούσαμε κ.α. Οι άλλες δύο διατάσεις (‘S’, ‘M’) περιλαμβάνουν την σύντομη διδασκαλία των φυσικών μεγεθών που παρακολουθούν οι αισθητήρες (υγρασία, θερμοκρασία, βαρομετρική πίεση, φωτεινότητα, βροχόπτωση), την εφαρμογή της φυσικής του ηλεκτρισμού στα κυκλώματα της διάταξης (Ένταση, Τάση, διαφορά δυναμικού, Αντίσταση, νόμος του Ωμ, συνδέσεις σειρά και παράλληλα, διαιρέτης τάσης, τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα» καθώς και τα απαιτούμενα μαθηματικά που ενέχονται στον προγραμματισμό. Η δεύτερη και η τρίτη διδακτική - μαθησιακή ακολουθία αφορούν στην αξιοποίηση του μετεωρολογικού σταθμού μετά την κατασκευή του και βασίζονται στο μοντέλο 5E των Bybee, Taylor, Gardner, Van Scotter, Powell και Westbrook (2006). Στη δεύτερη χρησιμοποιούνται



τα δεδομένα καταγραφής του σταθμού, δια μέσου της πλατφόρμας ThingSpeak, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η διδασκαλία πιθανοτήτων. Σε αυτή τη διδακτική - μαθησιακή ακολουθία κυρίαρχο ρόλο παίζει η μαθηματική διάσταση της STEM. Η τρίτη διδακτική - μαθησιακή ακολουθία αφορά στην χρησιμοποίηση των δεδομένων καταγραφής του σταθμού, δια μέσου της πλατφόρμας ThingSpeak, έτσι ώστε οι μαθητές να αναπτύξουν πρακτικές έρευνας αναφορικά με την συσχέτιση της υγρασίας με την θερμοκρασία, καθώς και της φωτεινότητας με την υγρασία. Σε αυτήν την διδασκαλία πρωταγωνιστικό ρόλο παίζουν οι Φ.Ε.. Η κάθε διδακτική παρέμβαση είχε συνολική διάρκεια 10 διδακτικές ώρες και πραγματοποιήθηκε στο Εσπερινό ΕΠΑΛ Ρόδου. Δημιουργήθηκαν 3 εκπαιδευτικά σενάρια συνολικά ένα για κάθε διδασκαλία. Το πρώτο αφορούσε στην διαδικασία κατασκευής του σταθμού, το δεύτερο στην εύρεση πιθανότητας βροχής και το τρίτο σε πρακτικές σχεδίασης και πραγματοποίησης διερευνήσεων. Τα γνωστικά αντικείμενα της εκπαιδευτικής διαδικασίας καλύπτουν μεγάλο φάσμα των Α.Π. των μαθημάτων γενικής παιδείας και ειδικότητας των ΕΠΑΛ των τομέων Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού, Πληροφορικής και Μηχανολογίας (βλ. Πίνακα 4.2).

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται η αντιστοιχία των επιμέρους διδακτικών ενοτήτων του μετεωρολογικού σταθμού με τα μαθήματα του ΕΠΑΛ

Πίνακας 4.2: Αντιστοιχία επιμέρους διδακτικών ενοτήτων του μετεωρολογικού σταθμού με μαθήματα του ΕΠΑΛ

| Διδασκόμενο αντικείμενο             | Τομέας Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού                      | Τομέας Πληροφορικής                  | Τομέας Μηχαν/γίας                      | Γενική Παιδεία  |
|-------------------------------------|---|--------------------------------------|--|---|
| Βασικά Ηλεκτρικά Μεγέθη             | Ηλεκτροτεχνία (Β ΕΠΑΛ)  | -                                    | Βασική Ηλεκτρο/γία (Β ΕΠΑΛ)            | Αρχές Ηλεκτρο/γίας και Ηλεκτρονικής (Α ΕΠΑΛ)<br>Και Φυσική (Α ΕΠΑΛ) |
| Συνδεσμολογίες σειράς και παράλληλα | Ηλεκτροτεχνία (Β ΕΠΑΛ)  | -                                    | Βασική Ηλεκτρο/γία (Β ΕΠΑΛ)            | Αρχές Ηλεκτρο/γίας και Ηλεκτρονικής (Α ΕΠΑΛ)<br>και Φυσική (Α ΕΠΑΛ) |
| Δίοδοι                              | Βασικά αναλογικά ηλεκτρονικά  | -                                    | -                                      | Φυσική (Α ΕΠΑΛ)   |
| Αισθητήρες - Μικροελεγκτές          | Ρομποτική (Β ΕΠΑΛ) και Αυτοματισμοί προγραμματιζόμενης λογικής (Γ ΕΠΑΛ) | -                                    | Τεχνολογία Ελέγχου Διαγνώσεων (Γ ΕΠΑΛ) | -   |
| Προγραμματισμός σεναρίων            | Αυτοματισμοί προγραμματιζόμενης λογικής (Γ ΕΠΑΛ)                        | Προγραμματισμός Υπολογιστών (Γ ΕΠΑΛ) | -                                      | -   |
| Πιθανότητες                         | -   | -                                    | -                                      | Άλγεβρα (Α ΕΠΑΛ)  |

Ακολουθεί η αναλυτική παρουσίαση του προγράμματος διδασκαλιών.

## Διδακτική – μαθησιακή ακολουθία 1

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι διδακτικοί στόχοι και το σχέδιο μαθήματος της διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας 1 (βλ. Πίνακα 4.3).

Μετά το πέρας της διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας 1 οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Σχεδιάζουν την συνδεσμολογία δεδομένων εισόδων μικροελεγκτή
- Σχεδιάζουν την συνδεσμολογία τροφοδοσίας εισόδων μικροελεγκτή
- Αναπτύσσουν πρόγραμμα σε γλώσσα Wiring

Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζεται αναλυτικά το σχέδιο μαθήματος της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 1 του προγράμματος διδασκαλιών.

Πίνακας 4.3: Σχέδιο μαθήματος της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 1 του προγράμματος διδασκαλιών

| Φάση<br>(Χρόνος σε<br>min)         | Στόχος  | Δραστηριότητα  | Ενέργειες<br>μαθητή   | Ενέργειες<br>εκπαιδ/κού  | Μέσα               |
|------------------------------------|---|--|---|--|--------------------|
| Ενεργοποίηση<br>(5')               | Διερεύνηση της πρότερης γνώσης και των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την συνδεσμολογία και τον προγραμματισμό μικροελεγκτών | Ιδεοθύελλα (brainstorming) & διάλογος εκπαιδευτικού με μαθητές | Απαντήσεις στις ερωτήσεις του εκπαιδευτικού σχετικά με την συνδεσμολογία και τον προγραμματισμό μικροελεγκτών | Ερωτήσεις για τον τρόπο σύνδεσης και προγραμματισμού μικροελεγκτών | Πίνακας            |
| Διδασκαλία συνδεσμολογιών<br>(40') | Εκμάθηση της λειτουργίας και της σύνδεσης των μικροελεγκτών με μονάδες εισόδου και εξόδου                                       | Μετωπική διδασκαλία  | Σημειώσεις διατύπωση ερωτήσεων  | Μετωπική διδασκαλία  | Πίνακας, projector |

| Διδασκαλία προγραμματισμού (45') | Εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών   | Μετωπική διδασκαλία  | Σημειώσεις διατύπωση ερωτήσεων                                  | Μετωπική διδασκαλία                                     | Πίνακας, projector  |
|----------------------------------|--|--|---|---|---|
| Εφαρμογή (80')                   | Πραγματοποίηση συνδεσμολογιών και προγραμματισμού μικροελεγκτών από τους μαθητές | Φ.Ε.1. Δρ.1. & 2. Σύνδεση και προγραμματισμός μικροελεγκτών                              | Εργαστηριακή σύνδεση και προγραμματισμός μικροελεγκτών          | Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, συντονίζει             | Projector<br>Φ.Ε.1.,<br>Κιτ αισθητήρων/<br>μικροελεγκτών,<br>PC |
|                                  | Σχεδίαση με το ThinkerCAD  | Φ.Ε. 1. Δρ. 3.<br><br>Σχεδίαση housing μετεωρολογικού σταθμού με το λογισμικό ThinkerCAD | Σχεδίαση housing μετεωρ/ικού σταθμού με το λογισμικό ThinkerCAD | Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, συντονίζει             | Φ.Ε.1.,<br>PC   |
| Εκτίμηση (10')                   | Ανατροφοδότηση σχετικά με τις αποκληθείσες δεξιότητες των μαθητών                | Ερωταπαν/σεις  | Απαντήσεις και λύσεις συνδεσμολογιών                            | Ερωτήσεις γενίκευσης προγραμματισμού και συνδεσμολογιών | Πίνακας   |

### **Διδακτική – μαθησιακή ακολουθία 2**

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι διδακτικοί στόχοι και το σχέδιο μαθήματος της διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας (βλ. Πίνακα 4.4).

Μετά το πέρας της εκπαιδευτικής παρέμβασης οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Διακρίνουν όμοια δεδομένα πίνακα συγκριτικά με στοιχεία που τους δίνονται
- Λύνουν προβλήματα πιθανοτήτων με πραγματικά δεδομένα οργανωμένα σε πίνακες

Στον Πίνακα 4.4 παρουσιάζεται αναλυτικά το σχέδιο μαθήματος της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 2 του προγράμματος διδασκαλιών η οποία βασίζεται στο διδακτικό μοντέλο 5 Ε.

Πίνακας 4.4: Σχέδιο μαθήματος της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 2

| Φάση<br>(Χρόνος σε<br>min) | Στόχος  | Δραστηριότητα   | Ενέργειες<br>μαθητή   | Ενέργειες<br>Εκπαιδ/κού  | Μέσα  |
|----------------------------|---|---|---|--|---|
| Ενεργοποίηση<br>(5')       | Διερεύνηση της πρότερης γνώσης και των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τον υπολογισμό πιθανοτήτων | Ιδεοθύελλα (brainstorming) & διάλογος εκπαιδευτικού με μαθητές  | Απαντήσεις στις ερωτήσεις του εκπαιδευτικού σχετικά με τον υπολογισμό πιθανοτήτων                         | Ερωτήσεις για τον τρόπο πρόβλεψης της πιθανότητας βροχής. Ενημέρωση μαθητών για τους στόχους της διαδικασίας | Πίνακας                                     |
|                            | Προσδ/ρισμός προβλήματος  | Φ.Ε.2 Δρ.1.<br><br>Σενάριο πρόβλεψης της πιθανότητας βροχής με βάση πιθανότητες   | Ατομική εργασία μαθητών. Ο κάθε μαθητής διαβάζει και συμπληρώνει το φύλλο εργασίας                        | Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, συντονίζει  | Φύλλο εργασίας                              |
| Εξερεύνηση<br>(45')        | Οργάνωση των σταδίων της ερευνητικής διαδικασίας  | Φ.Ε.2 Δρ.2.<br><br>Χωρισμός των μαθητών σε ομάδες εργασίας και συμπλήρωση των σταδίων της ερευνητικής διαδικασίας               | Ομαδική εργασία μαθητών. Συμπλήρωση του φύλλου εργασίας   | Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, συντονίζει  | Φ.Ε.<br><br>πίνακας, μετεωρολογικός σταθμός |
|                            | Εκτέλεση των βημάτων της ερευνητικής διαδικασίας  | Φ.Ε. 2 Δρ. 3.<br><br>Λήψη των σημερινών μετρήσεων του μετεωρολογικού σταθμού και σύγκρισή τους με τα δεδομένα πινάκων παρομοίων | Ομαδική εργασία μαθητών. Οι μαθητές εξάγουν σε Excel τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού. Κατόπιν μέσω | Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, συντονίζει  | Φ.Ε.<br><br>πίνακας, μετεωρολογικός σταθμός |

|                          |  |  |  |  |   |
|--------------------------|--|--|--|--|---|
|                          |  | <p>συνθηκών για τον υπολογισμό της πιθανότητας βροχής</p>  | <p>των δυνατοτήτων του ThingSpeak server εξάγουν τους Μ.Ο. των τιμών των μετρούμενων μεγεθών. Ακολουθώς αποφασίζουν τα όρια ανοχής</p> <p>(±), τους συγκρίνουν με τις τιμές των πινάκων και καθορίζουν τις μέρες με παρόμοιες καιρικές συνθήκες. Έπειτα βρίσκουν τον αριθμό των ημερών με παρόμοιες συνθήκες. Τέλος, υπολογίζουν την πιθανότητα βροχής με βάση τον αριθμό των ημερών που υπήρξε βροχή στις παρομοίων συνθηκών μέρες.</p> |  |   |
| <p>Εξήγηση<br/>(15')</p> | <p>Στοχασμός πάνω στα αποτελέσματα της έρευνας</p> | <p>Φ.Ε. 2. Δρ.4. Απάντηση των ερωτημάτων του φύλλου εργασίας που αφορούν τα αποτελέσματα και τις αδυναμίες της</p> | <p>Ομαδική εργασία μαθητών. Οι μαθητές διερωτώνται και εκφράζονται αναφορικά με την διεξαγωγή της έρευνας</p>  | <p>Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, διδάσκει τις υπό διερεύνηση έννοιες καθώς και συντονίζει</p> | <p>Φ.Ε. πίνακας, μετεωρολογικός σταθμός</p> |

|                       |   |  |  |   |                     |
|-----------------------|---|--|--|---|---------------------|
|                       |   | <p>έρευνας και πιθανές προτάσεις βελτίωσης</p>   | <p>και τα αποτελέσματα της. Αναδεικνύουν τις προφανείς αδυναμίες της επιστημονικής έρευνας λόγω περιορισμών χρόνου και πλήθους δεδομένων. Προτείνουν λύσεις αναφορικά με το πως η παρούσα έρευνα μπορεί να προσομοιάσει ακόμα περισσότερο με την πραγματική διαδικασία μετεωρολογικής πρόβλεψης.</p> | <p>και απευθύνει ερωτήματα που ωθούν τους μαθητές στην κατεύθυνση του εντοπισμού των αδυναμιών της παρούσας διαδικασίας ερεύνης. Ακόμη, ενημερώνει τους μαθητές για τα διαφοροποιητικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής διαδικασίας πρόβλεψης μετεωρολογικών φαινομένων ώστε οι μαθητές μέσω αυτών, να προτείνουν βελτιώσεις.</p> |                     |
| <p>Εφαρμογή (15')</p> | <p>Εφαρμογή της νέας γνώσης σε νέες πραγματικές καταστάσεις</p> | <p>Φ.Ε. 2. Δρ.5<br/>Δίνεται στους μαθητές ένα σχετικά απλό υποθετικό σενάριο που αφορά πρόβλεψη πιθανότητας σε διαφορετικό πλαίσιο. Το πλαίσιο είναι η</p> | <p>Οι μαθητές εργάζονται ατομικά συγκρίνοντας τις δοθείσες συνθήκες, με πίνακες για τον προσδιορισμό της πιθανότητας πτώσης</p>  | <p>Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, συντονίζει</p>  | <p>Φ.Ε. πίνακας</p> |

|                                |   |                            |  |                                |         |
|--------------------------------|---|----------------------------|--|--------------------------------|---------|
|                                |   | πιθανότητα<br>χαλαζόπτωσης | χαλαζιού                                 |                                |         |
| Εκτίμηση<br>(10 <sup>3</sup> ) | Ανατροφοδότηση σχετικά με τις αποκτηθείσες γνώσεις και δεξιότητες των μαθητών | Ερωτήσεις / απαντήσεις     | Απαντήσεις στις ερωτήσεις του εκπαιδ/κου | Επεξηγεί, Ερωτήσεις κατανόησης | Πίνακας |

### **Διδακτική - μαθησιακή ακολουθία 3**

Ορίστηκαν οι παρακάτω στόχοι και αναπτύχθηκε το σχέδιο μαθήματος της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 3 (βλ. Πίνακα 4.5).

Μετά το πέρας της εκπαιδευτικής παρέμβασης οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Διατυπώνουν ερευνητικά ερωτήματα
- Ορίζουν εξαρτημένη μεταβλητή, ανεξάρτητη μεταβλητή, μεταβλητές ελέγχου
- Περιγράφουν μια πειραματική διαδικασία
- Εξηγούν τις έννοιες καιρός και κλίμα

Στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζεται αναλυτικά το σχέδιο μαθήματος της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 3 του προγράμματος διδασκαλιών η οποία βασίζεται στο διδακτικό μοντέλο 5 Ε.



Πίνακας 4.5: Σχέδιο μαθήματος της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 3

| Φάση<br>(Χρόνος σε<br>min) | Στόχευση   | Δραστηριότητα   | Ενέργειες<br>μαθητών   | Ενέργειες<br>εκπαιδ/κού   | Μέσα           |
|----------------------------|--|---|--|---|----------------|
| Ενεργοποίηση<br>(5')       | Διερεύνηση της πρότερης γνώσης και των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τις σχέσεις των μεγεθών υγρασίας και θερμοκρασίας καθώς και φωτεινότητας υγρασίας | Ιδεοθύελλα (brainstorming) & διάλογος εκπαιδευτικού με μαθητές  | Απαντήσεις στις ερωτήσεις του εκπ/κού σχετικά με τις σχέσεις των μεγεθών υγρασίας και θερμοκρασίας καθώς και φωτεινότητας υγρασίας | Ερωτήσεις για την σχέση υγρασίας – θερμοκρασίας και φωτεινότητας υγρασίας. Ενημέρωση μαθητών για τους στόχους της διδασκαλίας | Πίνακας        |
|                            | Προσδ/ρισμός προβλήματος   | Φ.Ε.1 Δρ.1<br>Υποθετικό σενάριο πρόβλεψης της μεταβολής της θερμοκρασίας κατόπιν μεταβολής της υγρασίας και μεταβολής της υγρασίας κατόπιν μεταβολής της φωτεινότητας | Ατομική εργασία μαθητών. Ο κάθε μαθητής διαβάζει και συμπληρώνει το φύλλο εργασίας   | Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, συντονίζει   | Φύλλο εργασίας |
| Εξερεύνηση<br>(45')        | Οργάνωση των σταδίων της ερευνητικής διαδικασίας   | Φ.Ε.1 Δρ.2<br>Χωρισμός των μαθητών σε ομάδες εργασίας και συμπλήρωση των σταδίων της ερευνητικής διαδικασίας  | Ομαδική εργασία μαθητών. Οι μαθητές συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας   | Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, συντονίζει   | Φύλλο εργασίας |

|               |  |   |   |   |                |
|---------------|--|---|---|---|----------------|
|               | Εκτέλεση των βημάτων της ερευνητικής διαδικασίας | Φ.Ε. 1 Δρ. 3<br><br>Λήψη των σημερινών μετρήσεων του μετεωρολογικού σταθμού και σύγκρισή των υπό διερεύνηση τιμών των μεγεθών για την διερεύνηση πιθανής σχέσης | Ομαδική εργασία μαθητών. Οι μαθητές λαμβάνουν (‘κατεβάζουν’) τους πίνακες Excel με τα δεδομένα από τον μετεωρολογικό σταθμό και συγκρίνουν τις τιμές των μεταβλητών. Συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας.  | Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, συντονίζει   | Φύλλο εργασίας |
| Εξήγηση (15’) | Στοχασμός πάνω στα αποτελέσματα της έρευνας      | Φ.Ε. 3. Δρ.4<br><br>Απάντηση των ερωτημάτων του φύλλου εργασίας που αφορούν τα αποτελέσματα και τις αδυναμίες της έρευνας και πιθανές προτάσεις βελτίωσης       | Ομαδική εργασία μαθητών. Οι μαθητές διερωτώνται και εκφράζονται αναφορικά με την διεξαγωγή της έρευνας και τα αποτελέσματά της. Αναδεικνύουν τις προφανείς αδυναμίες της επιστημονικής έρευνας λόγω περιορισμών χρόνου και πλήθους δεδομένων. Προτείνουν λύσεις αναφορικά με το πως η παρούσα έρευνα μπορεί να προσομοιάσει ακόμα περισσότερο | Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, διδάσκει τις υπό διερεύνηση έννοιες και αποκαλύπτει τυχόν νομοτέλειες που δεν αποκαλύφθηκαν κατά την ερευνητική διαδικασία καθώς και συντονίζει και απευθύνει ερωτήματα που ωθούν τους μαθητές στην κατεύθυνση του εντοπισμού των αδυναμιών της παρούσας διαδικασίας έρευνας. Ακόμη, | Φύλλο εργασίας |

|                       |   |   |   |  |               |
|-----------------------|---|---|---|--|---------------|
|                       |   |   | <p>με την πραγματική διαδικασία επιστημονικής έρευνας σχέσης μεταβλητών των φυσικών φαινομένων</p>                  | <p>ενημερώνει τους μαθητές για τα διαφοροποιητικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής διαδικασίας διερεύνησης της σχέσης μεταβλητών φυσικών φαινομένων. Τέλος προγραμματίζει την πλατφόρμα ThingSpeak έτσι ώστε να εξάγει τις γραφικές παραστάσεις που απεικονίζουν την μεταβολή των μεγεθών.</p> |               |
| <p>Εφαρμογή (15')</p> | <p>Εφαρμογή της νέας γνώσης σε νέες πραγματικές καταστάσεις</p> | <p>Φ.Ε. 3. Δρ.5</p> <p>Δίνεται στους μαθητές ένα σχετικά απλό υποθετικό σενάριο που αφορά διερεύνηση σχέσης διαφορετικών μεταβλητών σε διαφορετικό πλαίσιο. Οι μαθητές επεξεργάζονται πίνακες με τιμές αντίστασης και ρεύματος κυκλώματος του μετεω/γικού σταθμού και</p> | <p>Ατομική εργασία μαθητών. Προσπάθεια εντοπισμού νομοτέλειας γύρω από τις τυχαίες μεταβολές των δύο μεταβλητών</p> | <p>Ενθαρρύνει, επιβλέπει, επεξηγεί, συντονίζει</p>   | <p>Φ.Ε. 3</p> |

|                |   |  |   |                      |         |
|----------------|---|--|---|----------------------|---------|
|                |   | προσπαθούν να εντοπίσουν την ύπαρξη σχέσης μεταξύ των δύο αυτών μεγεθών, καθώς και του είδους της σχέσης (αντιστρόφως αναλογική) |   |                      |         |
| Εκτίμηση (10') | Ανατροφοδότηση σχετικά με τις αποκληθείσες δεξιότητες των μαθητών | Ερωτήσεις / απαντήσεις   | Απαντήσεις στις ερωτήσεις του εκπαιδευτικού | Ερωτήσεις κατανόησης | Πίνακας |

Στον Πίνακα 4.6 παρουσιάζεται η χρονική διάρκεια κάθε της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας

Πίνακας 4.6: Η χρονική διάρκεια κάθε της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας

| Διδακτικές - μαθησιακές ακολουθίες | Διδακτική - μαθησιακή ακολουθία 1, κατασκευή μετεωρολογικού σταθμού | Διδακτική - μαθησιακή ακολουθία 2, εύρεση πιθανότητας βροχής | Διδακτική - μαθησιακή ακολουθία 3, ανάπτυξη πρακτικών έρευνας |
|------------------------------------|---|--|---|
| Διδακτικές Ώρες                    | 4   | 3  | 3   |
| Σύνολο διδακτικών ωρών             | 10  |  |   |

#### 4.5.2 Το πρόγραμμα διδασκαλιών που συγκροτήθηκε και εφαρμόστηκε στην ομάδα ελέγχου

Για το πρόγραμμα διδασκαλιών που αφορούσε την ομάδα ελέγχου χρησιμοποιήθηκαν ως βάση τα Α.Π. των ΕΠΑΛ για τα μαθήματα της Φυσικής, των Μαθηματικών και της Ρομποτικής καθώς και τα αντίστοιχα σχολικά εγχειρίδια : Άλγεβρα και Στοιχεία Πιθανοτήτων της Α Λυκείου και Μηχατρονική της Γ ΕΠΑΛ Τομέα Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού, ειδικότητας Ηλεκτρονικών. Και στο πρόγραμμα διδασκαλιών που αφορούσε

τη ομάδα ελέγχου χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες τεχνολογίες αιχμής (NodeMCU, ArduinoIDE, ThinkerCAD, IoT) καθώς και η σχεδίαση διερευνήσεων. Η συνολική διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης ήταν 10 διδακτικές ώρες και υιοθετήθηκε η παραδοσιακή προσέγγιση διδασκαλίας.

Ακολουθεί η αναλυτική παρουσίαση του προγράμματος διδασκαλιών.

### **Διδακτική - μαθησιακή ακολουθία 1**

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι διδακτικοί στόχοι και το σχέδιο μαθήματος της διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας (βλ. Πίνακα 4.7).

Μετά το πέρας της εκπαιδευτικής παρέμβασης οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν την πιθανότητα  $P(A)$  ενός συμβάντος
- Λύνουν προβλήματα πιθανοτήτων

Στον Πίνακα 4.7 παρουσιάζεται αναλυτικά το σχέδιο της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 1

Πίνακας 4.7: Σχέδιο διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 1 για την ομάδα ελέγχου

| Φάση<br>(Χρόνος<br>σε min)                           | Στόχευση  | Δραστηριότητα   | Ενέργειες<br>μαθητών                         | Ενέργειες<br>εκπαιδευτικού  | Μέσα                   |
|--|---|---|--|---|------------------------|
| Ενεργοποίηση<br>(10')                                | Προετοιμασία των μαθητών για το περιεχόμενο της διδασκαλίας | Εισήγηση  | Παρακολούθηση, εκφορά αντιλήψεων             | Διάλεξη, ενημέρωση των μαθητών για το περιεχόμενο της διδασκαλίας, Ιδεοθύελλα | Πίνακας, Pc, Projector |
| Εξερεύνηση/<br>Κλασικός ορισμός πιθανότητας<br>(35') | Διδασκαλία Κλασικού ορισμού πιθανότητας                     | Διάλεξη με ερωτήσεις – απαντήσεις, Εμπλοκή σε επίλυση | Παρακολούθηση, ερωτήσεις, εμπλοκή σε επίλυση | Διάλεξη   | Πίνακας, Pc, Projector |

|                                  |  |   |  |   |                        |
|----------------------------------|--|---|--|---|------------------------|
| Εξήγηση<br>(30')                 | Διδασκαλία του κλασικού ορισμού πιθανότητας  | Διάλεξη με ερωτήσεις - απαντήσεις         | Παρακολούθηση, ερωτήσεις, καταγραφή σημειώσεων   | Διάλεξη   | Πίνακας, Pc, Projector |
| Αξιολόγηση/<br>Εφαρμογή<br>(35') | Αξιολόγηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων που αποκόμισαν οι μαθητές από την ερευνητική διαδικασία. | Επίλυση ασκήσεων του σχολικού εγχειριδίου | Οι μαθητές εργάζονται ατομικά και λύνουν τις ασκήσεις. Κάποιος μαθητής αφού παρέλθει ο χρόνος επίλυσης κάθε μίας την επιλύει στον πίνακα | Διάλεξη, διορθώσεις, διευκρινήσεις και παροχή βοήθειας εξατομικευμένα στην επίλυση ασκήσεων. Καθοδήγηση και επεξήγηση κάθε βήματος κατά την επίλυση της άσκησης στον πίνακα | Πίνακας, Pc, Projector |
| Εκτίμηση<br>(15')                | Σύνοψη της διδαχθείσας ύλης, ανάπτυξη μεταγνώσης   | Διάλεξη. Ιδεοθύελλα                       | Διάλεξη  | Παρακολούθηση, ιδεοθύελλα   | Πίνακας, Pc, Projector |

### **Διδακτική - μαθησιακή ακολουθία 2**

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι διδακτικοί στόχοι και το σχέδιο μαθήματος της διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας (βλ. Πίνακα 4.8).

Μετά το πέρας της διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας 2 οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Σχεδιάζουν την συνδεσμολογία δεδομένων εισόδων μικροελεγκτή
- Σχεδιάζουν την συνδεσμολογία τροφοδοσίας εισόδων μικροελεγκτή
- Αναπτύσσουν πρόγραμμα σε γλώσσα Wiring

Στον Πίνακα 4.8 παρουσιάζεται αναλυτικά το σχέδιο της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας

Πίνακας 4.8: Σχέδιο διδασκαλίας 2 για την ομάδα ελέγχου

| Φάση<br>(Χρόνος σε<br>min)                                  | Στόχευση   | Δραστηριότητα                           | Ενέργειες<br>μαθητών                           | Ενέργειες<br>εκπαιδευτικού  | Μέσα  |
|---|--|---|--|---|---|
| Εισαγωγή/<br>Αφόρμηση<br>(15')                              | Προετοιμασία<br>των μαθητών<br>για το<br>περιεχόμενο<br>της<br>διδασκαλίας | Εισήγηση                                | Παρακολούθη-<br>ση,<br>καταγραφή<br>σημειώσεων | Διάλεξη,<br>ενημέρωση των<br>μαθητών για το<br>περιεχόμενο της<br>διδασκαλίας | Πίνακας,<br>Pc,<br>Projector                            |
| Συνήθη<br>συστήματα<br>μικροελε-<br>γκτών<br>(30')          | Διδασκαλία<br>συνδεσμολογι-<br>ών  | Συνδεσμολογίες<br>μικροελεγκτών         | Εργασία σε<br>ομάδες                           | Επίβλεψη,<br>ενθάρρυνση   | Πίνακας,<br>Pc,<br>Projector<br>,<br>μικροελε-<br>γκτές |
| Λογισμικό<br>προγραμματισ-<br>μού<br>μικροελεγκτή.<br>(30') | Διδασκαλία<br>μερών του<br>λογισμικού<br>ενός<br>μικροελεγκτή              | Διάλεξη με<br>ερωτήσεις -<br>απαντήσεις | Παρακολούθη-<br>ση,<br>καταγραφή<br>σημειώσεων | Διάλεξη,<br>Επίδειξη  | Πίνακας,<br>Pc,<br>Projector<br>,<br>μικροελε-<br>γκτές |
| Ο<br>μικροελεγκτής<br>Arduino<br>(25')                      | Διδασκαλία<br>input-output<br>μικροελεγκτώ-<br>ν και arduino               | Διάλεξη με<br>ερωτήσεις -<br>απαντήσεις | Παρακολούθη-<br>ση,<br>καταγραφή<br>σημειώσεων | Διάλεξη,<br>Pc,<br>Projector,<br>μικροελεγκτές                                | Πίνακας   |
| Αισθητήρες-<br>Σχεδίαση με<br>ThinkerCAD<br>(30')           | Διδασκαλία<br>αισθητήρων<br>μικροελεγκτώ-<br>ν,<br>πριγραμματισ-<br>μός    | Διάλεξη με<br>ερωτήσεις -<br>απαντήσεις | Εργασία σε<br>ομάδες                           | Επίβλεψη,<br>ενθάρρυνση   | Πίνακας,<br>Pc,<br>Projector<br>,<br>μικροελε-<br>γκτές |
| Αξιολόγηση/<br>Αξιολόγηση<br>των γνώσεων<br>αποκόμισαν οι   | Αξιολόγηση<br>των γνώσεων<br>αποκόμισαν οι                                 | Ερωτήσεις/<br>απαντήσεις                | Απάντηση<br>ερωτήσεων                          | Ερωτήσεις<br>κατανόησης   | Πίνακας,  |

|                   |   |                        |                   |                               |  |
|-------------------|---|------------------------|-------------------|-------------------------------|--|
| Εφαρμογή<br>(10') | μαθητές από την ερευνητική διαδικασία. Διερεύνηση στάσεων |                        | εκπαιδευτικό<br>ύ |                               | Pc,<br>Projector<br>,<br>μικροελε<br>γκτές |
| Εκτίμηση<br>(10') | Σύνοψη της διδαχθείσας ύλης, ανάπτυξη μεταγνώσης          | Διάλεξη.<br>Ιδεοθύελλα | Διάλεξη           | Παρακολούθησ<br>η, ιδεοθύελλα | Πίνακας,<br><br>Pc,<br>Projector           |

### **Διδακτική - μαθησιακή ακολουθία 3**

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι διδακτικοί στόχοι και το σχέδιο μαθήματος της διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας (βλ. Πίνακα 4.9).

Μετά το πέρας της διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας 3 οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Εξηγούν τις έννοιες καιρός και κλίμα
- Διατυπώνουν ερευνητικά ερωτήματα
- Ορίζουν εξαρτημένη μεταβλητή, ανεξάρτητη μεταβλητή, μεταβλητές ελέγχου
- Περιγράφουν μια πειραματική διαδικασία

Στον Πίνακα 4.9 παρουσιάζεται αναλυτικά το σχέδιο της διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 3

**Πίνακας 4.9: Σχέδιο διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας 3 για την ομάδα ελέγχου**

| Φάση<br>(Χρόνος σε<br>min)         | Στόχευση  | Δραστηριότητα        | Ενέργειες<br>μαθητών   | Ενέργειες<br>εκπαιδευτικό<br>ύ                                    | Μέσα                                      |
|------------------------------------|---|----------------------|--|---|---|
| Εισαγωγή/<br>Ενεργοποίηση<br>(15') | Προετοιμασία των μαθητών για το περιεχόμενο της διδασκαλίας, ανίχνευση αντιλήψεων | Εισήγηση, ιδεοθύελλα | Παρακολούθηση , καταγραφή σημειώσεων, ερωτήσεις - απαντήσεις. Επίλυση Φ.Ε. | Διάλεξη, ενημέρωση των μαθητών για το περιεχόμενο της διδασκαλίας | Πίνα-<br>κας,<br><br>Pc,<br>projecto<br>r |



|  |  |                                      |   |  |              |
|--|--|--------------------------------------|---|--|--------------|
| Εξερεύνηση/<br>Η έννοια του<br>καιρού/ Το<br>κλίμα και οι<br>παράγοντες<br>που το<br>διαμορφώνου<br>ν<br>(20') | Διδασκαλία της<br>έννοιας του<br>καιρού  | Εισήγηση                             | Παρακολούθη-<br>ση, καταγραφή<br>σημειώσεων,<br>ερωτήσεις | Διάλεξη                                | Πίνα-<br>κας |
| Διερεύνηση<br>(40')  | Διδασκαλία<br>Πραγματοποίηση<br>ς διερεύνησης  | Ομαδοσυνεργατική                     | Διεξαγωγή<br>έρευνας                                      | Διάλεξη                                | Πίνα-<br>κας |
| Εξήγηση<br>(30')   | Διδασκαλία<br>των μηχανισμών<br>του καιρού   | Εισήγηση                             | Παρακολούθηση<br>, καταγραφή<br>σημειώσεων,<br>ερωτήσεις  | Διάλεξη                                | Πίνα-<br>κας |
| Εφαρμογή<br>(35')  | Αξιολόγηση των<br>γνώσεων<br>αποκόμισαν οι<br>μαθητές από την<br>ερευνητική<br>διαδικασία. | Εισήγηση, σχεδιασμός<br>διερευνήσεων | Παρακολούθηση<br>, σχεδιασμός<br>διερευνήσεων             | Διάλεξη,<br>σχεδιασμός<br>διερευνήσεων | Πίνα-<br>κας |
| Αξιολόγηση/<br>Εφαρμογή<br>(30')   | Αξιολόγηση των<br>γνώσεων<br>αποκόμισαν οι<br>μαθητές από την<br>ερευνητική<br>διαδικασία. | Ερωτήσεις/απαντήσε<br>ις             | Απαντούν στις<br>ερωτήσεις του<br>εκπαιδευτικού           | Ερωτήσεις<br>κατανόησης<br>εννοιών     | Πίνα-<br>κας |
| Εκτίμηση<br>(10')  | Σύνοψη της<br>διδαχθείσας ύλης   | Διάλεξη                              | Παρακολούθηση   | Διάλεξη                                | Πίνα-<br>κας |

#### 4.6. Συλλογή δεδομένων

Ως μέσον συλλογής δεδομένων σε αυτή την έρευνα χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές (βλ. Παράρτημα 1) συμπληρώθηκε δυο φορές, μια πριν και μια μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης τόσο στην πειραματική ομάδα, όσο και στην ομάδα ελέγχου. Δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι γραπτές απαντήσεις των μαθητών στα ερωτήματα.

Στην παρούσα ενότητα αιτιολογείται αρχικώς η επιλογή του γραπτού ερωτηματολογίου ως μέσου διεξαγωγής έρευνας και συλλογής δεδομένων (υποενότητα 4.6.1) και κατόπιν παρουσιάζεται η συγκρότηση (υποενότητα 4.6.2) του και η παρουσίαση του (υποενότητα 4.3).

#### **4.6.1 Επιλογή ερωτηματολογίου**

Το ερωτηματολόγιο αποτελεί ένα εξαιρετικά δημοφιλές μέσον συλλογής δεδομένων διότι επιτρέπει την συγκέντρωση μεγάλου αριθμού δεδομένων εντός σχετικά ολίγου χρόνου (Dawson, 2007). Επιπροσθέτως λόγω της ανωνυμίας του, τα υποκείμενα εκφράζονται ελεύθερα και έτσι ελαττώνεται ο κίνδυνος αλλοίωσης των δεδομένων λόγω ενδεχόμενης πειθαρχίας στην «σωστή» κατά τον ερευνητή άποψη (Wallen, 2009). Για τους ανωτέρω λόγους το γραπτό ερωτηματολόγιο επιλέχθηκε ως μέσον συλλογής δεδομένων στην παρούσα έρευνα.

#### **4.6.2. Συγκρότηση ερωτηματολογίου**

Για την συγκρότηση του ερωτηματολογίου επιλέχθηκαν αρχικά ζητήματα που να καλύπτουν κάθε επιμέρους γνωστικό πεδίο της διδακτικής προσέγγισης STEM και επιπρόσθετα επιχειρήθηκε η ανίχνευση στάσεων. Στην συνέχεια μετά την προσεκτική εξέταση των αρχικών ζητημάτων επιλέχθηκαν οι ερωτήσεις οι οποίες δόμησαν το ερωτηματολόγιο.

Η αρχική μορφή του ερωτηματολογίου δόθηκε αρχικά σε έναν μικρό αριθμό 4 μαθητών της Β τάξεως, του τμήματος Ηλεκτρολογίας, Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού του ΕΠΑΛ προκειμένου να αξιολογηθεί ως προς την κατανόηση των ζητούμενων από τους μαθητές. Επιπρόσθετα, το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε έναν καθηγητή Φυσικής, έναν καθηγητή Μαθηματικών, μια καθηγήτρια Πληροφορικής και σε άλλον έναν (εκτός του υποφαινόμενου) καθηγητή Ηλεκτρολόγο Μηχανικό προκειμένου να αποσαφηνιστούν ενδεχομένως σημεία που δυσκολεύουν τους μαθητές ως προς την κατανόηση του. Ακόμη, δόθηκε και σε έναν ερευνητή της διδακτικής των Φ.Ε. για τον έλεγχο της εσωτερικής εγκυρότητας. Ως ανατροφοδότηση της παραπάνω διαδικασίας προέκυψε ανάγκη αποσαφηνίσεως και επαναδιατυπώσεως κάποιων

ερωτημάτων τα οποία φάνηκε να δυσκολεύουν τους μαθητές. Με βάση λοιπόν τα σχόλια των μαθητών και τις παρατηρήσεις των καθηγητών και του ερευνητή το ερωτηματολόγιο επαναδιατυπώθηκε και περιήλθε στην τελική του μορφή.

Στην τελική μορφή του ερωτηματολογίου που προέκυψε μετά την ολοκλήρωση της πιλοτικής έρευνας περιλαμβάνονται 24 ερωτήσεις οι οποίες καλύπτουν κάθε ένα από τα γνωστικά πεδία STEM. Οι 5 πρώτες ερωτήσεις διερευνούν δεξιότητες σχεδιασμού κυκλωμάτων και προγραμματισμού μικροελεγκτών, η 6<sup>η</sup>, η 7<sup>η</sup>, η 8<sup>η</sup>, η 9<sup>η</sup> και η 10<sup>η</sup> διερευνούν πρακτικές σχεδίασης έρευνας, η 11<sup>η</sup> και η 12<sup>η</sup> διερευνούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα», η 13<sup>η</sup> και η 14<sup>η</sup> αφορούν υπολογισμό πιθανοτήτων και τέλος οι ερωτήσεις 15-25 ανιχνεύουν τις στάσεις των μαθητών που αφορούν την διδασκαλία των Φ.Ε. Οι ερωτήσεις διατυπώθηκαν κατάλληλα ώστε να είναι συμβατές με την σχολική γνώση των μαθητών ΕΠΑΛ, όπως αυτή προκύπτει από τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών της Α Τάξεως ΕΠΑΛ στα μαθήματα της Φυσικής, της Πληροφορικής, των Αρχών Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού και της Άλγεβρας (Υ.Α. 8212/Γ2, Φ.Ε.Κ., 131 7-02-2002. (2002; Υ.Α. 13727/Δ4, Φ.Ε.Κ. 286, 12-02-2016; Υ.Α. Φ2/141426/Δ4, Φ.Ε.Κ. Αρ. Φύλλου 2010, 16-09-2015).

Το ερωτηματολόγιο διερεύνησε τα ακόλουθα ζητήματα (βλ. Πίνακα 4.10):

- (α) Την συνδεσμολογία και τον προγραμματισμό μικροελεγκτών σε γλώσσα Wiring.
- (β) Τις πρακτικές σχεδίασης διερευνήσεων.
- (γ) Τις αντιλήψεις για τον καιρό και το κλίμα.
- (δ) Τον υπολογισμό πιθανότητας.
- (ε) Τις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Στον Πίνακα 4.10 παρουσιάζονται τα προς διερεύνηση ζητήματα και οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Πίνακας 4.10: Τα προς διερεύνηση ζητήματα και οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου

| Ζητήματα προς διερεύνηση  | Ερωτήσεις Ερωτηματολογίου |
|---|---------------------------|
| Συνδεσμολογία και προγραμματισμός μικροελεγκτών σε γλώσσα Wiring        | A1, A2, B1, B2, B3        |
| Πρακτικές σχεδίασης διερευνήσεων  | Γ1, Γ2, Γ3, Γ4, Γ5        |
| Αντιλήψεις για τον καιρό και το κλίμα                                   | Δ,Ε                       |
| Υπολογισμός πιθανότητας   | ΣΤ1, ΣΤ2                  |
| Στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε | Z1-Z10                    |

#### 4.6.3. Παρουσίαση ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο στην τελική μορφή του παρουσιάζεται στο Παράρτημα 1 της παρούσας εργασίας. Αρχικά, το ερωτηματολόγιο διαθέτει ένα εισαγωγικό σημείωμα το οποίο απευθύνεται σε φιλικό τόνο στους μαθητές και τους ενημερώνει για το περιεχόμενο της έρευνας, καθώς επίσης και για τον τρόπο με τον οποίο καλούνται να απαντήσουν στις ερωτήσεις του. Επιπροσθέτως τους διαβεβαιώνει ότι μέσω των απαντήσεων τους σε αυτό δεν πρόκειται να αξιολογηθούν σε κάποιο από τα διδασκόμενα μαθήματα του ΕΠΑΛ έτσι ώστε να μην επηρεαστεί η κρίση τους από το άγχος της επίδοσης. Απευθύνεται στο β ενικό πρόσωπο προκειμένου να είναι όσο το δυνατόν πιο φιλικό στον μαθητή. Ακόμη, ευχαριστεί τον μαθητή για την συμμετοχή του δυο φορές, την πρώτη προκαταβολικά, πριν την συμπλήρωση του και την δεύτερη μετά το πέρας της συμπληρώσεως του, αναγράφοντας και το ονοματεπώνυμο του ερευνητή προκειμένου να επιτευχθεί μια αμεσότητα μεταξύ μαθητή και ερωτηματολογίου. Στο πρώτο μέρος το ερωτηματολογίου, οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν κάποια στοιχεία που αφορούν το φύλλο τους, το τμήμα φοίτησης τους, καθώς και την ηλικία τους.

Το δεύτερο μέρος αποτελείται από 24 ερωτήσεις εκ των οποίων οι 9 ερωτήσεις είναι ανοικτού τύπου, 2 ερωτήσεις αφορούν σχεδίαση, 3 ερωτήσεις είναι συμπλήρωσης κενών και 10 ερωτήσεις είναι κλίμακας Likert. Επιλέχθηκαν αυτοί οι τύποι των ερωτήσεων προκειμένου οι ερωτήσεις να ανταποκρίνονται στους στόχους της έρευνας. Ιδιαίτερη προσοχή κατά την

επιλογή των ερωτήσεων δόθηκε στην κάλυψη και των τεσσάρων γνωστικών πεδίων της διδακτικής προσέγγισης STEM (βλ. Πίνακα 4.11).

Στον Πίνακα 4.11 παρουσιάζεται η αντιστοιχία των ερωτήσεων με τα γνωστικά πεδία STEM.

Πίνακας 4.11: Αντιστοιχία των ερωτήσεων με τα γνωστικά πεδία STEM

| Γνωστικά Πεδία STEM   | Ερωτήσεις           |
|-----------------------|---------------------|
| Φυσικές Επιστήμες (S) | Γ1-Γ5, Δ, Ε, Ζ1-Ζ10 |
| Τεχνολογία (Τ)        | Α1, Α2, Β1, Β2, Β3  |
| Μηχανική (Ε)          | Α1, Α2, Β1, Β2, Β3  |
| Μαθηματικά (Μ)        | ΣΤ1, ΣΤ2            |

Ερώτηση Α1: Αποσκοπεί στην διερεύνηση του ζητήματος της συνδεσμολογίας και του προγραμματισμού μικροελεγκτών σε γλώσσα Wiring (βλ. Πίνακα 4.10). Δόθηκε ένα ημιτελές σχέδιο σύνδεσης ενός μικροελεγκτή με έναν αισθητήρα (απόστασης). Από τους μαθητές ζητήθηκε η συμπλήρωση του σχεδίου αναφορικά με την σύνδεση δεδομένων (data). Η ερώτηση περιλαμβάνει παρόμοιο είδος αισθητήρα και μικροελεγκτή, όχι όμως ακριβώς τα ίδια με αυτά της διδακτικής παρέμβασης. Ο στόχος αυτής της ερώτησης είναι διττός. Σκοπεύει αφενός να διερευνήσει την επίδοση των μαθητών στην συνδεσμολογία αισθητήρων και μικροελεγκτών και αφετέρου να διερευνηθεί και η ικανότητα εφαρμογής των δεξιοτήτων σε ευρύτερο πλαίσιο. Επιλέχθηκε αυτός ο τύπος της ερώτησης (σχεδίαση) διότι θεωρούμε ότι μπορεί καλύτερα να διερευνήσει τις σχεδιαστικές δεξιότητες των μαθητών συμφώνως με το Α.Π. του πιο συναφούς σχεδιαστικού μαθήματος (Γραμμικό σχέδιο Α ΕΠΑΛ) (Υ.Α. 8212/Γ2, Φ.Ε.Κ., 131 7-02-2002) καθώς δεν υπάρχει ερευνητικό προηγούμενο στην ανίχνευση της δεξιοτήτας συνδεσμολογίας μικροελεγκτών, τόσο ως μεμονωμένο γνωστικό αντικείμενο (μικροελεγκτές), όσο και εντός των πλαισίων της διδακτικής προσέγγισης STEM (βλ. κεφάλαιο 3). Είναι χαρακτηριστικό, ότι ακόμα και το σχολικό εγχειρίδιο του μαθήματος Ρομποτική του τομέα Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού των ΕΠΑΛ ενώ περιλαμβάνει την διδασκαλία μικροελεγκτών, δεν περιλαμβάνει τις συνδέσεις τους.

Ερώτηση Α2: Αποσκοπεί στην διερεύνηση του ζητήματος της συνδεσμολογίας και του προγραμματισμού μικροελεγκτών σε γλώσσα Wiring (βλ. Πίνακα 4.10). Δόθηκε ένα ημιτελές

σχέδιο σύνδεσης ενός μικροελεγκτή με έναν αισθητήρα (απόστασης). Από τους μαθητές ζητήθηκε η συμπλήρωση του σχεδίου αναφορικά με την σύνδεση τροφοδοσίας (power supply). Η ερώτηση περιλαμβάνει παρόμοιο είδος αισθητήρα και μικροελεγκτή, όχι όμως ακριβώς τα ίδια με αυτά της διδακτικής παρέμβασης. Ο στόχος αυτής της ερώτησης είναι διττός. Σκοπεύει αφενός να διερευνήσει την επίδοση των μαθητών στην συνδεσμολογία αισθητήρων και μικροελεγκτών και αφετέρου να διερευνηθεί και η ικανότητα εφαρμογής των δεξιοτήτων σε ευρύτερο πλαίσιο. Επιλέχθηκε αυτός ο τύπος της ερώτησης (σχεδίαση) διότι θεωρούμε ότι μπορεί καλύτερα να διερευνήσει τις σχεδιαστικές δεξιότητες των μαθητών συμφώνως με το Α.Π. του πιο συναφούς σχεδιαστικού μαθήματος (Γραμμικό σχέδιο Α ΕΠΑΛ) (Υ.Α. 8212/Γ2, Φ.Ε.Κ., 131 7-02-2002 ) καθώς δεν υπάρχει ερευνητικό προηγούμενο στην ανίχνευση της δεξιότητας συνδεσμολογίας μικροελεγκτών, τόσο ως μεμονωμένο γνωστικό αντικείμενο (μικροελεγκτές), όσο και εντός των πλαισίων της διδακτικής προσέγγισης STEM (βλ. κεφάλαιο 3).

Ερώτηση Β1: Αποσκοπεί στην διερεύνηση του ζητήματος της συνδεσμολογίας και του προγραμματισμού μικροελεγκτών σε γλώσσα Wiring (βλ. Πίνακα 4.10). Δόθηκε στους μαθητές ένα ημιτελές πρόγραμμα μικροελεγκτή σε γλώσσα Wiring, από το οποίο λείπουν κάποιες εντολές. Το πρόγραμμα αφορά στην δήλωση ενός αισθητήρα απόστασης ως εισόδου και κατόπιν τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή να εκτυπώνει την λέξη «OBJECT» στην σειριακή του έξοδο, όταν λάβει σήμα από τον αισθητήρα ότι ανιχνεύθηκε κάποιο αντικείμενο. Από τους μαθητές ζητήθηκε η συμπλήρωση της δήλωσης της εισόδου (input setup) του προγράμματος. Επιλέχθηκε αυτός ο τύπος της ερώτησης (συμπλήρωσης κενού), διότι θεωρούμε ότι μπορεί να αποτυπώσει βέλτιστα τις δεξιότητες προγραμματισμού των μαθητών. Δεν υπάρχει προηγούμενο ανίχνευσης και αξιολόγησης της δεξιότητας προγραμματισμού μικροελεγκτών σε γλώσσα Wiring. Είναι χαρακτηριστικό, ότι ακόμα και το σχολικό εγχειρίδιο του μαθήματος Ρομποτική του τομέα Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού των ΕΠΑΛ ενώ περιλαμβάνει την διδασκαλία μικροελεγκτών, δεν περιλαμβάνει την ανάπτυξη κώδικα.

Ερώτηση Β2: Αποσκοπεί στην διερεύνηση του ζητήματος της συνδεσμολογίας και του προγραμματισμού μικροελεγκτών σε γλώσσα Wiring (βλ. Πίνακα 4.10). Δόθηκε στους μαθητές ένα ημιτελές πρόγραμμα μικροελεγκτή σε γλώσσα Wiring, από το οποίο λείπουν κάποιες εντολές. Το πρόγραμμα αφορά στην δήλωση ενός αισθητήρα απόστασης ως εισόδου και κατόπιν τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή να εκτυπώνει την λέξη «OBJECT» στην

σειριακή του έξοδο, όταν λάβει σήμα από τον αισθητήρα ότι ανιχνεύθηκε κάποιο αντικείμενο. Από τους μαθητές ζητήθηκε η συμπλήρωση μιας συνάρτησης (DigitalRead) του προγράμματος. Επιλέχθηκε αυτός ο τύπος της ερώτησης (συμπλήρωσης κενού), διότι θεωρούμε ότι μπορεί να αποτυπώσει βέλτιστα τις δεξιότητες προγραμματισμού των μαθητών. Δεν υπάρχει προηγούμενο ανίχνευσης και αξιολόγησης της δεξιότητας προγραμματισμού μικροελεγκτών σε γλώσσα Wiring. Είναι χαρακτηριστικό, ότι ακόμα και το σχολικό εγχειρίδιο του μαθήματος Ρομποτική του τομέα Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού των ΕΠΑΛ ενώ περιλαμβάνει την διδασκαλία μικροελεγκτών, δεν περιλαμβάνει την ανάπτυξη κώδικα.

Ερώτηση Β3: Αποσκοπεί στην διερεύνηση του ζητήματος της συνδεσμολογίας και του προγραμματισμού μικροελεγκτών σε γλώσσα Wiring (βλ. Πίνακα 4.10). Δόθηκε στους μαθητές ένα ημιτελές πρόγραμμα μικροελεγκτή σε γλώσσα Wiring, από το οποίο λείπουν κάποιες εντολές. Το πρόγραμμα αφορά στην δήλωση ενός αισθητήρα απόστασης ως εισόδου και κατόπιν τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή να εκτυπώνει την λέξη «OBJECT» στην σειριακή του έξοδο, όταν λάβει σήμα από τον αισθητήρα ότι ανιχνεύθηκε κάποιο αντικείμενο. Από τους μαθητές ζητήθηκε η συμπλήρωση της συνθήκης if του προγράμματος. Επιλέχθηκε αυτός ο τύπος της ερώτησης (συμπλήρωσης κενού), διότι θεωρούμε ότι μπορεί να αποτυπώσει βέλτιστα τις δεξιότητες προγραμματισμού των μαθητών. Δεν υπάρχει προηγούμενο ανίχνευσης και αξιολόγησης της δεξιότητας προγραμματισμού μικροελεγκτών. Είναι χαρακτηριστικό, ότι ακόμα και το σχολικό εγχειρίδιο του μαθήματος Ρομποτική του τομέα Ηλεκτρολογίας Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού των ΕΠΑΛ ενώ περιλαμβάνει την διδασκαλία μικροελεγκτών, δεν περιλαμβάνει την ανάπτυξη κώδικα.

Ερώτηση Γ1: Διερευνά τις πρακτικές σχεδίασης διερευνήσεων των μαθητών (βλ. Πίνακα 12). Πιο συγκεκριμένα διερευνά την πρακτική αναγνώρισης ερευνητικού ερωτήματος. Στους μαθητές δίνεται ένα πρόβλημα που αφορά στην κατασκευή ηλεκτρομαγνήτη. Επιλέχθηκε αυτού του τύπου η ερώτηση (ανοιχτού τύπου) συμφώνως προς την βιβλιογραφία που αφορά στην διερεύνηση δεξιοτήτων διεξαγωγής επιστημονικής έρευνας (Ανδρικοπούλου & Σκουμιός, 2016).

Ερώτηση Γ2: Διερευνά τις πρακτικές σχεδίασης διερευνήσεων των μαθητών (βλ. Πίνακα 4.10). Πιο συγκεκριμένα διερευνά την πρακτική αναγνώρισης ανεξάρτητης μεταβλητής. Στους μαθητές δίνεται ένα πρόβλημα που αφορά στην κατασκευή ηλεκτρομαγνήτη. Επιλέχθηκε

αυτού του τύπου η ερώτηση (ανοιχτού τύπου) συμφώνως προς την βιβλιογραφία που αφορά στην διερεύνηση δεξιοτήτων διεξαγωγής επιστημονικής έρευνας (Ανδρικοπούλου & Σκουμιός, 2016).

Ερώτηση Γ3: Διερευνά τις πρακτικές σχεδίασης διερευνήσεων των μαθητών (βλ. Πίνακα 4.10). Πιο συγκεκριμένα διερευνά την πρακτική αναγνώρισης μεταβλητών ελέγχου. Στους μαθητές δίνεται ένα πρόβλημα που αφορά στην κατασκευή ηλεκτρομαγνήτη. Επιλέχθηκε αυτού του τύπου η ερώτηση (ανοιχτού τύπου) συμφώνως προς την βιβλιογραφία που αφορά στην διερεύνηση δεξιοτήτων διεξαγωγής επιστημονικής έρευνας (Ανδρικοπούλου & Σκουμιός, 2016).

Ερώτηση Γ4: Διερευνά τις πρακτικές σχεδίασης διερευνήσεων των μαθητών (βλ. Πίνακα 4.10). Πιο συγκεκριμένα διερευνά την πρακτική αναγνώρισης εξαρτημένης μεταβλητής. Στους μαθητές δίνεται ένα πρόβλημα που αφορά στην κατασκευή ηλεκτρομαγνήτη. Επιλέχθηκε αυτού του τύπου η ερώτηση (ανοιχτού τύπου) συμφώνως προς την βιβλιογραφία που αφορά στην διερεύνηση δεξιοτήτων διεξαγωγής επιστημονικής έρευνας (Ανδρικοπούλου & Σκουμιός, 2016).

Ερώτηση Γ5: Διερευνά τις πρακτικές σχεδίασης διερευνήσεων των μαθητών (βλ. Πίνακα 4.10). Πιο συγκεκριμένα διερευνά την πρακτική διατύπωσης πλαισίου για έρευνα. Στους μαθητές δίνεται ένα πρόβλημα που αφορά στην κατασκευή ηλεκτρομαγνήτη. Επιλέχθηκε αυτού του τύπου η ερώτηση (ανοιχτού τύπου) συμφώνως προς την βιβλιογραφία που αφορά στην διερεύνηση δεξιοτήτων διεξαγωγής επιστημονικής έρευνας (Ανδρικοπούλου & Σκουμιός, 2016).

Ερώτηση Δ: Αποσκοπεί στην διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών για την έννοια «καιρός» (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε ερώτηση επεξήγησης της έννοιας «καιρός». Επιλέχθηκε αυτού του τύπου η ερώτηση (ανοιχτού τύπου), σύμφωνα με την βιβλιογραφία που αφορά την διερεύνηση αντιλήψεων για την έννοια «καιρός» (Spiropoulou, Kostopoulos & Jacovides, 1999; Λοντρίδου, 2005).

Ερώτηση Ε: Αποσκοπεί στην διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών για την έννοια «κλίμα» (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε ερώτηση επεξήγησης της έννοιας «κλίμα». Στους μαθητές δίνεται ένα πρόβλημα που αφορά στην κατασκευή ηλεκτρομαγνήτη. Επιλέχθηκε αυτού του τύπου η ερώτηση (ανοιχτού τύπου), σύμφωνα με την



βιβλιογραφία που αφορά την ανίχνευση αντιλήψεων για την έννοια «κλίμα». (Spiropoulou, Kostopoulos & Jacovides, 1999; Λοντρίδου, 2005).

Ερώτηση ΣΤ1: Αποσκοπεί στη διερεύνηση υπολογισμού πιθανοτήτων (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να διαχειριστούν έναν πίνακα δεδομένων. Επιλέχθηκε αυτού του τύπου η ερώτηση (ανοιχτού τύπου) ακολούθως με την βιβλιογραφία που αφορά στην ανάπτυξη και διερεύνηση γνώσεων και δεξιοτήτων στις πιθανότητες δια μέσου της διδακτικής προσέγγισης STEM. (NSW, 2018).

Ερώτηση ΣΤ2: Αποσκοπεί στη διερεύνηση υπολογισμού πιθανοτήτων (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να υπολογίσουν την πιθανότητα βροχής. Επιλέχθηκε αυτού του τύπου η ερώτηση (ανοιχτού τύπου) ακολούθως με την βιβλιογραφία που αφορά στην ανάπτυξη και διερεύνηση γνώσεων και δεξιοτήτων στις πιθανότητες δια μέσου της διδακτικής προσέγγισης STEM (NSW, 2018).

Ερώτηση Ζ1: Αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στην δήλωση «Ανυπομονώ να κάνω μαθήματα STEM», επιλέγοντας την απάντηση τους από τις επιλογές της κλίμακας Likert. Αυτού του τύπου η ερώτηση επιλέχθηκε (ερώτηση με κλίμακα Likert), διότι είναι σε φάση με την διεθνή βιβλιογραφία διερεύνησης στάσεων στις Φ.Ε. (Coldex, 2018).

Ερώτηση Ζ2: Αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στην δήλωση «Μου αρέσουν τα μαθήματα STEM», επιλέγοντας την απάντηση τους από τις επιλογές της κλίμακας Likert. Αυτού του τύπου η ερώτηση επιλέχθηκε (ερώτηση με κλίμακα Likert), διότι είναι σε φάση με την διεθνή βιβλιογραφία διερεύνησης στάσεων στις Φ.Ε. (Coldex, 2018).

Ερώτηση Ζ3: Αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στην δήλωση «Μου αρέσει να βλέπω στην τηλεόραση εκπομπές με θέματα σχετικά με τα μαθήματα STEM», επιλέγοντας την απάντηση τους από τις επιλογές της κλίμακας Likert. Αυτού του

τύπου η ερώτηση επιλέχθηκε (ερώτηση με κλίμακα Likert), διότι είναι σε φάση με την διεθνή βιβλιογραφία διερεύνησης στάσεων στις Φ.Ε. (Coldex, 2018).

Ερώτηση Z4: Αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στην δήλωση «Τα μαθήματα STEM δεν είναι βαρετά», επιλέγοντας την απάντηση τους από τις επιλογές της κλίμακας Likert. Αυτού του τύπου η ερώτηση επιλέχθηκε (ερώτηση με κλίμακα Likert), διότι είναι σε φάση με την διεθνή βιβλιογραφία διερεύνησης στάσεων στις Φ.Ε. (Coldex, 2018).

Ερώτηση Z5: Αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στην δήλωση «Είναι πολύ σημαντικό να μαθαίνουμε θέματα σχετικά με τα μαθήματα STEM», επιλέγοντας την απάντηση τους από τις επιλογές της κλίμακας Likert. Αυτού του τύπου η ερώτηση επιλέχθηκε (ερώτηση με κλίμακα Likert), διότι είναι σε φάση με την διεθνή βιβλιογραφία διερεύνησης στάσεων στις Φ.Ε. (Coldex, 2018).

Ερώτηση Z6: Αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στην δήλωση «Τα μαθήματα STEM είναι διασκεδαστικά», επιλέγοντας την απάντηση τους από τις επιλογές της κλίμακας Likert. Αυτού του τύπου η ερώτηση επιλέχθηκε (ερώτηση με κλίμακα Likert), διότι είναι σε φάση με την διεθνή βιβλιογραφία διερεύνησης στάσεων στις Φ.Ε. (Coldex, 2018).

Ερώτηση Z7: Αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στην δήλωση «Μαθαίνουμε ενδιαφέροντα πράγματα στα μαθήματα STEM», επιλέγοντας την απάντηση τους από τις επιλογές της κλίμακας Likert. Αυτού του τύπου η ερώτηση επιλέχθηκε (ερώτηση με κλίμακα Likert), διότι είναι σε φάση με την διεθνή βιβλιογραφία διερεύνησης στάσεων στις Φ.Ε. (Coldex, 2018).

Ερώτηση Z8: Αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στην δήλωση «Θα ήθελα να κάνουμε περισσότερες ώρες μαθήματα STEM», επιλέγοντας την απάντηση τους από τις επιλογές της κλίμακας Likert. Αυτού του τύπου η ερώτηση επιλέχθηκε

(ερώτηση με κλίμακα Likert), διότι είναι σε φάση με την διεθνή βιβλιογραφία διερεύνησης στάσεων στις Φ.Ε. (Coldex, 2018).

Ερώτηση Z9: Αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στην δήλωση «Τα μαθήματα STEM είναι από τα αγαπημένα μου μαθήματα», επιλέγοντας την απάντηση τους από τις επιλογές της κλίμακας Likert. Αυτού του τύπου η ερώτηση επιλέχθηκε (ερώτηση με κλίμακα Likert), διότι είναι σε φάση με την διεθνή βιβλιογραφία διερεύνησης στάσεων στις Φ.Ε. (Coldex, 2018).

Ερώτηση Z10: Αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. Πίνακα 4.10). Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στην δήλωση «Θα ήθελα να κάνουμε περισσότερες δραστηριότητες εκτός σχολείου σχετικές με τα μαθήματα STEM», επιλέγοντας την απάντηση τους από τις επιλογές της κλίμακας Likert. Αυτού του τύπου η ερώτηση επιλέχθηκε (ερώτηση με κλίμακα Likert), διότι είναι σε φάση με την διεθνή βιβλιογραφία διερεύνησης στάσεων στις Φ.Ε. (Coldex, 2018).

#### **4.7. Ανακεφαλαίωση**

Στο παρόν κεφάλαιο αναπτύχθηκε η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της έρευνας. Παρουσιάστηκε η ερευνητική διαδικασία, το δείγμα της έρευνας, το ερωτηματολόγιο το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο της, καθώς και το εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

### **5.1. Εισαγωγή**

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η ανάλυση των δεδομένων της παρούσας έρευνας και δομείται σε 4 ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται η ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις των μαθητών στα ερωτήματα που αφορούν συνδεσμολογία μικροελεγκτών και αισθητήρων, προγραμματισμό μικροελεγκτών και τις γνώσεις των μαθητών για την έννοια της πιθανότητας (βλ. ενότητα 5.2.). Στην δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται η ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις των μαθητών στα ερωτήματα που αναφέρονται σε πρακτικές σχεδίασης και πραγματοποίησης διερευνήσεων (βλ. ενότητα 5.3.). Στην τρίτη ενότητα παρουσιάζεται η ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις των μαθητών στα ερωτήματα που σχετίζονται με τις γνώσεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα» (βλ. ενότητα 5.4.). Στην τέταρτη ενότητα παρουσιάζεται η ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις των μαθητών που αφορούν σε στάσεις για την διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. ενότητα 5.5.).

### **5.2. Ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις στα ερωτήματα που αφορούν συνδεσμολογία μικροελεγκτών και αισθητήρων, προγραμματισμό μικροελεγκτών και τις γνώσεις των μαθητών για την έννοια της πιθανότητας**

Ως δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι γραπτές απαντήσεις που ανέπτυξαν οι 82 μαθητές που συμμετείχαν σε όλη τη διαδικασία της έρευνας, 38 της πειραματικής ομάδας και 44 της ομάδας ελέγχου, προκειμένου να αποκριθούν στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου τόσο πριν (pre-test) και μετά το πέρας (post-test) της εφαρμογής του διδακτικού σεναρίου.

Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις A1, A2, B1, B2, B3, ΣΤ1 και ΣΤ2 αξιολογήθηκαν ως κατάλληλες ή ως μη κατάλληλες. Ως κατάλληλες θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που είναι προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης, ενώ ως μη κατάλληλες θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που αποκλίνουν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και εκφράζουν τις αντιλήψεις των μαθητών.

### **5.3. Ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις στα ερωτήματα που αναφέρονται σε πρακτικές σχεδίασης και πραγματοποίησης διερευνήσεων**

Για την αξιολόγηση των απαντήσεων των ερωτήσεων Γ1-Γ5 που αφορούν διερεύνηση πρακτικών σχεδίασης έρευνας των μαθητών χρησιμοποιήθηκε το πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων των Arnold, Kremer και Mayer (2014), το οποίο κατηγοριοποιεί τις απαντήσεις των μαθητών σε τέσσερα επίπεδα. Η κατηγοριοποίηση αυτή αφορά απαντήσεις που δίνονται για τον ορισμό ανεξάρτητης μεταβλητής, εξαρτημένης μεταβλητής, καθώς και μεταβλητών ελέγχου. Για την αξιολόγηση της διατύπωσης ερευνητικού ερωτήματος και της διατύπωσης πλαισίου έρευνας χρησιμοποιήθηκε το πλαίσιο ανάλυσης που πρότεινε η Λούτση (2016).

Στον Πίνακα 5.12 παρουσιάζεται το πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ1 που αφορά στην διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος.

Πίνακας 5.1: Πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.1 που αφορά στην διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος

| Επίπεδα   | Περιγραφή  |
|-----------|--|
| Επίπεδο 0 | Ο μαθητής δεν προτείνει ερώτημα                      |
| Επίπεδο 1 | Ο μαθητής προτείνει ένα μη σχετικό ερώτημα.          |
| Επίπεδο 2 | Ο μαθητής προτείνει ένα σχετικό αλλά ελλιπές ερώτημα |
| Επίπεδο 3 | Ο μαθητής προτείνει ένα σχετικό και πλήρες ερώτημα.  |

Στον Πίνακα 4.13 παρουσιάζεται το πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.2 που αφορά στον ορισμό της ανεξάρτητης μεταβλητής.

Πίνακας 5.2: Πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.2 που αφορά στον ορισμό της ανεξάρτητης μεταβλητής

| Επίπεδα   | Περιγραφή  |
|-----------|--|
| Επίπεδο 0 | Ο μαθητής δεν προτείνει την ανεξάρτητη μεταβλητή ή αναφέρει περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές.   |
| Επίπεδο 1 | Ο μαθητής προτείνει μια μη σχετική ανεξάρτητη μεταβλητή ή προτείνει μια σχετική ανεξάρτητη μεταβλητή χωρίς να αποσαφηνίζεται αν πρόκειται για ποσοτικό ή ποιοτικό μέγεθος. |
| Επίπεδο 2 | Ο μαθητής καταγράφει την ανεξάρτητη μεταβλητή με ποιοτικούς όρους.   |
| Επίπεδο 3 | Ο μαθητής καταγράφει την ανεξάρτητη μεταβλητή με ποσοτικούς όρους.   |

Στον Πίνακα 5.14 παρουσιάζεται το πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του υποερωτήματος Γ.3 που αφορά στον ορισμό της μεταβλητών ελέγχου.

Πίνακας 5.3: Πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.3 που αφορά στον ορισμό της μεταβλητών ελέγχου

| Επίπεδα   | Περιγραφή   |
|-----------|---|
| Επίπεδο 0 | Ο μαθητής δεν προτείνει μεταβλητές ελέγχου.   |
| Επίπεδο 1 | Ο μαθητής προτείνει κάποιες μεταβλητές με ασαφή τρόπο ή προτείνει μη σχετικές μεταβλητές ελέγχου. |
| Επίπεδο 2 | Ο μαθητής προτείνει μία ή δύο κατάλληλες μεταβλητές ελέγχου.                                      |
| Επίπεδο 3 | Ο μαθητής προτείνει περισσότερες από δύο κατάλληλες μεταβλητές ελέγχου.                           |

Στον Πίνακα 5.15 παρουσιάζεται το πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του υποερωτήματος Γ.3 που αφορά στον ορισμό της μεταβλητών ελέγχου.

Πίνακας 5.4: Πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.3 που αφορά στον ορισμό της μεταβλητών ελέγχου

| Επίπεδα   | Περιγραφή  |
|-----------|--|
| Επίπεδο 0 | Ο μαθητής δεν προτείνει εξαρτημένη μεταβλητή.  |
| Επίπεδο 1 | Ο μαθητής προτείνει μη σχετική εξαρτημένη μεταβλητή ή προτείνει μια σχετική εξαρτημένη μεταβλητή χωρίς να αποσαφηνίζεται αν πρόκειται για ποιοτικό ή ποσοτικό μέγεθος. |
| Επίπεδο 2 | Ο μαθητής καταγράφει μια σχετική εξαρτημένη μεταβλητή ποιοτικά.  |
| Επίπεδο 3 | Ο μαθητής καταγράφει μια σχετική εξαρτημένη μεταβλητή ποσοτικά.  |

Στον Πίνακα 5.16 παρουσιάζεται το πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του υποερωτήματος Γ5 που αφορά στην διατύπωση πλάνου για έρευνα.

Πίνακας 5.5: Πλαίσιο ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτήματος Γ.5 που αφορά στην διατύπωση πλάνου για έρευνα

| Επίπεδα   | Περιγραφή   |
|-----------|---|
| Επίπεδο 0 | Ο μαθητής δεν προτείνει πειραματική διαδικασία.   |
| Επίπεδο 1 | Ο μαθητής προτείνει μη σχετική πειραματική διαδικασία.  |
| Επίπεδο 2 | Ο μαθητής προτείνει πειραματική διαδικασία και κάνει σαφής αναφορά σε 1 έως 3 από τα παρακάτω: στην ανεξάρτητη μεταβλητή, στις μεταβλητές ελέγχου, στην εξαρτημένη μεταβλητή και στο όργανο μέτρησης. |
| Επίπεδο 3 | Ο μαθητής προτείνει πειραματική διαδικασία και κάνει σαφής αναφορά στην ανεξάρτητη μεταβλητή, στις μεταβλητές ελέγχου και στην εξαρτημένη μεταβλητή.  |

Στην συνέχεια παρατίθενται μερικά παραδείγματα απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις Γ1-Γ5.

Ο Έντι και η Γιώτα κατασκεύασαν έναν ηλεκτρομαγνήτη. Διαφωνούν όμως μεταξύ τους γιατί ο Έντι υποστηρίζει ότι μπορούν να τον κάνουν πιο ισχυρό, ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες, χρησιμοποιώντας περισσότερες μπαταρίες. Η Γιώτα όμως πιστεύει ότι κάτι τέτοιο δεν μπορεί να συμβεί αφού θεωρεί ότι δε γίνεται ένας ηλεκτρομαγνήτης να γίνει πιο ισχυρός. Ύστερα από αυτήν τη διαφωνία τα παιδιά αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Γ.1. Ποιο είναι το ερώτημα που θα ερευνήσουν τα παιδιά;

Απάντηση μαθητή επιπέδου 2:

«Γίνεται ένας ηλεκτρομαγνήτης να γίνει πιο ισχυρός ;»

Γ.2. Τι θα αλλάξουν στην έρευνα που θα κάνουν;

Απάντηση μαθητή επιπέδου 1:

«Το υλικό του πυρήνα αν μπορεί να γίνει πιο διηλεκτρικό»

Γ.3. Τι δεν θα αλλάξουν στην έρευνα που θα κάνουν;

Απάντηση μαθητή επιπέδου 3:

- «1. Την πολικότητα της πηγής
2. Το υλικό του σπειρώματος
3. Τις ατμοσφαιρικές συνθήκες»

Γ.4. Τι θα μετρήσουν;

Απάντηση μαθητή επιπέδου 3:

«Την ισχύ του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου»

Γ.5. Τι θα πρότεινες να κάνουν τα παιδιά ώστε να δουν ποιος έχει δίκιο; (Να απαντήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς)

Απάντηση μαθητή επιπέδου 1:

«Πειραματικές δοκιμές»



#### 5.4. Ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις στα ερωτήματα που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα»

Οι απαντήσεις των ερωτήσεων Δ και Ε που αφορούν τον καιρό και το κλίμα αντίστοιχα ταξινομήθηκαν με βάση την κατηγοριοποίηση των Spiropoulou & Kostopoulos (1997).

Στον Πίνακα 5.17 παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση των απαντήσεων για την έννοια «καιρός» και στον Πίνακα 5.18 παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση των απαντήσεων για την έννοια «κλίμα».

Πίνακας 5.6: Κατηγοριοποίηση των απαντήσεων για την έννοια «καιρός»

| <b>Οι κατηγορίες των απαντήσεων</b>   |
|---|
| Κοντά στην επιστημονική άποψη   |
| Ελλιπής απάντηση (στοιχεία φαινομενολογίας)                                     |
| Αναφορά μόνο σε ένα στοιχείο του καιρού : τη θερμοκρασία (Περιορισμένη εστίαση) |
| Σύγχυση των εννοιών “καιρός” και “κλίμα”  |
| Μη κατατάξιμα   |
| Δεν ξέρω/Λευκά  |

Πίνακας 5.7: Κατηγοριοποίηση των απαντήσεων για την έννοια «κλίμα»

| <b>Οι κατηγορίες των απαντήσεων</b>   |
|---|
| Κοντά στην επιστημονική άποψη   |
| Ελλιπής απάντηση (Γνώση “κοινού νου”)   |
| Αναφορά μόνο σε ένα στοιχείο του καιρού : τη θερμοκρασία (Περιορισμένη εστίαση) |
| Σύγχυση των εννοιών “καιρός” και “κλίμα”  |
| Μη κατατάξιμα   |
| Δεν ξέρω/Λευκά  |

Στην συνέχεια παρατίθενται μερικά παραδείγματα απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση Δ:

Ερώτηση Δ:

Ένας φίλος σου ζητά να του εξηγήσεις όσο πιο απλά μπορείς τι εννοούμε όταν αναφέρουμε τη λέξη «καιρός». Γράψε όσο πιο αναλυτικά μπορείς την απάντηση που θα του έδινες.

Απάντηση μαθητή κατηγορίας «Μη κατατάξιμα»:

«Καιρός είναι αυτό που νοιώθεις όταν βγαίνεις έξω από το σπίτι»

Απάντηση κατηγορίας «Κοντά στην επιστημονική άποψη»:

«Είναι η μελέτη των καιρικών φαινομένων βραχυπρόθεσμα»

Απάντηση μαθητή κατηγορίας «Ελλιπής απάντηση (στοιχεία φαινομενολογίας)»:

«Υγρασία, αέρας, ατμοσφαιρική πίεση»

Απάντηση μαθητή κατηγορίας «Μη κατατάξιμα»:

«Καιρός είναι ο μετεο αν είναι καλός καιρός»

Απάντηση μαθητή κατηγορίας «Σύγχυση των εννοιών “καιρός” και “κλίμα”»:

«Ο καιρός είναι βροχερός. Κάνει κρύο και έχει υγρασία»

Στην συνέχεια παρατίθενται μερικά παραδείγματα απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση Ε:

Ερώτηση Ε:

Ο ίδιος φίλος σου ζητά να του εξηγήσεις όσο πιο απλά μπορείς τι εννοούμε όταν αναφέρουμε τη φράση «το κλίμα ενός τόπου». Γράψε όσο πιο αναλυτικά μπορείς την απάντηση που θα του έδινες.

Απάντηση μαθητή κατηγορίας «Μη κατατάξιμα»: «Το κλίμα του κάθε τόπου είναι διαφορετικός. Στην Ρόδο έχουμε υγρασία»

Απάντηση μαθητή κατηγορίας «Μη κατατάξιμα»:

«Είναι η μεταβολή των συνθηκών π.χ. υγρασία θερμοκρασία κ.τ.λ. για μεγάλο χρονικό διάστημα»

Απάντηση μαθητή κατηγορίας «Μη κατατάξιμα»:

«Το κλίμα εξαρτάτε από θερμοκρασία, υγρασία, εποχή- ατμοσφαιρική πίεση

Απάντηση μαθητή κατηγορίας «Ελλιπής απάντηση (Γνώση ‘κοινού νου’）」:

« Το κλίμα ενός τόπου είναι μια γενική έννοια του καιρού στον τόπο αυτό π.χ. μεσογειακό κλίμα-εύκρατο κλίμα»

Μετά την ανωτέρω ταξινόμηση των απαντήσεων των μαθητών ως κατάλληλες απαντήσεις θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που εμπίπτουν στην κατηγορία «κοντά στην επιστημονική άποψη» και όλες οι άλλες θεωρήθηκαν μη κατάλληλες.

### **5.5. Ανάλυση δεδομένων για τις απαντήσεις στα ερωτήματα που αφορούν σε στάσεις των μαθητών για την διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε**

Όσον αφορά τις απαντήσεις των ερωτήσεων Z1-Z10 η αξιολόγηση τους έγινε δια της κλίμακας Likert. Η διαβάθμιση της κλίμακας έχει τα εξής επίπεδα:

- Διαφωνώ απόλυτα
- Διαφωνώ
- Δεν είμαι σίγουρος
- Συμφωνώ
- Συμφωνώ απόλυτα

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων (υπολογισμοί Μ.Ο., τυπικής απόκλισης, κανονικότητας, ισοδυναμίας ομάδων, επίδοσης ομάδων, υπεροχής επίδοσης), χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο Statistical Package for Social Sciences 24 (SPSS 24).

Προσδιορίστηκαν οι Μ.Ο. της επίδοσης των μαθητών για κάθε ομάδα ερωτήσεων. Επιπρόσθετα προσδιορίστηκε ο Μ.Ο. επίδοσης των μαθητών σε κάθε ερώτηση ξεχωριστά, η τυπική απόκλιση των απαντήσεων των ερωτημάτων Γ1-Γ5 και Ζ1-Ζ10. Ακόμη προσδιορίστηκε το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων.

Για τον έλεγχο της κανονικότητας της κατανομής των απαντήσεων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Kolmogorov – Smirnov.

Για τον έλεγχο της ισοδυναμίας των ομάδων έγινε μη παραμετρικός έλεγχος Mann Whitney- U.

Για την διερεύνηση της επίδοσης κάθε ομάδας ξεχωριστά χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon.

Για τον διερεύνηση της υπεροχής της επίδοσης της πειραματικής ομάδας συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου πραγματοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος Mann Whitney- U.

Ως όριο στατιστικής σημαντικότητας επιλέχθηκε το  $p=0,05$ .

#### **5.4. Ανακεφαλαίωση**

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε ο τρόπος ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάστηκε η ανάλυση των δεδομένων για όλους τους διαφορετικούς τύπους των ερωτημάτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 6.1. Εισαγωγή

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων οργανώνεται σε έξι άξονες. Στον πρώτο άξονα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών (ενότητα 6.2). Στο δεύτερο άξονα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων (ενότητα 6.3). Ο τρίτος άξονας αφορά στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα» (ενότητα 6.4). Ο τέταρτος άξονας αφορά στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων που αφορούν στην διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στις γνώσεις των μαθητών για τον υπολογισμό της πιθανότητας (ενότητα 6.4). Ο πέμπτος άξονας αφορά στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων που αφορούν στην διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (ενότητα 6.5). Ο έκτος άξονας παρουσιάζει τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM (ενότητα 6.6).

## 6.2. Αποτελέσματα που αφορούν στη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών

### 6.2.1. Συνδεσμολογία μικροελεγκτή

Σχετικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών, στον Πίνακα 6.1 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα A1 το οποίο αφορούσε στην συνδεσμολογία δεδομένων μικροελεγκτή.

Πίνακας 6.1: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα A1: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Προ-τεστ |      | Μετά-τεστ |      |
|-----------------------|----------|------|-----------|------|
|                       | f        | %    | f         | %    |
| Ορθή απάντηση         | 10       | 26,3 | 34        | 89,5 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 28       | 73,7 | 4         | 10,5 |

Από τον Πίνακα 6.1 διαπιστώνεται ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση το 26,3% των μαθητών έδωσαν κατάλληλη απάντηση, μετά τη διδακτική παρέμβαση το 89,5% των μαθητών έδωσε κατάλληλη απάντηση.

Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=18,839$ ,  $p=0,000$ .

Αναφορικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών, στον Πίνακα 6.2 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα A2 το οποίο αφορούσε στην συνδεσμολογία τροφοδοσίας μικροελεγκτή.

Πίνακας 6.2: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα A2: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Προ-τεστ |      | Μετά-τεστ |      |
|-----------------------|----------|------|-----------|------|
|                       | f        | %    | f         | %    |
| Ορθή απάντηση         | 12       | 31,6 | 36        | 94,7 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 26       | 68,4 | 2         | 5,3  |

Από τον Πίνακα 6.2 διαπιστώνεται ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση το 31,6% των μαθητών έδωσαν κατάλληλη απάντηση, μετά τη διδακτική παρέμβαση το 94,7% των μαθητών έδωσε κατάλληλη απάντηση.

Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=18,839$ ,  $p=0,000$ .

Αναφορικά λοιπόν με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών σχετικά με τις ερωτήσεις A1 και A2 συνολικά, μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon Rank Test έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις επιδόσεις των μαθητών πριν ( $Mdn=0,00$ ) και μετά ( $Mdn=2,00$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z= -4,406$  και  $p=0,000$ .

### 6.2.2. Προγραμματισμός μικροελεγκτή σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring

Σχετικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών, στον Πίνακα 6.3 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B1 το οποίο αφορούσε στον προγραμματισμό μικροελεγκτή σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring.

Πίνακας 6.3: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B1: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Προ-τεστ |      | Μετά-τεστ |      |
|-----------------------|----------|------|-----------|------|
|                       | f        | %    | f         | %    |
| Ορθή απάντηση         | 2        | 5,3  | 24        | 63,2 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 36       | 94,7 | 12        | 36,8 |

Από τον Πίνακα 6.3 διαπιστώνεται ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση το 5,3% των μαθητών έδωσαν κατάλληλη απάντηση, μετά τη διδακτική παρέμβαση το 63,2% των μαθητών έδωσε κατάλληλη απάντηση.

Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=16,962$ ,  $p=0,000$ .

Αναφορικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών, στον Πίνακα 6.4 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B2 το οποίο αφορούσε στον προγραμματισμό μικροελεγκτή σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring.

Πίνακας 6.4: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B2: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Προ-τεστ |      | Μετά-τεστ |      |
|-----------------------|----------|------|-----------|------|
|                       | f        | %    | f         | %    |
| Ορθή απάντηση         | 4        | 10,5 | 24        | 63,2 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 34       | 89,5 | 14        | 36,8 |

Από τον Πίνακα 6.4 διαπιστώνεται ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση το 10,5% των μαθητών έδωσαν κατάλληλη απάντηση, μετά τη διδακτική παρέμβαση το 63,2% των μαθητών έδωσε κατάλληλη απάντηση.

Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=15,042$ ,  $p=0,000$ .



Σχετικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών, στον Πίνακα 6.5 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B3 το οποίο αφορούσε στον προγραμματισμό μικροελεγκτή σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring.

Πίνακας 6.5: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B3: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Προ-τεστ |      | Μετά-τεστ |      |
|-----------------------|----------|------|-----------|------|
|                       | f        | %    | f         | %    |
| Ορθή απάντηση         | 4        | 10,5 | 20        | 52,6 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 34       | 89,5 | 14        | 47,4 |

Από τον Πίνακα 6.5 διαπιστώνεται ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση το 10,5% των μαθητών έδωσαν κατάλληλη απάντηση, μετά τη διδακτική παρέμβαση το 52,6% των μαθητών έδωσε κατάλληλη απάντηση.

Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=11,250$ ,  $p=0,000$ .

Αναφορικά λοιπόν με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών σχετικά με τις ερωτήσεις B1, B2 και B3 συνολικά, ο μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon Rank Test έδειξε στατιστικά σημαντική βελτίωση στις επιδόσεις των μαθητών πριν ( $Mdn=0,00$ ) και μετά ( $Mdn=2,00$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z= -3,864$  και  $p=0,000$ .

### **6.3. Αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων**

### 6.3.1. Αναγνώριση ερευνητικού ερωτήματος

Αναφορικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων στον Πίνακα 6.6 παρουσιάζονται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ1 το οποίο αφορούσε στην αναγνώριση του ερευνητικού ερωτήματος.

Πίνακας 6.6: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ1: συχνότητες και ποσοστά

| Επίπεδα   | Προ-τεστ |       | Μετά-τεστ |       |
|-----------|----------|-------|-----------|-------|
|           | f        | %     | f         | %     |
| Επίπεδο 0 | 6        | 15,78 | 12        | 31,75 |
| Επίπεδο 1 | 8        | 21,05 | 8         | 21,05 |
| Επίπεδο 2 | 16       | 42,10 | 4         | 10,52 |
| Επίπεδο 3 | 8        | 21,05 | 14        | 36,84 |

Σχετικά με τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ1 προέκυψε ότι πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM το 21,05% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 3, το 42,1% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 2, το 21,05 των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 1, ενώ το 15% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0 (βλ. Πίνακα 6.6). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM αυξήθηκε το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 3 (36,84%) καθώς και το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 0 (31,75%). Ίδιο παρέμεινε το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 1 και διαπιστώνεται μείωση στις απαντήσεις επιπέδου 2 (10,52) (βλ. Πίνακα 6.6).

Μάλιστα, με τον έλεγχο Wilcoxon Rank Test διαπιστώνεται ότι υπάρχει διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών πριν ( $Mdn=2,00$ ) και μετά ( $Mdn=1,00$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z=-1,036$ ,  $p=0,300$ .

### 6.3.2. Αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής

Αναφορικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων στον Πίνακα 6.7 παρουσιάζονται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ2 το οποίο αφορούσε στην αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής.

Πίνακας 6.7: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ2: συχνότητες και ποσοστά

| Επίπεδα   | Προ-τεστ |       | Μετά-τεστ |       |
|-----------|----------|-------|-----------|-------|
|           | f        | %     | f         | %     |
| Επίπεδο 0 | 8        | 21,05 | 6         | 15,78 |
| Επίπεδο 1 | 16       | 42,10 | 10        | 26,31 |
| Επίπεδο 2 | 4        | 10,52 | 2         | 5,26  |
| Επίπεδο 3 | 10       | 26,31 | 20        | 52,63 |

Σχετικά με τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ2 προέκυψε ότι πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM το 26,31% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 3, το 10,52% των μαθητών ανέπτυξε απαντήσεις επιπέδου 2, το 42,1% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 1, ενώ το 21,5% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0 (βλ. Πίνακα 6.7). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM αυξήθηκε το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 3 (52,63%) και μειώθηκαν τα ποσοστά των υπόλοιπων επιπέδων. Το επίπεδο απαντήσεων 2 μειώθηκε σε 5,26%, το επίπεδο απαντήσεων 1 μειώθηκε σε 26,31 και το επίπεδο απαντήσεων 0 μειώθηκε σε 15,78% (βλ. Πίνακα 6.7).

Μάλιστα, με τον έλεγχο Wilcoxon Rank Test διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών πριν ( $Mdn=1,00$ ) και μετά ( $Mdn=3,00$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z=-2,045$ ,  $p=0,041$ .

### 6.3.3. Αναγνώριση μεταβλητών ελέγχου

Αναφορικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων, στον Πίνακα 6.8 παρουσιάζονται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ3 το οποίο αφορούσε στην αναγνώριση των μεταβλητών ελέγχου.

Πίνακας 6.8: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ3: συχνότητες και ποσοστά

| Επίπεδα   | Προ-τεστ |       | Μετά-τεστ |       |
|-----------|----------|-------|-----------|-------|
|           | f        | %     | f         | %     |
| Επίπεδο 0 | 12       | 31,57 | 10        | 26,31 |
| Επίπεδο 1 | 14       | 36,84 | 6         | 15,78 |
| Επίπεδο 2 | 6        | 15,78 | 8         | 21,05 |
| Επίπεδο 3 | 6        | 15,78 | 14        | 36,84 |

Σχετικά με τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ3, από τον Πίνακα 6.8 διαπιστώνεται ότι πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM το 15,78% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 3, το 15,78% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 2, το 36,84% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 1, ενώ το 31,57% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0. Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM αυξήθηκε το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 3 (36,84%) και το ποσοστό απαντήσεων επιπέδου 2 (21,05%). Επιπρόσθετα, μειώθηκαν τα ποσοστά των υπόλοιπων επιπέδων. Το επίπεδο απαντήσεων 1 μειώθηκε σε 15,78% και το επίπεδο απαντήσεων 0 μειώθηκε σε 26,31% (βλ. Πίνακα 6.8).

Μάλιστα, με τον έλεγχο Wilcoxon Rank Test διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις απαντήσεις των απαντήσεων των μαθητών πριν ( $Mdn=1,00$ ) και μετά ( $Mdn=3,00$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z=-2,562$ ,  $p=0,010$ .

### 6.3.4. Αναγνώριση εξαρτημένης μεταβλητής

Αναφορικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων, στον Πίνακα 6.9 παρουσιάζονται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ4 το οποίο αφορούσε στην αναγνώριση της εξαρτημένης μεταβλητής.

Πίνακας 6.9: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ4: συχνότητες και ποσοστά

| Επίπεδα   | Προ-τεστ |       | Μετά-τεστ |       |
|-----------|----------|-------|-----------|-------|
|           | f        | %     | f         | %     |
| Επίπεδο 0 | 10       | 26,31 | 4         | 10,52 |
| Επίπεδο 1 | 14       | 36,84 | 18        | 47,36 |
| Επίπεδο 2 | 6        | 15,72 | 6         | 15,78 |
| Επίπεδο 3 | 8        | 21,05 | 10        | 26,31 |

Σχετικά με τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ4, από τον Πίνακα 6.9 διαπιστώνεται ότι πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM το 21,05% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 3, το 15,72% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 2, το 36,84% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 1, ενώ το 26,31% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0. Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM αυξήθηκε το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 3 (26,31%). Επιπρόσθετα, αυξήθηκε το ποσοστό απαντήσεων επιπέδου 2 (15,78%) και το ποσοστό απαντήσεων επιπέδου 1 (47,36%). Το επίπεδο απαντήσεων 0 μειώθηκε σε 10,52% (βλ. Πίνακα 6.9).

Με τον έλεγχο Wilcoxon Rank Test διαπιστώνεται ότι υπάρχει διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών πριν ( $Mdn=1,00$ ) και μετά ( $Mdn=1,00$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z=-1,261$ ,  $p=0,207$ .

### 6.3.5. Διατύπωση πλαισίου για έρευνα

Σχετικά με τα αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, στον Πίνακα 6.10 παρουσιάζονται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ5 το οποίο αφορούσε στην διατύπωση πλάνου για έρευνα.

Πίνακας 6.10: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ5: συχνότητες και ποσοστά

| Επίπεδα   | Προ-τεστ |       | Μετά-τεστ |       |
|-----------|----------|-------|-----------|-------|
|           | f        | %     | f         | %     |
| Επίπεδο 0 | 18       | 47,36 | 10        | 26,31 |
| Επίπεδο 1 | 12       | 31,57 | 12        | 31,57 |
| Επίπεδο 2 | 6        | 15,78 | 4         | 10,52 |
| Επίπεδο 3 | 2        | 5,26  | 12        | 31,75 |

Σχετικά με τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ5, από τον Πίνακα 6.10 διαπιστώνεται ότι πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM το 5,26% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 3, το 15,78% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 2, το 31,57% των μαθητών ανέπτυξε απαντήσεις επιπέδου 1, ενώ το 47,36% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0 (βλ. Πίνακα 6.10). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM αυξήθηκε το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 3 (31,75%). Επιπρόσθετα, μειώθηκε το ποσοστό απαντήσεων επιπέδου 2 (10,52%) και το ποσοστό απαντήσεων επιπέδου 0 (26,31%). Το επίπεδο απαντήσεων 1 παρέμεινε ίδιο (31,57%) (βλ. Πίνακα 6.10).

Μάλιστα, με τον έλεγχο Wilcoxon Rank Test διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών πριν ( $Mdn=1,00$ ) και μετά ( $Mdn=1,00$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z=-2,707$ ,  $p=0,007$ .

Αναφορικά λοιπόν με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών σχετικά με τα ερωτήματα Γ1, Γ2, Γ3, Γ4 και Γ5 συνολικά, ο μη παραμετρικός έλεγχος

Wilcoxon Rank Test έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις επιδόσεις των μαθητών πριν ( $Mdn=6,00$ ) και μετά ( $Mdn=7,00$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z= -2,341$  και  $p=0,019$ .

#### 6.4. Αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες καιρός και κλίμα

Στον Πίνακα 6.11 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ το οποίο αφορούσε τις αντιλήψεις για τον καιρό.

Πίνακας 6.11: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων   | Προ-τεστ |       | Μετά-τεστ |       |
|---|----------|-------|-----------|-------|
|   | f        | %     | f         | %     |
| Κοντά στην επιστημονική άποψη   | 4        | 10,52 | 24        | 63,15 |
| Ελλιπής απάντηση (στοιχεία φαινομενολογίας)                                     | 4        | 10,52 | 8         | 21,05 |
| Αναφορά μόνο σε ένα στοιχείο του καιρού : τη θερμοκρασία (Περιορισμένη εστίαση) | 6        | 15,78 | 0         | 0     |
| Σύγχυση των εννοιών “καιρός” και “κλίμα”  | 4        | 10,52 | 0         | 0     |
| Μη κατατάξιμα   | 10       | 26,31 | 2         | 5,26  |
| Δεν ξέρω/Λευκά  | 10       | 26,31 | 4         | 10,52 |

Στον Πίνακα 6.12 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Ε το οποίο αφορούσε τις αντιλήψεις για το κλίμα.

Πίνακας 6.12: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Ε: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων   | Προ-τεστ |       | Μετά-τεστ |       |
|---|----------|-------|-----------|-------|
|   | f        | %     | f         | %     |
| Κοντά στην επιστημονική άποψη   | 2        | 5,26  | 22        | 57,89 |
| Ελλιπής απάντηση (Γνώση “κοινού νου”)   | 4        | 10,52 | 0         | 0     |
| Αναφορά μόνο σε ένα στοιχείο του καιρού : τη θερμοκρασία (Περιορισμένη εστίαση) | 2        | 5,26  | 0         | 0     |
| Σύγχυση των εννοιών “καιρός” και “κλίμα”  | 12       | 31,57 | 0         | 0     |
| Μη κατατάξιμα   | 6        | 15,78 | 6         | 15,78 |
| Δεν ξέρω/Λευκά  | 12       | 31,57 | 10        | 26,31 |

Αναφορικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα αποτελέσματα που αφορούν στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες καιρός και κλίμα, στον Πίνακα 6.13 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ το οποίο αφορά στις αντιλήψεις για τον καιρό.

Πίνακας 6.13: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Προ-τεστ |      | Μετά-τεστ |      |
|-----------------------|----------|------|-----------|------|
|                       | f        | %    | f         | %    |
| Ορθή απάντηση         | 4        | 10,5 | 24        | 63,2 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 34       | 89,5 | 14        | 36,8 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ, από τον Πίνακα 6.13 διαπιστώνεται ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση το 10,5% των μαθητών έδωσαν κατάλληλη απάντηση, μετά τη διδακτική παρέμβαση το 63,2% των μαθητών έδωσε κατάλληλη απάντηση.

Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=18,050$ ,  $p=0,000$ .



Αναφορικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα αποτελέσματα που αφορούν στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες καιρός και κλίμα, στον Πίνακα 6.14 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Ε το οποίο αφορά στις αντιλήψεις για το κλίμα.

Πίνακας 6.14: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Ε: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Προ-τεστ |      | Μετά-τεστ |      |
|-----------------------|----------|------|-----------|------|
|                       | f        | %    | f         | %    |
| Ορθή απάντηση         | 2        | 5,3  | 22        | 57,9 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 36       | 94,7 | 16        | 42,1 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Ε, από τον Πίνακα 6.14 διαπιστώνεται ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση το 5,3% των μαθητών έδωσαν κατάλληλη απάντηση, μετά τη διδακτική παρέμβαση το 57,9% των μαθητών έδωσε κατάλληλη απάντηση. Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=18,050$ ,  $p=0,000$ .

Αναφορικά λοιπόν με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών σχετικά με τις ερωτήσεις Δ και Ε συνολικά, ο μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon Rank Test έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις επιδόσεις των μαθητών πριν ( $Mdn=0,00$ ) και μετά ( $Mdn=2,00$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z=-4,463$  και  $p=0,000$ .

## 6.5. Αποτελέσματα που αφορούν στην διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στις γνώσεις των μαθητών για τον υπολογισμό πιθανότητας

### 6.5.1. Διαχείριση δεδομένων

Αναφορικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα αποτελέσματα που αφορούν στις γνώσεις των μαθητών για τον υπολογισμό πιθανότητας, στον Πίνακα 6.15 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ1 το οποίο αφορά την διαχείριση δεδομένων πίνακα.

Πίνακας 6.15: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ1: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Προ-τεστ |      | Μετά-τεστ |      |
|-----------------------|----------|------|-----------|------|
|                       | f        | %    | f         | %    |
| Ορθή απάντηση         | 2        | 5,3  | 22        | 57,9 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 36       | 94,7 | 16        | 42,1 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ1, από τον Πίνακα 6.15 διαπιστώνεται ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση το 5,3% των μαθητών έδωσαν κατάλληλη απάντηση, μετά τη διδακτική παρέμβαση το 57,9% των μαθητών έδωσε κατάλληλη απάντηση.

Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=12,071$ ,  $p=0,000$ .

### 6.5.2. Υπολογισμός πιθανότητας

Σχετικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα αποτελέσματα που αφορούν στις γνώσεις των μαθητών για τον υπολογισμό πιθανότητας, στον Πίνακα 6.16 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ2 το οποίο αφορά στον υπολογισμό πιθανότητας γεγονότος.

Πίνακας 6.16: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ2: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Προ-τεστ |      | Μετά-τεστ |      |
|-----------------------|----------|------|-----------|------|
|                       | f        | %    | f         | %    |
| Ορθή απάντηση         | 2        | 5,3  | 12        | 31,6 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 36       | 94,7 | 26        | 64,8 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ2, από τον Πίνακα 6.16 διαπιστώνεται ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση το 5,3% των μαθητών έδωσαν κατάλληλη απάντηση, μετά τη διδακτική παρέμβαση το 31,6% των μαθητών έδωσε κατάλληλη απάντηση.

Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=8,100$ ,  $p=0,000$ .

Αναφορικά λοιπόν με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών σχετικά με τα ερωτήματα Στ1 και Στ2 συνολικά, ο μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon Rank Test έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις επιδόσεις των μαθητών πριν ( $Mdn=0,00$ ) και μετά ( $Mdn=0,00$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z=-3,619$  και  $p=0,000$ .

### **6.6. Αποτελέσματα που αφορούν στην διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε**

Σχετικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα αποτελέσματα που αφορούν στις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε, στον Πίνακα 6.17 παρουσιάζονται οι Μέσοι Όροι, οι Τυπικές Αποκλίσεις και τα αποτελέσματα του Wilcoxon Rank Test στα

ερωτήματα Z1-Z10 τα οποία αφορούν στις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Πίνακας 6.17: Μέσος Όρος (M), Τυπική Απόκλιση (SD) και αποτελέσματα του Wilcoxon Rank Test για τις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε

| Δηλώσεις   | Πριν |       | Μετά |       | Z      | p     |
|--|------|-------|------|-------|--------|-------|
|  | M    | SD    | M    | SD    |        |       |
| Z1. Ανυπομονώ να κάνω μαθήματα STEM  | 4,05 | 0,769 | 3,79 | 1,339 | -0,485 | 0,628 |
| Z2. Μου αρέσουν τα μαθήματα STEM   | 4,11 | 0,727 | 4,26 | 0,724 | -1,897 | 0,050 |
| Z3. Μου αρέσει να βλέπω στην τηλεόραση εκπομπές με θέματα σχετικά με τα μαθήματα STEM    | 4,00 | 0,870 | 4,00 | 0,986 | -0,054 | 0,957 |
| Z4. Τα μαθήματα STEM δεν είναι βαρετά  | 3,89 | 0,924 | 4,21 | 0,528 | -2,443 | 0,015 |
| Z5. Είναι πολύ σημαντικό να μάθουμε θέματα σχετικά με τα μαθήματα STEM                   | 4,16 | 0,754 | 4,32 | 0,662 | -1,428 | 0,153 |
| Z6. Τα μαθήματα STEM είναι διασκεδαστικά   | 3,79 | 1,069 | 4,26 | 0,724 | -2,972 | 0,003 |
| Z7. Μαθαίνουμε ενδιαφέροντα πράγματα στα μαθήματα STEM                                   | 4,21 | 0,777 | 4,47 | 0,506 | -2,640 | 0,008 |
| Z8. Θα ήθελα να κάνουμε περισσότερες ώρες τα μαθήματα STEM                               | 3,84 | 1,053 | 4,05 | 0,837 | -1,999 | 0,046 |
| Z9. Τα μαθήματα STEM είναι από τα αγαπημένα μου μαθήματα                                 | 3,79 | 1,069 | 4,00 | 0,870 | -2,271 | 0,023 |
| Z10. Θα ήθελα να κάνουμε περισσότερες δραστηριότητες εκτός σχολείου για τα μαθήματα STEM | 3,89 | 1,034 | 4,11 | 0,798 | -1,867 | 0,062 |

Σχετικά με τις δηλώσεις των μαθητών στα ερωτήματα στάσεων, από τον πίνακα 6.17 διαπιστώνεται ότι σε 6 από τα 10 ερωτήματα ανιχνεύτηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις δηλώσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM. Στα υπόλοιπα 4 ερωτήματα δεν ανιχνεύτηκε σημαντική διαφοροποίηση στις δηλώσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση.

Αναφορικά λοιπόν με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών σχετικά με τα ερωτήματα Z1-Z10 συνολικά, ο μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon Rank Test έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις δηλώσεις των μαθητών πριν ( $Mdn=4,000$ ) και μετά ( $Mdn=4,000$ ) τη διδακτική παρέμβαση με  $Z=-2,741$  και  $p=0,006$ .

## **6.7. Διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM.**

### **6.7.1. Συνδεσμολογία μικροελεγκτή**

Αρχικά διενεργήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος ισοδυναμίας Mann-Whitney U των ομάδων των μαθητών στα ερωτήματα A1 και A2 καθώς οι απαντήσεις τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή. Ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά οι απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=0,00$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=0,00$ ) στα ερωτήματα A1, A2 του Προ-τεστ,  $U=558,00$ ,  $p<0,05$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.18 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα A1 το οποίο αφορούσε στην συνδεσμολογία δεδομένων μικροελεγκτή.

Πίνακας 6.18: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα A1: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Ομάδα ελέγχου |      | Ομάδα πειραματική |      |
|-----------------------|---------------|------|-------------------|------|
|                       | f             | %    | f                 | %    |
| Ορθή απάντηση         | 34            | 77,3 | 34                | 89,5 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 10            | 22,7 | 4                 | 10,5 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα A1, από τον Πίνακα 6.18 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ήταν 89,5%, ενώ το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της ομάδας ελέγχου ήταν 77,3%.

Ο μη παραμετρικός έλεγχος Pearson Chi-Square έδειξε διαφοροποίηση των κατηγοριών απαντήσεων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων,  $\chi^2(1)=2,144$ ,  $p=0,143$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.19 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα A2 το οποίο αφορούσε στην συνδεσμολογία τροφοδοσίας μικροελεγτή.

Πίνακας 6.19: Κατηγορίες απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα A2: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Ομάδα ελέγχου |      | Ομάδα πειραματική |      |
|-----------------------|---------------|------|-------------------|------|
|                       | f             | %    | f                 | %    |
| Ορθή απάντηση         | 28            | 63,6 | 36                | 94,7 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 16            | 36,4 | 2                 | 5,3  |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα A2, από τον Πίνακα 6.19 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ήταν 94,7%, ενώ το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της ομάδας ελέγχου ήταν 63,6%.

Μάλιστα ο μη παραμετρικός έλεγχος Pearson Chi-Square έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των κατηγοριών απαντήσεων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων,  $\chi^2(1)=11,511, p=0,000$ .

Αναφορικά λοιπόν με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στα ερωτήματα A1 και A2 ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά οι επιδόσεις των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=2,00$ ) και των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=2,00$ ) με  $U=584,000, p=0,003$ .

#### **6.7.2. Προγραμματισμός μικροελεγκτή σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring**

Πραγματοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος ισοδυναμίας Mann-Whitney U των δύο ομάδων στα ερωτήματα B1, B2, B3 καθώς οι απαντήσεις τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή. Ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά οι απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=0,00$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=0,00$ ) στα ερωτήματα B1-B3 του Προ-τεστ με  $U=748,000, p<0,05$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.20 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B1 το οποίο αφορούσε στον προγραμματισμό μικροελεγκτή σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring.



Πίνακας 6.20: Κατηγορίες απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B1: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Ομάδα ελέγχου |      | Ομάδα πειραματική |      |
|-----------------------|---------------|------|-------------------|------|
|                       | f             | %    | f                 | %    |
| Ορθή απάντηση         | 4             | 9,1  | 24                | 63,2 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 40            | 90,9 | 14                | 36,8 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B1, από τον Πίνακα 6.20 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ήταν 63,2%, ενώ το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της ομάδας ελέγχου ήταν 9,1%.

Μάλιστα ο μη παραμετρικός έλεγχος Pearson Chi-Square έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των κατηγοριών απαντήσεων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων,  $\chi^2(1)=26,507, p=0,000$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.21 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B2 το οποίο αφορούσε στον προγραμματισμό μικροελεγτή σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring.

Πίνακας 6.21: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B2: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Ομάδα ελέγχου |      | Ομάδα πειραματική |      |
|-----------------------|---------------|------|-------------------|------|
|                       | f             | %    | f                 | %    |
| Ορθή απάντηση         | 4             | 9,1  | 24                | 63,2 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 40            | 90,9 | 14                | 36,8 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα B2, από τον Πίνακα 6.21 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ήταν 63,2%, ενώ το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της ομάδας ελέγχου ήταν 9,1%.

Μάλιστα ο μη παραμετρικός έλεγχος Pearson Chi-Square έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των κατηγοριών απαντήσεων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων,  $\chi^2(1)=26,507, p=0,000$ ).

Σχετικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.22 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Β3 το οποίο αφορούσε στον προγραμματισμό μικροελεγτή σε γλώσσα προγραμματισμού Wiring.

Πίνακας 6.22: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Β3: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Ομάδα ελέγχου |      | Ομάδα πειραματική |      |
|-----------------------|---------------|------|-------------------|------|
|                       | f             | %    | f                 | %    |
| Ορθή απάντηση         | 6             | 13,6 | 20                | 52,6 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 38            | 86,4 | 18                | 47,4 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Β3, από τον Πίνακα 6.22 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ήταν 52,6%, ενώ το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της ομάδας ελέγχου ήταν 13,6%.

Μάλιστα ο μη παραμετρικός έλεγχος Pearson Chi-Square έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των κατηγοριών απαντήσεων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων,  $\chi^2(1)=14,319, p=0,000$ .

Αναφορικά λοιπόν με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στα ερωτήματα Β1 Β2 και Β3 συνολικά, ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά οι επιδόσεις των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=2,00$ ) και των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=0,00$ ) με  $U=370,000, p=0,000$ .

### 6.7.3. Πρακτικές σχεδίασης και πραγματοποίησης έρευνας

Αρχικά διενεργήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος ισοδυναμίας Mann-Whitney U των ομάδων των μαθητών στα ερωτήματα Γ1 έως και Γ5 καθώς οι απαντήσεις τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή. Ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι δεν διαφοροποιούνται σημαντικά οι απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=6,00$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=6,00$ ) στα ερωτήματα Γ1-Γ5 του Προ-τεστ  $U=754,000, p>0,05$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.23 παρουσιάζονται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών και των δύο ομάδων (πειραματική, ελέγχου) στο ερώτημα Γ1 το οποίο αφορούσε στην αναγνώριση ερευνητικού ερωτήματος.

Πίνακας 6.23: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ1: συχνότητες και ποσοστά

| Επίπεδα   | Ομάδα ελέγχου |       | Ομάδα πειραματική |       |
|-----------|---------------|-------|-------------------|-------|
|           | f             | %     | f                 | %     |
| Επίπεδο 0 | 12            | 27,27 | 12                | 31,75 |
| Επίπεδο 1 | 8             | 18,18 | 8                 | 21,05 |
| Επίπεδο 2 | 22            | 50    | 4                 | 10,52 |
| Επίπεδο 3 | 2             | 4,54  | 14                | 36,84 |

Σχετικά με τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ1, από τον Πίνακα 6.23 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το 4,54% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 3, ενώ στην πειραματική ομάδα το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 3 ανέρχεται σε 36,84%. Το 50% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 2, ενώ το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 2 στην πειραματική ομάδα είναι 10,52%. Στις απαντήσεις επιπέδου 1 το ποσοστό της ομάδας ελέγχου είναι 18,18, ενώ το ποσοστό της πειραματικής ομάδας ανέρχεται σε 21,05%. Τέλος, το 27,27 των μαθητών

της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0, ενώ στην πειραματική ομάδα το 31,75% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0 (βλ. Πίνακα 6.23).

Με το τεστ Mann-Whitney U διαπιστώνεται ότι υπάρχει διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=1,00$ ) και των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=2,00$ ) με  $U=746,000$ ,  $p=0,385$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.24 παρουσιάζονται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών και των δύο ομάδων (πειραματική, έλεγχου) στο ερώτημα Γ2 το οποίο αφορούσε στην αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής.

Πίνακας 6.24: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ2: συχνότητες και ποσοστά

| Επίπεδα   | Ομάδα έλεγχου |       | Ομάδα πειραματική |       |
|-----------|---------------|-------|-------------------|-------|
|           | f             | %     | f                 | %     |
| Επίπεδο 0 | 18            | 40,90 | 6                 | 15,78 |
| Επίπεδο 1 | 6             | 13,63 | 10                | 26,31 |
| Επίπεδο 2 | 8             | 18,18 | 2                 | 5,26  |
| Επίπεδο 3 | 12            | 27,27 | 20                | 52,63 |

Σχετικά με τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ2, από τον Πίνακα 6.24 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το 27,27% των μαθητών της ομάδας ελέγχου ανέπτυξε απαντήσεις επιπέδου 3, ενώ στην πειραματική ομάδα το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 3 ανέρχεται σε 52,63%. Το 18,18% των μαθητών της ομάδας ελέγχου ανέπτυξε απαντήσεις επιπέδου 2, ενώ το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 2 στην πειραματική ομάδα είναι 5,26%. Στις απαντήσεις επιπέδου 1 το ποσοστό της ομάδας ελέγχου είναι 13,63% ενώ το ποσοστό της πειραματικής ομάδας ανέρχεται σε 26,31%. Τέλος το 40,9% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0, ενώ στην πειραματική ομάδα το 15,78% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0 (βλ. Πίνακα 6.24).

Μάλιστα με το τεστ Mann-Whitney U διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=3,00$ ) και των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=1,00$ ) με  $U=592,000$ ,  $p=0,017$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.25 παρουσιάζονται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών και των δύο ομάδων (πειραματική, ελέγχου) στο ερώτημα Γ3 το οποίο αφορούσε στην αναγνώριση μεταβλητών ελέγχου.

Πίνακας 6.25: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ3: συχνότητες και ποσοστά

| Επίπεδα   | Ομάδα ελέγχου |       | Ομάδα πειραματική |       |
|-----------|---------------|-------|-------------------|-------|
|           | f             | %     | f                 | %     |
| Επίπεδο 0 | 20            | 4,54  | 10                | 26,31 |
| Επίπεδο 1 | 6             | 13,63 | 6                 | 15,78 |
| Επίπεδο 2 | 16            | 3,63  | 8                 | 21,05 |
| Επίπεδο 3 | 2             | 4,54  | 14                | 36,84 |

Σχετικά με τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ3, από τον Πίνακα 6.25 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το 4,54% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 3, ενώ στην πειραματική ομάδα το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 3 ανέρχεται σε 36,84%. Το 3,63% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 2, ενώ το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 2 στην πειραματική ομάδα είναι 21,05%. Στις απαντήσεις επιπέδου 1 το ποσοστό της ομάδας ελέγχου είναι 13,63% ενώ το ποσοστό της πειραματικής ομάδας ανέρχεται σε 15,78%. Τέλος το 4,54% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0, ενώ στην πειραματική ομάδα το 26,31% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0 (βλ. Πίνακα 6.25).

Μάλιστα με το τεστ Mann-Whitney U διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=2,00$ ) και των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=1,00$ ) με  $U=560,000$ ,  $p=0,007$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.26 παρουσιάζονται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών και των δύο ομάδων

(πειραματική, ελέγχου) στο ερώτημα Γ4 το οποίο αφορούσε στην αναγνώριση εξαρτημένης μεταβλητής.

Πίνακας 6.26: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ4: συχνότητες και ποσοστά

| Επίπεδα   | Προ-τεστ |       | Μετά-τεστ |       |
|-----------|----------|-------|-----------|-------|
|           | f        | %     | f         | %     |
| Επίπεδο 0 | 22       | 50    | 4         | 10,52 |
| Επίπεδο 1 | 12       | 27,27 | 18        | 47,36 |
| Επίπεδο 2 | 6        | 13,63 | 6         | 15,78 |
| Επίπεδο 3 | 4        | 9,09  | 10        | 26,31 |

Σχετικά με τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ4, από τον Πίνακα 6.26 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το 9,09% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 3, ενώ στην πειραματική ομάδα το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 3 ανέρχεται σε 26,31%. Το 13,63% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 2, ενώ το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 2 στην πειραματική ομάδα είναι 15,78%. Στις απαντήσεις επιπέδου 1 το ποσοστό της ομάδας ελέγχου είναι 27,27% ενώ το ποσοστό της πειραματικής ομάδας ανέρχεται σε 47,36%. Τέλος το 50% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0, ενώ στην πειραματική ομάδα το 10,52% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0 (βλ. Πίνακα 6.26).

Μάλιστα με το τεστ Mann-Whitney U διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=0,50$ ) και των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=1,00$ ) με  $U=482,000$ ,  $p=0,001$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.27 παρουσιάζονται τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών και των δύο ομάδων (πειραματική, ελέγχου) στο ερώτημα Γ5 το οποίο αφορούσε στην διατύπωση πλαισίου για έρευνα.

Πίνακας 6.27: Τα επίπεδα απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ5: συχνότητες και ποσοστά

| Επίπεδα   | Προ-τεστ |       | Μετά-τεστ |       |
|-----------|----------|-------|-----------|-------|
|           | f        | %     | f         | %     |
| Επίπεδο 0 | 28       | 63,63 | 10        | 26,31 |
| Επίπεδο 1 | 12       | 27,27 | 12        | 31,57 |
| Επίπεδο 2 | 4        | 9,09  | 4         | 10,52 |
| Επίπεδο 3 | 0        | 0     | 12        | 31,75 |

Σχετικά με τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Γ5, από τον Πίνακα 6.27 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το 0% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 3, ενώ στην πειραματική ομάδα το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 3 ανέρχεται σε 31,75%. Το 9,09% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 2, ενώ το ποσοστό των απαντήσεων επιπέδου 2 στην πειραματική ομάδα είναι 10,52%. Στις απαντήσεις επιπέδου 1 το ποσοστό της ομάδας ελέγχου είναι 27,27% ενώ το ποσοστό της πειραματικής ομάδας ανέρχεται σε 31,57%. Τέλος το 63,63% των μαθητών της ομάδας ελέγχου έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0, ενώ στην πειραματική ομάδα το 26,31% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επιπέδου 0 (βλ. Πίνακα 6.27).

Μάλιστα με το τεστ Mann-Whitney U διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=1,00$ ) και των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=0,00$ ) με  $U=428,000$   $p=0,000$ .

Αναφορικά λοιπόν με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στα ερωτήματα Γ1 έως και Γ5 συνολικά, ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά οι επιδόσεις των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=7,00$ ) και των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=5,50$ ) με  $U=530,000$   $p=0,004$ .

#### 6.7.4. Καιρός και κλίμα

Αρχικά διενεργήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος ισοδυναμίας Mann-Whitney U των ομάδων των μαθητών στα ερωτήματα Δ και Ε καθώς οι απαντήσεις τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή. Ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι δεν διαφοροποιούνται σημαντικά οι απαντήσεις μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=0,00$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=0,00$ ) στα ερωτήματα Δ, Ε του Προ-τεστ  $U=748,000$ ,  $p>0,05$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.28 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ το οποίο αφορούσε στις αντιλήψεις για τον καιρό.

Πίνακας 6.28: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Ομάδα ελέγχου |      | Ομάδα πειραματική |      |
|-----------------------|---------------|------|-------------------|------|
|                       | f             | %    | f                 | %    |
| Ορθή απάντηση         | 24            | 54,5 | 24                | 63,2 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 20            | 45,5 | 18                | 47,4 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ, από τον Πίνακα 6.28 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ήταν 63,2%, ενώ το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της ομάδας ελέγχου ήταν 54,5%.

Μάλιστα ο μη παραμετρικός έλεγχος Pearson Chi-Square έδειξε διαφοροποίηση των κατηγοριών απαντήσεων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων,  $\chi^2(1)=0,632$ ,  $p=0,430$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής



παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.29 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Δ το οποίο αφορούσε στις αντιλήψεις για το κλίμα.

Πίνακας 6.29: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Ε: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Ομάδα ελέγχου |      | Ομάδα πειραματική |      |
|-----------------------|---------------|------|-------------------|------|
|                       | f             | %    | f                 | %    |
| Ορθή απάντηση         | 20            | 45,5 | 22                | 57,9 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 24            | 54,5 | 16                | 42,1 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Ε, από τον Πίνακα 6.29 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ήταν 57,9%, ενώ το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της ομάδας ελέγχου ήταν 45,5%.

Ο μη παραμετρικός έλεγχος Pearson Chi-Square έδειξε διαφοροποίηση των κατηγοριών απαντήσεων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων,  $\chi^2(1)=1,263$ ,  $p=0,261$ .

Αναφορικά λοιπόν με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στα ερωτήματα Δ και Ε συνολικά ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι διαφοροποιούνται οι επιδόσεις των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=2,00$ ) και των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=1,00$ ) με  $U=700,000$ ,  $p=0,315$ .

### 6.7.5. Υπολογισμός πιθανότητας

Αρχικά διενεργήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος ισοδυναμίας Mann-Whitney U των ομάδων των μαθητών στα ερωτήματα ΣΤ1, ΣΤ2 καθώς οι απαντήσεις τους δεν ακολουθούν κανονική

κατανομή. Ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι δεν διαφοροποιούνται σημαντικά οι απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=0,00$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=0,00$ ) στα ερωτήματα Στ1, Στ2 του Προ-τεστ  $U=792,000$ ,  $p>0,05$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.30 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ1 το οποίο αφορούσε στην διαχείριση δεδομένων πίνακα.

Πίνακας 6.30: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα Στ1: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Ομάδα ελέγχου |      | Ομάδα πειραματική |      |
|-----------------------|---------------|------|-------------------|------|
|                       | f             | %    | f                 | %    |
| Ορθή απάντηση         | 2             | 4,5  | 16                | 42,1 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 42            | 95,5 | 22                | 57,9 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα ΣΤ1, από τον Πίνακα 6.30 διαπιστώνεται ότι την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ήταν 42,1%, ενώ το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της ομάδας ελέγχου ήταν 4,5%.

Ο μη παραμετρικός έλεγχος Pearson Chi-Square έδειξε διαφοροποίηση των κατηγοριών απαντήσεων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων,  $\chi^2(1)=16,790$ ,  $p=0,000$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.31 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα ΣΤ2 το οποίο αφορούσε υπολογισμό πιθανότητας γεγονότος.

Πίνακας 6.31: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα ΣΤ2: συχνότητες και ποσοστά

| Κατηγορίες απαντήσεων | Ομάδα ελέγχου |     | Ομάδα πειραματική |      |
|-----------------------|---------------|-----|-------------------|------|
|                       | f             | %   | f                 | %    |
| Ορθή απάντηση         | 0             | 0   | 12                | 31,6 |
| Λανθασμένη απάντηση   | 44            | 100 | 26                | 68,4 |

Σχετικά με τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών στο ερώτημα ΣΤ2, από τον Πίνακα 6.31 διαπιστώνεται ότι μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ήταν 31,6%, ενώ το ποσοστό των κατάλληλων απαντήσεων της ομάδας ελέγχου ήταν 0%.

Ο μη παραμετρικός έλεγχος Pearson Chi-Square έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των κατηγοριών απαντήσεων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου μετά την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων  $\chi^2(1)=16,277, p=0,000$ .

Αναφορικά λοιπόν με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στα ερωτήματα ΣΤ1, ΣΤ2 συνολικά, ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά οι επιδόσεις των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=0,00$ ) και των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό STEM ( $Mdn=0,00$ ) με  $U=468,000, p=0,000$ .

#### 6.6.6. Στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία

Αρχικά διενεργήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος ισοδυναμίας Mann-Whitney U των ομάδων των μαθητών στα ερωτήματα Z1-Z10 καθώς οι απαντήσεις τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή. Ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι δεν διαφοροποιούνται σημαντικά οι απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $Mdn=4,000$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $Mdn=3,850$ ) στα ερωτήματα Z1-Z10 του Προ-τεστ  $U=658,000, p>0,05$ .

Αναφορικά με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στον Πίνακα 6.32 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου Mann-Whitney  $U$  στα ερωτήματα Z1-Z10 τα οποία αφορούσαν στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Πίνακας 6.32: Μέσος Όρος (M), Τυπική Απόκλιση (SD) και αποτελέσματα του ελέγχου Mann-Whitney U για τις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε

| Δηλώσεις   | Ομάδα ελέγχου |       | Ομάδα πειραματική |       | U       | p     |
|--|---------------|-------|-------------------|-------|---------|-------|
|  | M             | SD    | M                 | SD    |         |       |
| Z1. Ανυπομονώ να κάνω μαθήματα STEM  | 3,59          | 0,844 | 3,79              | 1,339 | 620,000 | 0,031 |
| Z2. Μου αρέσουν τα μαθήματα STEM   | 3,86          | 0,765 | 4,26              | 0,724 | 576,000 | 0,009 |
| Z3. Μου αρέσει να βλέπω στην τηλεόραση εκπομπές με θέματα σχετικά με τα μαθήματα STEM    | 3,73          | 0,758 | 4,00              | 0,986 | 640,000 | 0,049 |
| Z4. Τα μαθήματα STEM δεν είναι βαρετά  | 3,82          | 0,896 | 4,21              | 0,528 | 658,000 | 0,050 |
| Z5. Είναι πολύ σημαντικό να μάθουμε θέματα σχετικά με τα μαθήματα STEM                   | 4,23          | 0,522 | 4,32              | 0,662 | 754,000 | 0,382 |
| Z6. Τα μαθήματα STEM είναι διασκεδαστικά   | 3,86          | 0,934 | 4,26              | 0,724 | 534,000 | 0,002 |
| Z7. Μαθαίνουμε ενδιαφέροντα πράγματα στα μαθήματα STEM                                   | 4,09          | 1,053 | 4,47              | 0,506 | 702,000 | 0,168 |
| Z8. Θα ήθελα να κάνουμε περισσότερες ώρες τα μαθήματα STEM                               | 3,50          | 1,045 | 4,05              | 0,837 | 588,000 | 0,012 |
| Z9. Τα μαθήματα STEM είναι από τα αγαπημένα μου μαθήματα                                 | 3,59          | 0,996 | 4,00              | 0,870 | 652,000 | 0,068 |
| Z10. Θα ήθελα να κάνουμε περισσότερες δραστηριότητες εκτός σχολείου για τα μαθήματα STEM | 4,14          | 0,979 | 4,11              | 0,798 | 784,000 | 0,600 |

Σχετικά με τις δηλώσεις των μαθητών στα ερωτήματα Z1-Z10, από τον Πίνακα 6.32 διαπιστώνεται στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας και τις ομάδας ελέγχου σε 6 ερωτήματα. Στα υπόλοιπα 4 ερωτήματα δεν ανιχνεύτηκε σημαντική διαφοροποίηση των δύο ομάδων.

Αναφορικά λοιπόν με τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στα ερωτήματα Z1-Z10 συνολικά, ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U έδειξε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά οι δηλώσεις των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=4,000$ ) και των μαθητών που παρακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM ( $Mdn=3,900$ ) με  $U=556,000$ ,  $p=0,022$ .

## **6.8. Σύνοψη των αποτελεσμάτων**

Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στα ερωτηματολόγια εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις στις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποίησε εκπαιδευτικό πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM. Οι διαφοροποιήσεις αυτές αφορούν στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών, στην ανάπτυξη πρακτικών σχεδίασης ερευνών, στις αντιλήψεις των μαθητών για τον καιρό και το κλίμα, στον υπολογισμό πιθανότητας και στις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Όσον αφορά τις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, η ανάλυση των απαντήσεων αποκαλύπτει στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις σε θέματα που αφορούν στην συνδεσμολογία και τον προγραμματισμό μικροελεγκτών και αισθητήρων, στην ανάπτυξη πρακτικών σχεδίασης και πραγματοποίησης ερευνών, στις αντιλήψεις για τον καιρό και το

κλίμα, στην έννοια της πιθανότητας και στις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε. Στα θέματα που αφορούν στις αντιλήψεις για τον καιρό και το κλίμα δεν προέκυψαν σημαντικές διαφοροποιήσεις.

## **6.9. Ανακεφαλαίωση**

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα που αφορούν στη διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποίησε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών, στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση και πραγματοποίηση ερευνών, στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες καιρός και κλίμα, στις γνώσεις των μαθητών για την έννοια της πιθανότητας, στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε. Επιπρόσθετα παρουσιάστηκαν οι διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM και της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 7.1. Εισαγωγή

Η έρευνα που μελετά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στη διδακτική προσέγγιση STEM είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Η παρούσα εργασία αποσκοπούσε στην μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τον μετεωρολογικό σταθμό με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM στα μαθησιακά αποτελέσματα μαθητών των τάξεων του Λυκείου. Επιπλέον, επιδιώκεται η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αυτής της παρέμβασης με τα αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης με χρήση μονοεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM. Ειδικότερα, ως ερευνητικά ερωτήματα τέθηκαν τα εξής:

Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών σε μαθητές του Λυκείου;

Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στην ανάπτυξη πρακτικών στους μαθητές Λυκείου που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων;

Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στις αντιλήψεις των μαθητών του Λυκείου για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα»;

Ερευνητικό ερώτημα 4: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στις γνώσεις των μαθητών του Λυκείου για τον υπολογισμό της πιθανότητας;



Ερευνητικό ερώτημα 5: Ποια είναι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM για το μετεωρολογικό σταθμό στις στάσεις των μαθητών του Λυκείου απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε;

Ερευνητικό ερώτημα 6: Υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα της παραπάνω διδακτικής παρέμβασης και της διδακτικής παρέμβασης με χρήση μονοεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM;

Για τις ανάγκες της έρευνας αναπτύχθηκε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό για τον μετεωρολογικό σταθμό το οποίο εφαρμόστηκε σε 38 μαθητές ΕΠΑΛ. Άλλοι 44 μαθητές αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου οι οποίοι διδάχθηκαν τα ίδια θέματα με χρήση μονοεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα ευρήματα της παρούσας εργασίας (ενότητα 7.2) και εν συνεχεία παρουσιάζονται οι περιορισμοί καθώς και οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα (ενότητα 7.3).

## **7.2. Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα κύρια ευρήματα της παρούσας έρευνας τα οποία είναι οργανωμένα σε έξι άξονες. Ο πρώτος άξονας αφορά στη συμβολή της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών (βλ. υποενότητα 7.2.1.). Ο δεύτερος άξονας αφορά στη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων (βλ. υποενότητα 7.2.2.). Ο τρίτος άξονας αναφέρεται στη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες του καιρού και του κλίματος (βλ. υποενότητα 7.2.3.). Ο τέταρτος άξονας αφορά στη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM,

στον υπολογισμό πιθανότητας (υποενότητα 7.2.4.). Ο πέμπτος άξονας αναφέρεται στη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε (υποενότητα 7.2.5.). Ο έκτος άξονας αφορά στις διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα αυτής της διδακτικής παρέμβασης (με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού) και της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό (υποενότητα 7.2.6.).

### **7.2.1. Συμβολή της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM στην εκμάθηση προγραμματισμού μικροελεγκτών, συνδεσμολογιών αισθητήρων και μικροελεγκτών**

Πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών (σχεδόν εννέα στους δέκα μαθητές) που αφορούσαν προγραμματισμό μικροελεγκτών και συνδεσμολογίες αισθητήρων και μικροελεγκτών ήταν διαφορετικές σε σχέση με την επιστημονική γνώση. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Baker et al., 2008; Martin et al., 2011; Nugent et al., 2010).

Όμως, μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών (σχεδόν έξι στους δέκα μαθητές) που αφορούσαν προγραμματισμό μικροελεγκτών και συνδεσμολογίες αισθητήρων και μικροελεγκτών ήταν προς την κατεύθυνση της επιστημονικής γνώσης. Μάλιστα συγκρίνοντας τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, προέκυψε ότι οι απαντήσεις των μαθητών βελτιώθηκαν σημαντικά. Συνεπώς, προέκυψε ότι είναι εφικτή η βελτίωση των απαντήσεων των μαθητών στον προγραμματισμό και στις συνδεσμολογίες αισθητήρων και μικροελεγκτών μέσω της διδακτικής παρέμβασης που εφαρμόστηκε.

Η βελτίωση των απαντήσεων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στο πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε. Το υλικό αυτό έδινε την δυνατότητα στους μαθητές, μέσα από την ενεργό συμμετοχή τους σε δραστηριότητες να γνωρίσουν τις συνδεσμολογίες των μικροελεγκτών και των αισθητήρων καθώς και να

εμπλακούν σε προγραμματισμό μικροελεγκτών. Έρευνες δείχνουν ότι η εφαρμογή εκπαιδευτικού υλικού STEM συμβάλλει στην γνωστική βελτίωση των μαθητών σε θέματα που άπτονται της Τεχνολογίας και την Μηχανικής (Burghard, 2010; Honey et al., 2014; NAE & NRC, 2009; Stone et al., 2008).

### **6.2.2. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στην ανάπτυξη πρακτικών στους μαθητές που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων**

Πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών που αφορούσαν ανάπτυξη πρακτικών για την σχεδίαση διερευνήσεων ήταν διαφορετικές σε σχέση με την επιστημονική γνώση.

Όμως μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, αυξήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών που ήταν προς την κατεύθυνση της επιστημονικής γνώσης, σε ερωτήματα που αφορούσαν ανάπτυξη πρακτικών για την σχεδίαση διερευνήσεων.

Μάλιστα συγκρίνοντας τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, προέκυψε ότι οι απαντήσεις των μαθητών βελτιώθηκαν σημαντικά.

Η βελτίωση των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στο πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε. Το υλικό αυτό έδινε την δυνατότητα στους μαθητές, μέσα από την ενεργό συμμετοχή τους σε δραστηριότητες να εξοικειωθούν με την υποβολή ερευνητικών ερωτημάτων, την εκφορά υποθέσεων, την αναγνώριση και τον έλεγχο μεταβλητών (εξαρτημένη, ανεξάρτητη και ελέγχου) καθώς και την περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας. Οι δραστηριότητες αυτές συμβάλλουν στη βελτίωση των πρακτικών των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση διερευνήσεων (Kyriazi & Constantinou, 2005; Schneider et al., 2002; Ανδρικοπούλου & Σκουμιός, 2016; Μουντζούρη & Σκουμιός 2015).

### **7.2.3. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα»**

Πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών (σχεδόν εννέα στους δέκα μαθητές) που αφορούσαν στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα» ήταν διαφορετικές σε σχέση με την επιστημονική γνώση.

Όμως, μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών (σχεδόν έξι στους δέκα μαθητές) που αφορούσαν στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα» ήταν προς την κατεύθυνση της επιστημονικής γνώσης. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Pruneau et al., 2001; Λοντρίδου, 2005).

Μάλιστα συγκρίνοντας τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, προέκυψε ότι οι απαντήσεις των μαθητών βελτιώθηκαν σημαντικά.

Η βελτίωση των απαντήσεων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στο πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε. Το υλικό αυτό έδινε την δυνατότητα στους μαθητές, μέσα από την ενεργό συμμετοχή τους σε δραστηριότητες, να επεξεργαστούν τις αντιλήψεις τους και να οικοδομήσουν αντιλήψεις οι οποίες συγκλίνουν με την σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης. Οι έρευνες δείχνουν ότι η διδακτική επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών μπορεί να συμβάλλει στην εννοιολογική αλλαγή (Lehrer, Schauble & Lucas, 2008; Sadler, Coyle & Schwartz, 2000; Θεοφάνους & Σκουμιός, 2015; Σκουμιός, 2005; Σκουμιός, 2009).

#### **7.2.4. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στις γνώσεις των μαθητών για τον υπολογισμό πιθανότητας**

Πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών (σχεδόν 9 στους 10 μαθητές) που αφορούσαν στις γνώσεις των μαθητών για τον υπολογισμό πιθανότητας ήταν διαφορετικές σε σχέση με την επιστημονική γνώση. Όμως, μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης STEM αυξήθηκαν (σχεδόν 3 στους 10 μαθητές) οι απαντήσεις των μαθητών που αφορούσαν στις γνώσεις των μαθητών για τον υπολογισμό πιθανότητας ήταν προς την κατεύθυνση της επιστημονικής γνώσης. Μάλιστα συγκρίνοντας τις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, προέκυψε ότι οι απαντήσεις των μαθητών βελτιώθηκαν σημαντικά.

Η βελτίωση των απαντήσεων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στο πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε. Το υλικό αυτό έδινε την δυνατότητα στους μαθητές, μέσα από την ενεργό συμμετοχή τους σε δραστηριότητες, να γνωρίσουν και να εξοικειωθούν με την έννοια της πιθανότητας. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα της έρευνας των Garfield και Ahlgren (1988) για την έννοια της πιθανότητας. Οι έρευνες δείχνουν ότι η ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού STEM συμβάλλει στην γνωστική βελτίωση των μαθητών σε θέματα που αφορούν τα Μαθηματικά (Burghardt, 2010; Honey et al., 2014; Stone et al., 2008; Tran & Nathan, 2010b).

#### **7.2.5. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε**

Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, οι μαθητές βελτίωσαν τις στάσεις τους προς τα μαθήματα STEM συγκριτικά με πριν τη διδακτική παρέμβαση. Μάλιστα συγκρίνοντας τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που

χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, προέκυψε ότι οι στάσεις των μαθητών βελτιώθηκαν σημαντικά. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα της έρευνας των Nugent et al. (2010).

Η βελτίωση των στάσεων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στο πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM που αναπτύχθηκε. Το υλικό αυτό έδινε την δυνατότητα στους μαθητές, μέσα από την ενεργό συμμετοχή τους σε δραστηριότητες, να πάρουν πρωτοβουλίες, να αναγνωρίσουν και να διερευνήσουν την σχέση μεταξύ μεταβλητών, να διατυπώσουν πλαίσια για έρευνα, να υποβάλλουν ερευνητικά ερωτήματα. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα των Edelson, Gordin & Pea (1999) που δείχνουν ότι η εμπλοκή των μαθητών με διερευνήσεις βελτιώνει τις στάσεις τους απέναντι στα μαθήματα.

#### **7.2.6. Διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα των δύο διδακτικών παρεμβάσεων**

Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι η διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM επέφερε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα συγκρινόμενη με τη διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε σε μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό. Τα μαθησιακά αποτελέσματα εξετάστηκαν στα πεδία του προγραμματισμού και της συνδεσμολογίας μικροελεγκτών και αισθητήρων, στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στην σχεδίαση διερευνήσεων, στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες «καιρός» και «κλίμα», στον υπολογισμό πιθανοτήτων και στις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Μάλιστα, από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι η βελτίωση των απαντήσεων των μαθητών στους οποίους εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση που χρησιμοποιεί πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM, ήταν σημαντικά καλύτερη από την βελτίωση των απαντήσεων των μαθητών που εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση που βασιζόταν στο μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στην σχεδίαση διερευνήσεων, στον υπολογισμό πιθανοτήτων και στις στάσεις των μαθητών απέναντι στην διδακτική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Τα σημαντικά καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης που βασίστηκε σε πολυεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό STEM μπορεί να αποδοθούν στο ότι το υλικό αυτό έδινε την δυνατότητα στους μαθητές, μέσα από την ενεργό συμμετοχή τους σε δραστηριότητες, να εξοικειωθούν με την υποβολή ερευνητικών ερωτημάτων, την εκφορά υποθέσεων, την αναγνώριση και τον έλεγχο μεταβλητών (εξαρτημένη, ανεξάρτητη και ελέγχου), την περιγραφή των πειραματικών διαδικασιών και να εξοικειωθούν με τον υπολογισμό πιθανοτήτων.

### **7.3. Περιορισμοί της εργασίας και προτάσεις για έρευνα**

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μικρό αριθμό μαθητών προερχόμενων από τμήματα του Εσπερινού ΕΠΑΛ Ρόδου. Αυτός ο παράγοντας αποτελεί περιορισμό της έρευνας. Μια πιο ολοκληρωμένη έρευνα μέσω της οποίας θα μπορούσαν να γενικευτούν τα αποτελέσματα θα πρέπει να περιλαμβάνει μεγαλύτερο δείγμα, το οποίο να προέρχεται και από άλλες σχολικές μονάδες.

Επιπρόσθετα, η παρούσα έρευνα χρησιμοποίησε ως ερευνητικό μέσο αποκλειστικά το ερωτηματολόγιο το οποίο δόθηκε στους μαθητές πριν και μετά το πέρας των διδακτικών παρεμβάσεων και συνεπώς αυτό αποτελεί ένα επιπλέον περιορισμό.

Με βάση τα προλεγόμενα και λαμβάνοντας υπόψιν τα συμπεράσματα της έρευνας προτείνουμε κάποιες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα:

(α) Διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM όχι μόνο μέσω ερωτηματολογίων αλλά και μέσω της μελέτης του γραπτού και του προφορικού λόγου των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών, ώστε να μελετηθούν οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών.

(β) Διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM σε ένα μεγαλύτερο και αντιπροσωπευτικό δείγμα του μαθητικού πληθυσμού που θα επιτρέψει την γενίκευση των αποτελεσμάτων.

(γ) Διερεύνηση της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού STEM που συγκροτήθηκε στην ανάπτυξη άλλων επιστημονικών πρακτικών (ενδεικτικά, ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία κ.α.).

#### **7.4. Ανακεφαλαίωση**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν και σχολιάστηκαν τα αποτελέσματα της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τον μετεωρολογικό σταθμό, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση STEM με χρήση πολυεπιστημονικού εκπαιδευτικού υλικού, για μαθητές Λυκείου και στην σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αυτής της διδακτικής παρέμβασης με τα μαθησιακά αποτελέσματα παρεμβάσεων που εστιάζουν στα μεμονωμένα γνωστικά αντικείμενα (μονοεπιστημονικό εκπαιδευτικό υλικό). Επιπρόσθετα, οι περιορισμοί που εντοπίστηκαν δημιουργούν ανάγκη για περαιτέρω έρευνα.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438.
- Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education. *Teacher Education on Robotic-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*, 11-26.
- Arbib, M. A. (1992). Schema theory. *The Encyclopedia of Artificial Intelligence*, 2, 1427-1443.
- Arnold, J. C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding Students' Experiments—What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36(16), 2719-2749.
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 4.
- Asunda, P. A. (2012). Standards for Technological Literacy and STEM Education Delivery through Career and Technical Education Programs. *Journal of Technology Education*, 23(2), 44-60.
- Atkinson, R. D., & Mayo, M. J. (2010). Refueling the US innovation economy: Fresh approaches to science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. *The Information Technology & Innovation Foundation*, Forthcoming.
- Atwater, M. M. (1996). Social constructivism: Infusion into the multicultural science education research agenda. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 33(8), 821-837.
- Barker, B. S., Nugent, G., Grandgenett, N., & Hampton, A. (2008). Examining 4-H robotics in the learning of science, engineering and technology topics and the related student attitudes. *Journal of Youth Development*, 2(3), 17.
- Bauerlein, M. (2001). Social constructionism: Philosophy for the academic workplace. *Partisan Review*, 68(2), 228.
- Baumgartner, E., & Reiser, B. J. (1997). Inquiry through Design: Situating and supporting inquiry through design projects in high school science classrooms. In *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (Ed.)*, Oak Brook, Illinois.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12.
- Beetner, D., Pottinger, H., & Mitchell, K. (2000). Laboratories teaching concepts in microcontrollers and hardware-software co-design. In *30th Annual Frontiers in Education Conference. Building on A Century of Progress in Engineering Education. Conference Proceedings (IEEE Cat. No. 00CH37135)* (Vol. 2, pp. S1C-1). IEEE.

- Berland, M., Baker, R. S., & Blikstein, P. (2014). Educational data mining and learning analytics: Applications to constructionist research. *Technology, Knowledge and Learning*, 19(1-2), 205-220.
- Berlin, D. F., & Lee, H. (2005). Integrating science and mathematics education: Historical analysis. *School Science and Mathematics*, 105(1), 15-24.
- Bolanakis, D. E., Glavas, E., & Evangelakis, G. A. (2007, October). Levin's approach for microcontrollers tutoring. In *Proc. ASEE GCEE Glob. Colloq. Eng. Educ* (pp. 1-11).
- Bozick, R., & Dalton, B. (2013). Balancing career and technical education with academic coursework: The consequences for mathematics achievement in high school. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 35(2), 123-138.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Budprom, W., Suksringam, P., & Singsriwo, A. (2010). Effects of learning environmental education using the 5E-learning cycle with multiple intelligences and teacher's handbook approaches on learning achievement, basic science process skills and critical thinking of grade 9 students. *Pakistan Journal of Social Sciences*, 7(3), 200-204.
- Burghardt, M. D., Hecht, D., Russo, M., Lauckhardt, J., & Hacker, M. (2010). A Study of Mathematics Infusion in Middle School Technology Education Classes. *Journal of Technology Education*, 22(1), 58-74.
- Burr, V. (2006). An introduction to social constructionism. *Routledge*.
- Butts, D. P., Hofman, H. M., & Anderson, M. (1993). Is hands-on experience enough? A study of young children's views of sinking and floating objects. *Journal of Elementary Science Education*, 5(1), 50.
- Bybee, R. W. (2009). The BSCS 5E instructional model and 21st century skills. *Colorado Springs, CO: BSCS*.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
- Cahyarini, A., Rahayu, S., & Yahmin, Y. (2016). The Effect Of Learning Cycle 5e Model On Students' Conceptual Understanding Of Acid Base. *Research Report*, (2).
- Capraro, R. M. & Capraro, M. M. (2006). Are you really going to read us a story? Learning geometry through children's mathematics literature. *Reading Psychology*, 27, 21-36.
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM project-based learning. In *STEM Project-Based Learning* (pp. 1-5). SensePublishers, Rotterdam.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1967). Experimental and quasi-experimental designs for research (2nd ed). Boston: Houghton Mifflin Company.
- Cakir, M. (2008). Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: A literature review. *International journal of environmental and science education*, 3(4), 193-206.
- Charette, R. N. (2013). The STEM crisis is a myth. *IEEE Spectrum*, 50(9), 44-59.

- Chi, B., Snow, J. Z., Goldstein, D., Lee, S., & Chung, J. (2010). Project Exploration: 10-year retrospective program evaluation summative report. *University of California: Berkeley*, 1-82.
- Cohen, L. M., & Kim, Y. M. (1999). Piaget's equilibration theory and the young gifted child: A balancing act. *Roeper Review*, 21(3), 201-206.
- Coldex. (2018, 10 5). Coldex. Ανάκτηση από Coldex: [http://www.coldex.info/contact/OUS\\_Questionnaires.pdf](http://www.coldex.info/contact/OUS_Questionnaires.pdf)
- Cole, M., & Wertsch, J. V. (1996). Beyond the individual-social antinomy in discussions of Piaget and Vygotsky. *Human development*, 39(5), 250-256.
- Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 38(7), 791-820.
- Czerniak, C. M., Weber Jr, W. B., Sandmann, A., & Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics*, 99(8), 421-430.
- Dave, V., Blasko, D., Holliday-Darr, K., Kremer, J. T., Edwards, R., Ford, M., ... & Hido, B. (2010). Re-enJEANeering STEM Education: Math Options Summer Camp. *Journal of Technology Studies*, 36(1), 35-45.
- Davison, D. M., Miller, K. W., & Metheny, D. L. (1995). What does integration of science and mathematics really mean? *School science and mathematics*, 95(5), 226-230.
- Dawson, C. (2007). *A practical guide to research methods: A users friendly manual for mastering research techniques and projects*. How To Books.
- Denson, C. D., Hailey, C., Stallworth, C. A., & Householder, D. L. (2015). Benefits of informal learning environments: A focused examination of STEM-based program environments. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(1), 11.
- DeVries, R. (2004). What is constructivist about constructivist education. *The constructivist*, 15(1), 1-26.
- Di Paolo, E. A., Barandiaran, X. E., Beaton, M., & Buhrmann, T. (2014). Learning to perceive in the sensorimotor approach: Piaget's theory of equilibration interpreted dynamically. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 551.
- DiSessa, A. 2000. *Changing minds*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Driver, R. (1985). *Children's ideas in science*. McGraw-Hill Education (UK).
- Driver, R. (1987). Promoting conceptual change in classroom settings: the experience of the children's learning in science project. In *D. Novak (Ed.), Misconceptions and educational strategies in science and mathematics*. (vol. II, pp 97–107). New York, NY.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 512. <https://doi.org/10.2307/1176933>
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2014). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Routledge.
- Duit, R. (1994). The constructivist view in science education – what it has to offer and what should not be expected from it. In *Proceedings of the International Conference "Science and Mathematics for the 21st century: Towards Innovatory Approaches"*. Concepción. Chile.

- Duit, R., & von Rhöneck, C. (1997). Learning and understanding key concepts of electricity. *Connecting research in physics education with teacher education*, 1-6.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the learning sciences*, 8(3-4), 391-450.
- Edo, S. I., Ilma, R., & Hartono, Y. (2013). Investigating secondary school students' difficulties in modeling problems PISA-model level 5 and 6. *Journal on Mathematics Education*, 4(1), 41-58.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *SCIENCE TEACHER-WASHINGTON-*, 70(6), 56-59.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3.
- Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science education*, 63(2), 221-230.
- Estévez, E., Marcos, M., & Orive, D. (2007). Automatic generation of PLC automation projects from component-based models. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 35(5-6), 527-540.
- Feher, E., & Rice, K. (1988). Shadows and anti-images: Children's conceptions of light and vision. II. *Science Education*, 72(5), 637-649.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855-879.
- Fratzeskaki, K. & Skoumios, M. (2016). A Social Constructivist Approach to Teaching about Floating and Sinking for Early Childhood Education. *The International Journal of Science Mathematics and Technology Learning*, 23 (3), 1-14.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: Pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and Mathematics*, 105(3), 127-141.
- Furner, J. M., & Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: a stand for teacher education. *Eurasia journal of mathematics, science & technology education*, 3(3) p.185-189.
- Garfield, J., & Ahlgren, A. (1988). Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research. *Journal for research in Mathematics Education*, 44-63.
- Giurgiutiu, V., Lyons, J., Rocheleau, D., & Liu, W. (2005). Mechatronics/microcontroller education for mechanical engineering students at the University of South Carolina. *Mechatronics*, 15(9), 1025-1036.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, August). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Congressional Research Service, Library of Congress.
- Grisay, A., Gonzalez, E., & Monseur, C. (2009). Equivalence of item difficulties across national versions of the PIRLS and PISA reading assessments. *IERI*, 2, 63-83.

- Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y., & Moore, T. J. (2017). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207-222.
- Harlen, W. (2000). *Teaching, learning and assessing science 5-12* (3rd ed). London: Thousand Oaks, Calif: Paul Chapman Pub. Ltd; SAGE Publications.
- Hein, G. (1991). Constructivist learning theory. Institute for Inquiry. Available at:/http://www.exploratorium.edu/ifi/resources/constructivistlearning.htmlS.
- Henriques, L. (2002). Children's ideas about weather: A review of the literature. *School Science and Mathematics*, 102(5), 202-215.
- Hewson, P. W. (1992, June). Conceptual change in science teaching and teacher education. In a meeting on "Research and Curriculum Development in Science Teaching," under the auspices of the National Center for Educational Research, Documentation, and Assessment, Ministry for Education and Science, Madrid, Spain.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.
- Huntley, M. A. (1998). Design and implementation of a framework for defining integrated mathematics and science education. *School Science and Mathematics*, 98(6), 320-327.
- Hurley, M. M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School science and mathematics*, 101(5), 259-268.
- Ingenerare. (2016, 05 21). Instructables. Ανάκτηση από Instructables: <https://www.instructables.com/id/Esay-IoT-Weather-Station-With-Multiple-Sensors/>
- ITEEA (International Technology and Engineering Educators Association). 2000. Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology. Reston, VA.
- Jenkins, E. W. (2000). Constructivism in school science education: powerful model or the most dangerous intellectual tendency? *Science & Education*, 9(6), 599-610. <https://doi.org/10.1023/A:1008778120803>
- Johnson, C. C. (2013). Conceptualizing integrated STEM education. *School Science and Mathematics*, 113(8), 367-368.
- Jones, M. G., & Brader-Araje, L. (2002). The impact of constructivism on education: Language, discourse, and meaning. *American Communication Journal*, 5(3), 1-10.
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2014). Mindstorms 2: Children, programming, and computational participation. Retrieved May 1, 2016.
- Kafai, Y. B., & Resnick, M. (2012). Introduction. In *Constructionism in practice* (pp. 13-20). Routledge.
- Koskey, K. L., Ahmed, W., Makki, N., Garafolo, N., Kruggel, B. G., & Visco Jr, D. P. (2018, June). Board 154: Zipping to STEM: Integrating Engineering Design in Middle School Science. In *2018 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205-226.
- Kristiyanto, W. H., & Prabowo, S. K. THEORETICAL REVIEW: THE OBSERVATION FOR THINKING PROCESS BY PIAGET'S THEORY THROUGH MEDIA LEARNING PHYSICS'S ANIMATION.

- Kurt, K., & Pehlivan, M. (2013). Integrated programs for science and mathematics: review of related literature. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(2).
- Kyriazi, E., & Constantinou, C. (2005). The Science Fair as a Means for Developing Graphing Skills in Elementary School. In *Michaelide, P. & Margetousaki, A.(edits). Proceedings of the 2nd International Conference on Hands on Science: "Science in a Changing Education* (pp. 359-368).
- Lawson, A. E. (1989). *A Theory of Instruction: Using the Learning Cycle to Teach Science Concepts and Thinking Skills*. NARST Monograph, Number One, 1989.
- Lee, H., Lee, K., & Shin, Y. (2009). Aes implementation and performance evaluation on 8-bit microcontrollers. *arXiv preprint arXiv:0911.0482*.
- Lehrer, R., Schauble, L., & Lucas, D. (2008). Supporting development of the epistemology of inquiry. *Cognitive development*, 23(4), 512-529. doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.09.001
- Lonning, R. A., & DeFranco, T. C. (1994). Development and implementation of an integrated mathematics/science preservice elementary methods course. *School Science and Mathematics*, 94(1), 18-25.
- Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215.
- Lourenço, O. (2012). Piaget and Vygotsky: Many resemblances, and a crucial difference. *New Ideas in Psychology*, 30(3), 281-295.
- McBride, J. W., & Silverman, F. L. (1991). Integrating Elementary/Middle School Science and Mathematics. *School Science and Mathematics*, 91(7), 285-92.
- Martin, F. G., Scribner-MacLean, M., Christy, S., Rudnicki, I., Londhe, R., Manning, C., & Goodman, I. F. (2011). Reflections on iCODE: using web technology and hands-on projects to engage urban youth in computer science and engineering. *Autonomous Robots*, 30(3), 265-280.
- Martin, F., Mikhak, B., Resnick, M., Silverman, B., & Berg, R. (2000). To mindstorms and beyond. *Robots for kids: Exploring new technologies for learning*, 9-33.
- Matthews, M. R. (1993). Constructivism and science education: Some epistemological problems. *Journal of Science Education and Technology*, 2(1), 359–370. <https://doi.org/10.1007/BF00694598>
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schuun, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71-85.
- Melchior, A., Cohen, F., Cutter, T., Leavitt, T., & Manchester, N. H. (2005). More than robots: An evaluation of the first robotics competition participant and institutional impacts. *Heller School for Social Policy and Management, Brandeis University*.
- Mergel, B. (1998). *Instructional design and learning theory*.
- Minsky Marvin, S. P. (1988). *Perceptrons*. MIT.
- Monterastelli, T., Bayles, T., & Ross, J. (2008). High school outreach program: Attracting young ladies with “engineering in health care.”. In *ASEE 2008 Annual Conference & Exposition*. ASEE.

- Mosatche, H. S., Matloff-Nieves, S., Kekelis, L., & Lawner, E. K. (2013). Effective STEM programs for adolescent girls: Three approaches and many lessons learned. *Afterschool matters*, 17, 17-25.
- NSW education standards authority. Ανάκτηση από NSW education standards authority (2018, October 2018).: <http://educationstandards.nsw.edu.au/wps/portal/nesa/resource-finder/sample-work/stem/sample-work-stem-stage5-weather-station>
- NAE (National Academy of Engineering) and NRC (National Research Council). 2009. *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. National Academies Press.
- National Assessment Governing Board. (2010). *Technology and engineering literacy assessment and item specifications for the 2014 National Assessment of Educational Progress—Pre-publication edition*. Washington, DC: Author
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author
- National Research Council (US). Mathematical Sciences Education Board, & National Research Council (US). Board on Mathematical Sciences. (1989). *Everybody counts: A report to the nation on the future of mathematics education*. National Academies Press.
- National Research Council. (1999). *Transforming undergraduate education in science, mathematics, engineering, and technology*. National Academies Press.
- National Research Council (2002). *Scientific research in education*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2013). *Monitoring progress toward successful K-12 STEM education: A nation advancing?* National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and teacher education*, 21(5), 509-523.
- NRC. 1996. *National Science Education Standards*. Washington: National Academy Press.
- NRC. 2012b. *Discipline Based Education Research: Understanding and Improving Learning in Undergraduate Science and Engineering*. Washington: National Academies Press. Available at [www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=13362](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13362) (retrieved October 29, 2018).
- Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(4), 391-408.

- Nussbaum, J., & Sharoni-Dagan, N. (1983). Changes in second grade children's preconceptions about the Earth as a cosmic body resulting from a short series of audio-tutorial lessons. *Science education*, 67(1), 99-114.
- Nyikos, M., & Hashimoto, R. (1997). Constructivist theory applied to collaborative learning in teacher education: In search of ZPD. *The Modern Language Journal*, 81(4), 506-517.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2003). *Scientific literacy: The PISA 2003 assessment framework*. Paris: Author
- Osborne, R. J., & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Pang, J., & Good, R. (2000). A review of the integration of science and mathematics: Implications for further research. *School Science and Mathematics*, 100(2), 73-82. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2000.tb17239.x>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36(2), 1-11.
- Penner, D. E., Giles, N. D., Lehrer, R., & Schauble, L. (1997). Building functional models: Designing an elbow. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(2), 125-143.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human development*, 15(1), 1-12.
- Piaget, J., & Cook, M. (1952). *The origins of intelligence in children* (Vol. 8, No. 5, p. 18). New York: International Universities Press.
- Pruneau, D., Liboiron, L., Vrain, É., Gravel, H., Bourque, W., & Langis, J. (2001). People's Ideas about Climate Change: A Source of Inspiration for the Creation of Educational Programs. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, 121-138.
- Raskin, J. D. (2002). Constructivism in psychology: Personal construct psychology, radical constructivism, and social constructionism. *American communication journal*, 5(3), 1-25.
- Resnick, M., Ocko, S., & Papert, S. (1988). LEGO, Logo, and design. *Children's Environments Quarterly*, 14-18.
- Sadi, Ö., & ÇAKIROĞLU, J. (2010). Effects of 5E Learning Cycle on Students' Human Circulatory System Achievement. *Journal of Applied Biological Sciences*, 4(3).
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299-327. doi:10.11207/S15327809JLS0903\_3.
- Sanders, M. E. (2012). Integrative STEM education as “best practice”. Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia.
- Schneider, R. M., Krajcik, J., Marx, R. W., & Soloway, E. (2002). Performance of students in project-based science classrooms on a national measure of science achievement. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(5), 410-422.
- Senge, P. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. New York: Currency Doubleday. *Senge The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organisation 1990*.



- Sengupta, P., & Wilensky, U. (2011). Lowering the learning threshold: Multi-agent-based models and learning electricity. In *Models and Modeling* (pp. 141-171). Springer, Dordrecht.
- Seymour, E. (2002). Tracking the processes of change in US undergraduate education in science, mathematics, engineering, and technology. *Science Education*, 86(1), 79-105.
- Seymour, P. (1980). *Mindstorms Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, Inc., Publishers.
- Sherin, B. L. (2001). How students understand physics equations. *Cognition and instruction*, 19(4), 479-541.
- Skamp, K. R. (2012). Teaching primary science: trial-teacher feedback on the implementation of Primary Connections and the 5E model.
- Skoumios, M., & Moutzouri, G. (2016). The contribution of teaching sequences to the development of students' conceptions: temperature and phase changes. *International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 23(2), 1-19.
- Spiropoulou, D., Kostopoulos, D., & Jacovides, C. P. (1999). Greek Children's Alternative Conceptions on Weather and Climate. *School Science Review*, 81(294), 55-59.
- Springer, L., Stanne, M. E., & Donovan, S. S. (1999). Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis. *Review of educational research*, 69(1), 21-51.
- Steffe, L. P., & Kieren, T. (1994). Radical constructivism and mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(6), 711-733.
- Stepans, J., and C. Kuehn, 1995: Children's conceptions of weather. *Science and Children*, 23, 44-47
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.
- Stone III, J. R., Alfeld, C., & Pearson, D. (2008). Rigor and relevance: Enhancing high school students' math skills through career and technical education. *American Educational Research Journal*, 45(3), 767-795.
- Stuessy, C. L. (1993). Concept to application: Development of an integrated mathematics/science methods course for preservice elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 93(2), 55-62.
- Taber, K. S. (2014). Alternative conceptions/frameworks/misconceptions. In *R. Gunstone (Ed.), Encyclopedia of Science Education* (pp. 1-5). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6165-0\\_88-2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6165-0_88-2)
- Tambychik, T., & Meerah, T. S. M. (2010). Students' difficulties in mathematics problem-solving: What do they say? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 8, 142-151.
- Tran, N. A., & Nathan, M. J. (2010). Pre-college engineering studies: An investigation of the relationship between pre-college engineering studies and student achievement in science and mathematics. *Journal of Engineering Education*, 99(2), 143-157.
- Tudge, J., & Rogoff, B. (1999). Peer influences on cognitive development: Piagetian and Vygotskian perspectives. *Lev Vygotsky: critical assessments*, 3, 32-56.
- Tytler, R., Osborne, J., Williams, G., Tytler, K., & Cripps Clark, J. (2008). Opening up pathways: Engagement in STEM across the primary-secondary school transition.

- Vasquez, J. A. (2015). STEM--Beyond the Acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10-15. (2)
- Vasquez, J. A., Sneider, C. I., & Comer, M. W. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Venville, G., Rennie, L., & Wallace, J. (2004). Decision making and sources of knowledge: How students tackle integrated tasks in science, technology and mathematics. *Research in science Education*, 34(2), 115-135.
- Von Glasersfeld, E. (1996). Introduction: Aspects of constructivism. *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*, 3-7.
- Voogt, J., Erstad, O., Dede, C., & Mishra, P. (2013). Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. *Journal of computer assisted learning*, 29(5), 403-413.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.).
- Vygotsky, L. S. (1987). *Collected works* (vol. 1).
- Wallen, J. R. (2009). *How to design and evaluate reasearch in education*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2.
- Watters, J. J., & Diezmann, C. M. (2013). Models of community partnerships for fostering student interest and engagement in STEM. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(2).
- Wicklein, R. C., & Schell, J. W. (1995). Case studies of multidisciplinary approaches to integrating mathematics, science and technology education. *Journal of technology education*, 6(2), 59-76.
- Wijaya, A., van den Heuvel-Panhuizen, M., Doorman, M., & Robitzsch, A. (2014). Difficulties in solving context-based PISA mathematics tasks: An analysis of students' errors. *The Mathematics Enthusiast*, 11(3), 555.
- Wilensky, U. 2003. Statistical mechanics for secondary school: The GasLab modeling toolkit. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 8(1):1-41.
- Wilensky, U., & Reisman, K. (2006). Thinking like a wolf, a sheep, or a firefly: Learning biology through constructing and testing computational theories—an embodied modeling approach. *Cognition and instruction*, 24(2), 171-209.
- Yadigaroglu, M., & Demircioglu, G. (2012). The effect of activities based on 5e model on grade 10 students' understanding of the gas concept. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 634-637.

### **Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία**

- Ανδρικοπούλου, Ε. & Σκουμιός, Μ. (2016). Οι επιπτώσεις μιας διδακτικής παρέμβασης για τους ηλεκτρομαγνήτες στις πρακτικές σχεδίασης έρευνας των μαθητών του δημοτικού σχολείου. Στο Μ. Σκουμιός & Χ. Σκουμπουρδή (επιμ.). *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή: «Το εκπαιδευτικό υλικό στα Μαθηματικά και το εκπαιδευτικό υλικό στις Φυσικές*

*Επιστήμες: μοναχικές πορείες ή αλληλεπιδράσεις;*», σελ. 547-556. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος. <https://ltee.org/sekpy2016>, Ημερομηνία πρόσβασης: 21/11/2016.

- Θεοφάνους, Σ. & Σκουμιός, Μ. (2015). Ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού για τα ηλεκτρικά κυκλώματα σε μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Στο Χ. Σκουμπουρδή και Μ. Σκουμιός (επιμ.), *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»* (σελ. 200-219), Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
- Κόκκοτας, Π. (1997). *Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. Αθήνα.
- Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος II*, (3η έκδ.). Αθήνα: Ιδίου.
- Κουμαράς, Π. (2015). *Μονοπάτια σκέψης στον κόσμο της Φυσικής*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.
- Λοντρίδου, Π. (2005). Διαηλικιακή μελέτη αντιλήψεων μαθητών για τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές: σχεδιασμός και αξιολόγηση συνεργατικού τύπου διαθεματικής διδακτικής παρέμβασης σε μαθητές της Α' Γυμνασίου.
- Λούτση, Χ. (2016). Διερεύνηση των επιστημονικών πρακτικών των μαθητών της έκτης δημοτικού και των φοιτητών του Π.Τ.Δ.Ε.: Η περίπτωση της σχεδίασης και πραγματοποίησης έρευνας και της ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων.
- Μαστρογιωγάκη, Μ. (2018, Φεβρουάριος). Οι επιδράσεις μιας διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας Φ.Ε. που υποστηρίζεται από εκπαιδευτικό λογισμικό στα επιχειρήματα των μαθητών. Ρόδος, Δωδεκανήσου, Ελλάδα.
- Μουντζούρη, Γ. & Σκουμιός, Μ. (2015). Η συμβολή ενός εκπαιδευτικού υλικού για τις αλλαγές κατάστασης και τη θερμοκρασία στην ανάπτυξη επιστημονικών πρακτικών σε μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Στο Χ. Σκουμπουρδή και Μ. Σκουμιός (επιμ.), *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»* (σελ. 275-294), Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος
- Σκουμιός, Μ. (2005). Διδακτική επεξεργασία εμποδίων για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Ανθρωπιστικών Σπουδών του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου, σελ. 941.
- Σκουμιός, Μ. (2009). Τα «λάθη» των μαθητών για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα και η διδακτική τους αντιμετώπιση. Στο: *Πρακτικά Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Τα Λάθη των Μαθητών: δείκτες αποτελεσματικότητας ή κλειδιά για τη βελτίωση της ποιότητας της εκπαίδευσης;*» (σελ. 463-471). Αθήνα: Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας.
- Σκουμιός, Μ. & Σκουμπουρδή, Χ. (2016). *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή: «Το εκπαιδευτικό υλικό στα Μαθηματικά και το εκπαιδευτικό υλικό στις Φυσικές Επιστήμες: μοναχικές πορείες ή αλληλεπιδράσεις;*», σελ. 1-821. <http://ltee.org/sekpy2016>, Ημερομηνία πρόσβασης: 09/11/2016.
- Σκουμιός, Μ. & Χατζηνικήτα, Β. (2000). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα, θερμοκρασία και θερμικά φαινόμενα, *Επιθεώρηση Φυσικής*, 31, σελ. 58-71.
- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2008). Δυνατότητες και όρια της αναγνώρισης των εμποδίων από τους μαθητές. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Έρευνα και Πράξη*, 25, 16-26.
- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2003). Επιπτώσεις παραγόντων του πλαισίου στις αντιλήψεις μαθητών για τη θερμότητα. Στο: Π. Κόκκοτας, Ι. Βλάχος, Π. Πήλιουρας & Α. Πλακίτση (επιμ.),

*Πρακτικά 1ου πανελληνίου συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή και θέμα: Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην κοινωνία της πληροφορίας* (σελ. 743-747). Αθήνα: Γρηγόρης

- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2006). Συμβολή και όρια της γνωστικής σύγκρουσης στη διδακτική επεξεργασία εμποδίων των μαθητών: η περίπτωση της σύνδεσης της θερμοκρασίας ενός σώματος με την αίσθηση του θερμού/ψυχρού. Στο: Ε. Σταυρίδου (Επιμ.), *Πρακτικά 3ου πανελληνίου συνεδρίου της ένωσης για τη διδακτική των φυσικών επιστημών: «Διδακτική φυσικών επιστημών: μέθοδοι και τεχνολογίες μάθησης»* (σελ. 571-578). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Στασινάκης, Π. (2015). researchgate. Ανάκτηση από researchgate: [https://www.researchgate.net/publication/283914696\\_To\\_Didaktiko\\_Montelo\\_ton\\_5E\\_kai\\_e\\_epharmoge\\_tou\\_ste\\_Biologia\\_phylla\\_ergasias\\_sten\\_kathemerine\\_didaktike\\_praktike\\_gia\\_ta\\_mathemata\\_tou\\_Lykeiou](https://www.researchgate.net/publication/283914696_To_Didaktiko_Montelo_ton_5E_kai_e_epharmoge_tou_ste_Biologia_phylla_ergasias_sten_kathemerine_didaktike_praktike_gia_ta_mathemata_tou_Lykeiou)
- Υ.Α. Φ2/137227/Δ4, Φ.Ε.Κ. Αρ. Φύλλου 286, 12-02-2016. (2016). Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών των μαθημάτων του Τομέα Ηλεκτρολογίας, Ηλεκτρονικής και Αυτοματισμού της Ομάδας Προσανατολισμού Τεχνολογικών Εφαρμογών των Α', Β' και Γ' τάξεων Ημερήσιων και Εσπερινών ΕΠΑ.Λ. Ανακτήθηκε από <https://drive.google.com/file/d/0B9yK7jGcmWDnZEdxU0RVbXFrdkE/view>
- Υ.Α. Φ2/141426/Δ4, Φ.Ε.Κ. Αρ. Φύλλου 2010, 16-09-2015. (2015). Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών του μαθήματος Γενικής Παιδείας «Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ» της Β' και Γ' τάξης Ημερήσιων και Γ' και Δ' τάξης Εσπερινών ΕΠΑ.Λ. και των μαθημάτων ειδικοτήτων του Τομέα Πληροφορικής της Ομάδας Προσανατολισμού Τεχνολογικών Εφαρμογών των τάξεων Β' και Γ Ημερήσιων και Β', Γ και Δ' Εσπερινών ΕΠΑ.Λ. Ανακτήθηκε από [file:///C:/Users/skywa/Downloads/document%20\(36\).pdf](file:///C:/Users/skywa/Downloads/document%20(36).pdf)
- Υ.Α. 8212/Γ2, Φ.Ε.Κ., 131 7-02-2002. (2002). Πρόγραμμα σπουδών των μαθημάτων των Α', Β', Γ' τάξεων του Ενιαίου λυκείου. Ανακτήθηκε από [file:///C:/Users/skywa/Downloads/document%20\(38\).pdf](file:///C:/Users/skywa/Downloads/document%20(38).pdf)
- Χατζηνικήτα, Β. & Χρηστίδου, Β. (2001). Πρακτικο-βιωματική γνώση μαθητών: γενικά χαρακτηριστικά, Στο Β. Κουλαϊδής (επιστ. ευθ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, (τόμος Α, σελ. 153-188), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- Ψυχάρης Σαράντος, Κ. Κ. (2018). *Διδακτική και σχεδιασμός εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων STEM και ΤΠΕ*. Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Ερωτηματολόγιο

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Φίλε μαθητή/μαθήτρια

Η συμμετοχή σου σε αυτή τη έρευνα δεν αποσκοπεί στην καθ' οιονδήποτε τρόπο αξιολόγηση σου σε κάποιο μάθημα, αλλά αποτελεί μέρος ερευνητικής διαδικασίας που διεξάγεται με σκοπό τον βέλτιστο σχεδιασμό της διδασκαλίας. Οι απαντήσεις που πρόκειται να δώσεις είναι πολύ σημαντικές για την διεξαγωγή της έρευνας και για αυτόν τον λόγο θα σε παρακαλούσαμε να μην βιαστείς να απαντήσεις.

Σε ευχαριστούμε θερμά για την συμμετοχή.

### 1° ΜΕΡΟΣ

#### ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΣΕΝΑ

ΦΥΛΛΟ: ΑΡΡΕΝ  ΘΥΛΗ

ΗΛΙΚΙΑ: <20  20-30  30-40  >40

ΤΜΗΜΑ : Α ΛΥΚΕΙΟΥ

Β ΗΛΓ/ΗΛΝ  ΓΗΛΓ  ΔΗΛΓ

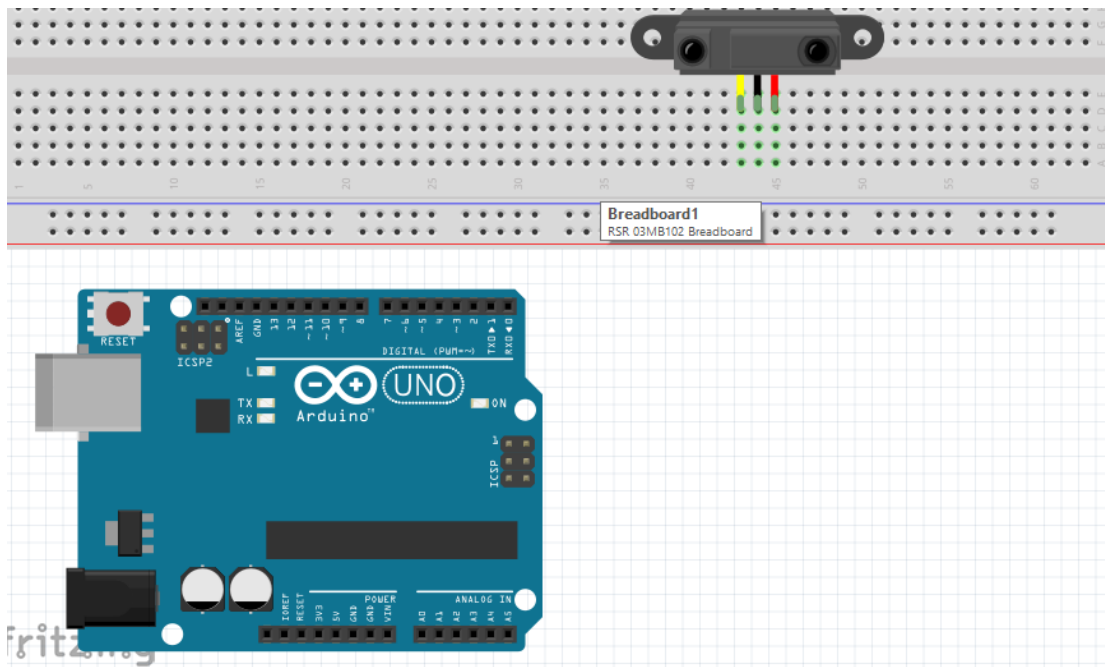
ΓΗΛΝ  ΓΗΛΝ

ΒΠΛ  ΓΠΛ  ΔΠΛ

## ΜΕΡΟΣ 2°

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

**A.** Η παρακάτω εικόνα περιλαμβάνει έναν μικροελεγκτή Arduino και έναν ψηφιακό αισθητήρα απόστασης. Σχεδιάσε την σύνδεση τους.



**B.** Στην παρακάτω εικόνα παρατίθεται ένα πρόγραμμα αισθητήρα απόστασης. Συμπλήρωσε τα κενά του κώδικα ώστε να δηλωθεί ο αισθητήρας σαν είσοδος του συστήματος και κατόπιν όταν ο αισθητήρας ανιχνεύσει κάποιο αντικείμενο, το Arduino να τυπώσει στην σειριακή του έξοδο την λέξη «OBJECT».

sketch\_sep26a | Arduino 1.8.5

Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια

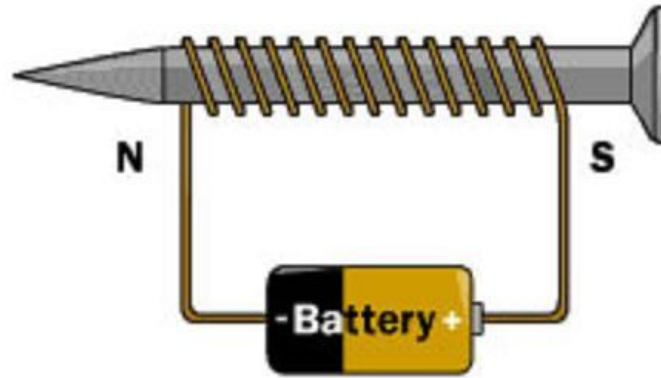


```
int sensorReading = 0;

void setup() {
  pinMode(____);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  sensorReading = DigitalRead(____);
  if (sensorReading == ____ )
    serial.println ("OBJECT");
}
```

Γ. Ο Έντι και η Γιώτα κατασκεύασαν έναν ηλεκτρομαγνήτη. Διαφωνούν όμως μεταξύ τους γιατί ο Έντι υποστηρίζει ότι μπορούν να τον κάνουν πιο ισχυρό, ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες, χρησιμοποιώντας περισσότερες μπαταρίες. Η Γιώτα όμως πιστεύει ότι κάτι τέτοιο δεν μπορεί να συμβεί αφού θεωρεί ότι δε γίνεται ένας ηλεκτρομαγνήτης να γίνει πιο ισχυρός. Ύστερα από αυτήν τη διαφωνία τα παιδιά αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.



Γ.1. Ποιο είναι το ερώτημα που θα ερευνήσουν τα παιδιά;

.....  
 .....  
 .....

Γ.2. Τι θα αλλάξουν στην έρευνα που θα κάνουν;

.....  
 .....  
 .....

Γ.3. Τι δεν θα αλλάξουν στην έρευνα που θα κάνουν;

.....  
 .....  
 .....

Γ.4. Τι θα μετρήσουν;

.....  
 .....  
 .....

Γ.5. Τι θα πρότεινες να κάνουν τα παιδιά ώστε να δουν ποιος έχει δίκιο; (Να απαντήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς)

.....  
 .....  
 .....

.....  
.....  
.....  
**Δ. Ένας φίλος σου ζητά να του εξηγήσεις όσο πιο απλά μπορείς τι εννοούμε όταν αναφέρουμε τη λέξη «καιρός». Γράψε όσο πιο αναλυτικά μπορείς την απάντηση που θα του έδινες.**

.....  
.....  
.....  
**Ε. Ο ίδιος φίλος σου ζητά να του εξηγήσεις όσο πιο απλά μπορείς τι εννοούμε όταν αναφέρουμε τη φράση «το κλίμα ενός τόπου». Γράψε όσο πιο αναλυτικά μπορείς την απάντηση που θα του έδινες.**

.....  
.....  
.....  
**ΣΤ. Παρακάτω δίνεται πίνακας που απεικονίζει στοιχεία του καιρού ορισμένες ημέρες. Οι σημερινές (μέσες) τιμές των ίδιων στοιχείων είναι: υγρασία: 94%, θερμοκρασία: 17°C, ατμοσφαιρική πίεση: 1020 hPa.**

|                          | Δ    | Τ    | Τ    | Π    | Π    | Σ    | Κ    | Δ    | Τ    | Τ    | Π    |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Υγρασία (%)              | 92   | 90   | 94   | 93   | 93   | 60   | 55   | 52   | 50   | 30   | 33   |
| Θερμοκρασία (°C)         | 16   | 16   | 17   | 17   | 16   | 22   | 23   | 25   | 27   | 30   | 30   |
| Ατμοσφαιρική Πίεση (hPa) | 1020 | 1021 | 1020 | 1021 | 1020 | 1013 | 1013 | 1012 | 1013 | 1013 | 1012 |
| Βροχόπτωση               | ΟΧΙ  | ΝΑΙ  | ΝΑΙ  | ΝΑΙ  | ΝΑΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  |

**ΣΤ.1 Να συγκρίνεις τις σημερινές τιμές με αυτές του πίνακα και να εντοπίσεις τις μέρες με παρόμοια καιρικά στοιχεία. Δεκτές αποκλίσεις στοιχείων: θερμοκρασία  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ , υγρασία  $\pm 4\%$ , ατμοσφαιρική πίεση  $\pm 4\text{ hPa}$ .**

.....  
.....  
.....  
.....



**ΣΤ.2 Να βρεις την πιθανότητα βροχής για τη σημερινή ημέρα με βάση τον αριθμό των ημερών που είχαν παρόμοια καιρικά στοιχεία.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Ζ. Δηλώσεις για το ενδιαφέρον των μαθητών σχετικά με τα μαθήματα που συνδυάζουν Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (STEM)**

|   | Διαφωνώ απόλυτα       | Διαφωνώ               | Δεν είμαι σίγουρος    | Συμφωνώ               | Συμφωνώ απόλυτα       |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ανυπομονώ να κάνω μαθήματα STEM   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Μου αρέσουν τα μαθήματα STEM  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Μου αρέσει να βλέπω στην τηλεόραση εκπομπές με θέματα σχετικά με τα μαθήματα STEM   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Τα μαθήματα STEM δεν είναι βαρετά   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Είναι πολύ σημαντικό να μάθουμε θέματα σχετικά με τα μαθήματα STEM                  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Τα μαθήματα STEM είναι διασκεδαστικά  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Μαθαίνουμε ενδιαφέροντα πράγματα στα μαθήματα STEM                                  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Θα ήθελα να κάνουμε περισσότερες ώρες τα μαθήματα STEM                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Τα μαθήματα STEM είναι από τα αγαπημένα μου μαθήματα                                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Θα ήθελα να κάνουμε περισσότερες δραστηριότητες εκτός σχολείου για τα μαθήματα STEM | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ

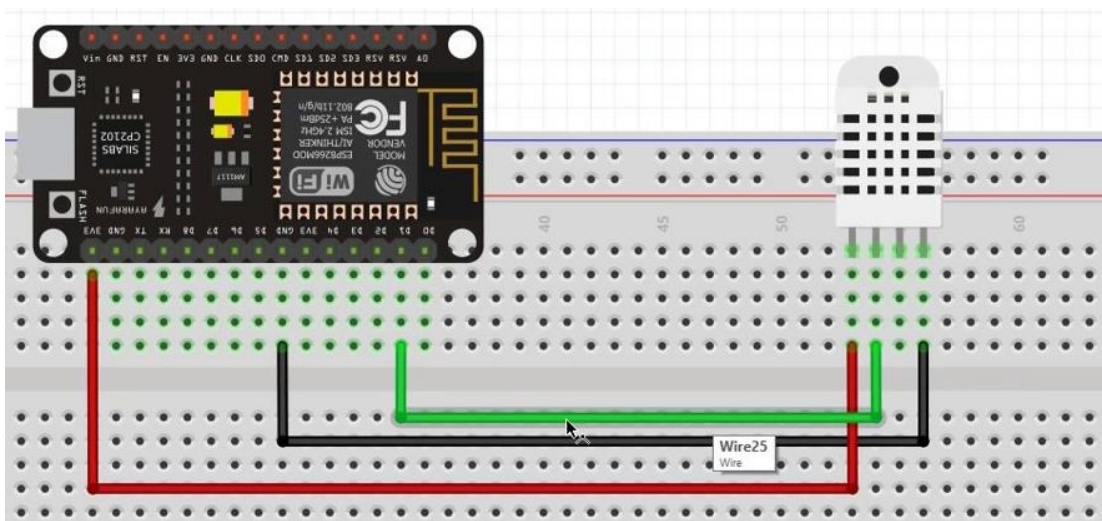
ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ Π.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: Φύλλα εργασίας

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

#### Δραστηριότητα 1.

**A. Πραγματοποίησε την παρακάτω συνδεσμολογία. Μην τροφοδοτήσεις με τάση το κύκλωμα χωρίς την άδεια του υπεύθυνου καθηγητή.**



**B. Σύνδεσε τον μικροελεγκτή με τον υπολογιστή και προγραμμάτισε τον με τον ακόλουθο κώδικα.**

```
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2 // what pin we're connected to
DHT dht(DHTPIN, DHT11,15);
```

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  dht.begin();
}
```

```
void loop() {
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
```

```
  if (isnan(h) || isnan(t)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    return;
  }
```

```

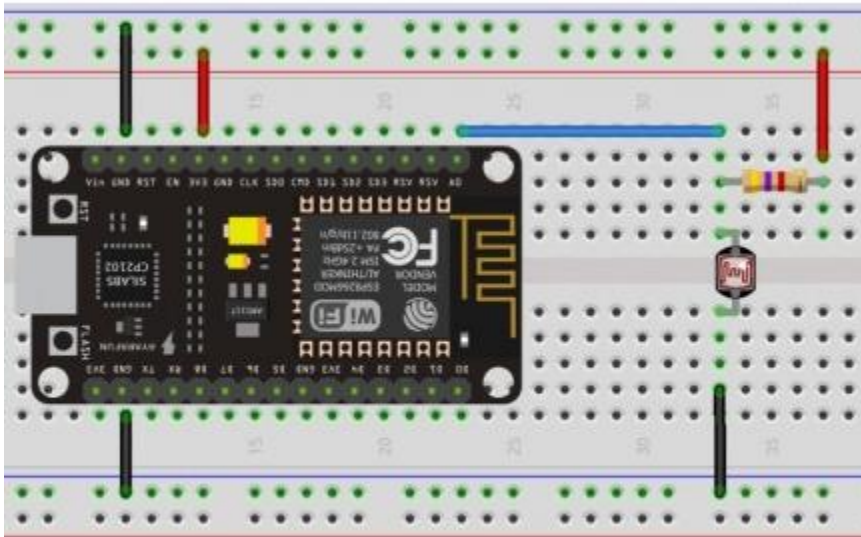
Serial.print("Temperature:  ");
Serial.print(t);
Serial.print(" degrees Celcius ");
Serial.println();
Serial.print("Humidity:  ");
Serial.print(h);
Serial.print("%");
Serial.println();
}

```

Γ. Άνοιξε την σειριακή θύρα για να παρακολουθήσεις την προβολή των τιμών.

## Δραστηριότητα 2.

Α. Πραγματοποίησε την παρακάτω συνδεσμολογία. Μην τροφοδοτήσεις με τάση το κύκλωμα χωρίς την άδεια του υπεύθυνου καθηγητή.



Β. Σύνδεσε τον μικροελεγκτή με τον υπολογιστή και προγραμμάτισε τον με τον ακόλουθο κώδικα.

```

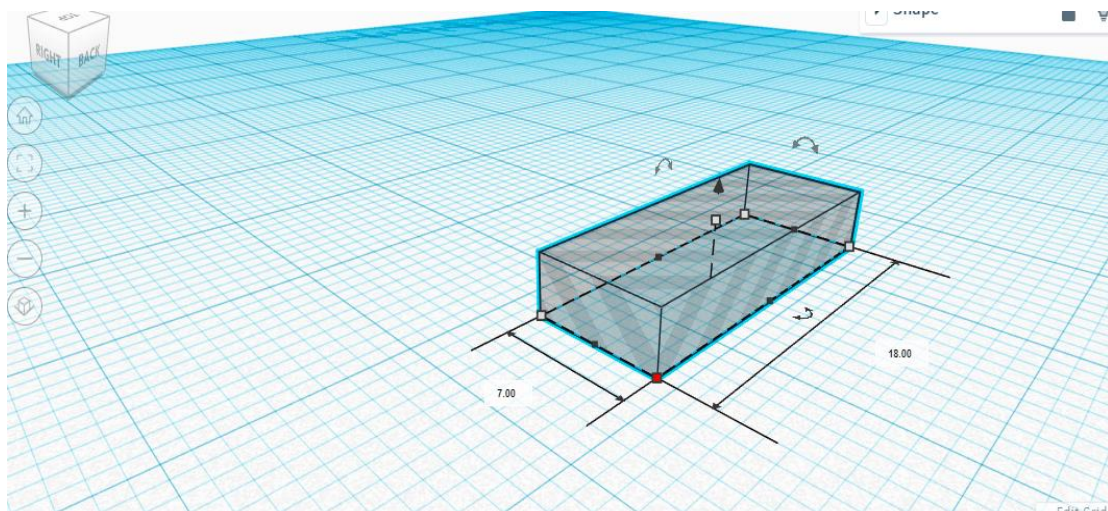
void setup() {
  Serial.begin(9600); // initialize serial communication at 9600 BPS
}
void loop() {
  int sensorValue = analogRead(A0); // read the input on analog pin 0
  float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0); // Convert the analog reading (which goes from 0 -
  1023) to a voltage (0 - 5V)Serial.println(voltage); // print out the value you read
}

```

Γ. Άνοιξε την σειριακή θύρα για να παρακολουθήσεις την προβολή των τιμών.

### Δραστηριότητα 3.

Μεταβείτε στην σελίδα του Thinkercad (<https://www.tinkercad.com/#/dashboard>) και σχεδιάστε το housing του μετεωρολογικού σταθμού σύμφωνα με το υπόδειγμα παρακάτω. Οι διαστάσεις του θα πρέπει να είναι : μήκος= 18 cm, πλάτος = 7 cm, ύψος = 3 cm. Το housing θα πρέπει να είναι διάφανο για να διέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία. Μετά το πέρας της σχεδίασης να εξαχθεί το σχέδιο σε αρχείο τρισδιάστατης εκτύπωσης (. OBJ ή .STL).



## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

### Δραστηριότητα 1.

Παρακάτω δίνεται πίνακας που απεικονίζει τον καιρό. Οι σημερινές (μέσες) τιμές είναι: υγρασία: 93%, θερμοκρασία: 15°C, ατμοσφαιρική πίεση: 1020 hPa. Να βρεθεί η πιθανότητα βροχής με βάση τα στοιχεία του πίνακα.

|                          | Δ    | Τ    | Τ    | Π    | Π    | Σ    | Κ    | Δ    | Τ    | Τ    | Π    |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Υγρασία (%)              | 91   | 92   | 94   | 93   | 93   | 62   | 51   | 55   | 52   | 30   | 33   |
| Θερμοκρασία (°C)         | 15   | 15   | 15   | 15   | 16   | 21   | 25   | 26   | 27   | 30   | 30   |
| Ατμοσφαιρική Πίεση (hPa) | 1020 | 1021 | 1020 | 1021 | 1020 | 1013 | 1013 | 1012 | 1013 | 1013 | 1012 |
| Βροχόπτωση               | ΟΧΙ  | ΝΑΙ  | ΟΧΙ  | ΝΑΙ  | ΝΑΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  |

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### Δραστηριότητα 2.

**A.** Χωριστείτε σε ομάδες των 4-5 ατόμων.

**B.** Ζητείται ο υπολογισμός της πιθανότητας βροχής σήμερα, με βάση τις μετρήσεις του μετεωρολογικού σταθμού για την σημερινή μέρα και τις καταχωρίσεις του σταθμού προηγούμενων ημερών. Να θεσπίσετε τα στάδια που θα περιλαμβάνει η διαδικασία υπολογισμού.

1<sup>ο</sup>Στάδιο:.....  
.....

2<sup>ο</sup>Στάδιο:.....  
.....

3<sup>ο</sup>Στάδιο:.....  
.....

4<sup>ο</sup> Στάδιο:.....  
.....

**Δραστηριότητα 3.**

**A. Συνδεθείτε με τον ThingSpeak και προβείτε σε εξαγωγή δεδομένων.**

**B. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τα δεδομένα 11 ημερών (την ίδια ώρα με τώρα).**

|                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| Υγρασία (%)              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Θερμοκρασία (°C)         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Ατμοσφαιρική Πίεση (hPa) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Βροχόπτωση               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |

**Γ. Υπολογίστε την πιθανότητα βροχής.**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Δραστηριότητα 4.**

**Καταγράψτε πιθανές αδυναμίες της ανωτέρω διαδικασίας και προτείνετε βελτιώσεις.**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Δραστηριότητα 5.**

Παρακάτω δίνεται πίνακας που απεικονίζει τον καιρό. Οι σημερινές (μέσες) τιμές είναι: υγρασία: 95%, θερμοκρασία: 7°C, ατμοσφαιρική πίεση: 1020 hPa. Να βρεθεί η πιθανότητα χαλαζόπτωσης με βάση τα στοιχεία του πίνακα.

|                          | Δ    | Τ    | Τ    | Π    | Π    | Σ    | Κ    | Δ    | Τ    | Τ    | Π     |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Υγρασία (%)              | 94   | 95   | 95   | 93   | 93   | 97   | 95   | 95   | 96   | 95   | 100   |
| Θερμοκρασία (°C)         | 7    | 8    | 6    | 7    | 7    | 6    | 6    | 6    | 7    | 8    | 0     |
| Ατμοσφαιρική Πίεση (hPa) | 1020 | 1021 | 1020 | 1021 | 1020 | 1020 | 1020 | 1021 | 1021 | 1020 | 10121 |
| Χαλαζόπτωση              | ΟΧΙ  | ΝΑΙ  | ΟΧΙ  | ΝΑΙ  | ΝΑΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ  | ΝΑΙ  | ΝΑΙ  | ΟΧΙ  | ΟΧΙ   |

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

#### Δραστηριότητα 1.

Παρακάτω δίδονται 2 πίνακες που απεικονίζουν την μεταβολή της υγρασίας και της φωτεινότητας αντίστοιχα. Ζητείται να εκτιμήσετε και να συμπληρώσετε τις τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας (κατά προσέγγιση).

|                  | Δ  | Τ  | Τ  | Π  | Π  | Σ  | Κ  | Δ  | Τ  | Τ  | Π  |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Υγρασία (%)      | 50 | 60 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 88 | 82 | 73 |
| Θερμοκρασία (°C) | 35 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|                  | Δ    | Τ    | Τ    | Π    | Π    | Σ    | Κ    | Δ    | Τ    | Τ    | Π    |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Φωτεινότητα (lm) | 1500 | 1440 | 1420 | 1403 | 1388 | 1200 | 1388 | 1447 | 1486 | 1511 | 1522 |
| Υγρασία (%)      | 60   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

#### Δραστηριότητα 2.

**A.** Χωριστείτε σε ομάδες των 4-5 ατόμων.

**B.** Σας ζητείται η διερεύνηση σχέσεως μεταξύ θερμοκρασίας → υγρασίας και φωτεινότητας → υγρασίας. Ως μέσο παροχής μετρήσεων έχετε τον μετεωρολογικό σταθμό. Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα:

**B.1.** Ποια είναι τα ερευνητικά ερωτήματα;

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**B.2.** Ποιων μεγεθών μας αφορά η μεταβολή ;

.....  
.....  
.....



.....  
.....  
.....

**B.3. Ποιων μεγεθών δεν μας αφορά η μεταβολή;**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**B.4. Ποια μεγέθη θα καταγράψουμε;**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Δραστηριότητα 3.**

**A. Συνδεθείτε με την πλατφόρμα ThingSpeak και κατεβάστε τους πίνακες τιμών των υπό διερεύνηση μεγεθών. Μεταφέρετε τις τιμές από τους μεμονωμένους πίνακες στους παρακάτω πίνακες.**

|                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Υγρασία (%)      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Θερμοκρασία (°C) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Φωτεινότητα (lm) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Υγρασία (%)      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**B. Τι παρατηρείτε; Υπάρχει σχέση μεταβολής των μεγεθών; Αν υπάρχει, τι είδους σχέση είναι αυτή;**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

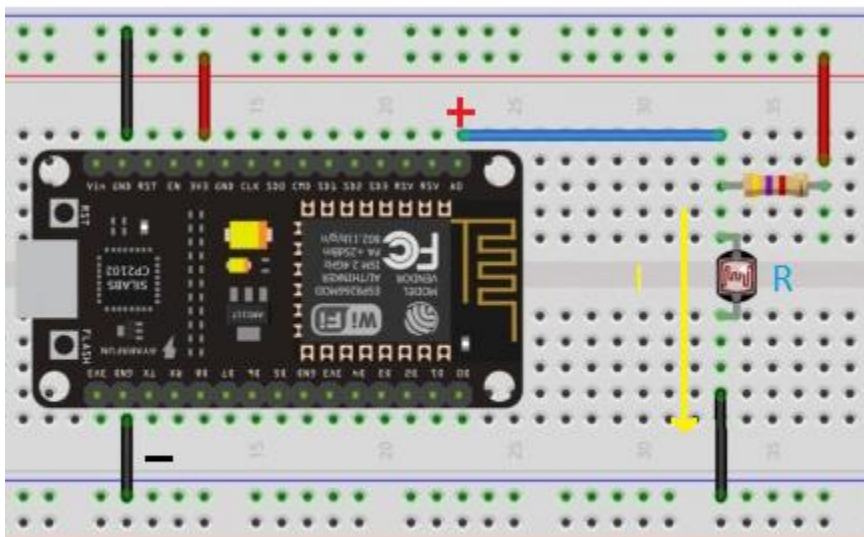
**Δραστηριότητα 4.**

Καταγράψτε πιθανές αδυναμίες της ανωτέρω διαδικασίας και προτείνετε βελτιώσεις.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Δραστηριότητα 5.**

Παρακάτω φαίνεται η συνδεσμολογία του αισθητήρα φωτεινότητας (LDR). Ο αισθητήρας αυτός μεταβάλλει την ωμική του αντίσταση εν σχέσει με την φωτεινότητα.



Ο πίνακας που καταγράφει τις τιμές της αντίστασης και του ρεύματος είναι ο κάτωθι. Να διερευνηθεί η ύπαρξη και το είδος της σχέσης μεταξύ Αντίστασης (R) και έντασης (I).

|               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Αντίσταση (Ω) | 400  | 500  | 600  | 700  | 800  | 900  | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 |
| Ένταση (mA)   | 8,25 | 6,60 | 5,50 | 4,71 | 4,25 | 3,66 | 3,3  | 3,00 | 2,75 | 2,53 | 2,35 |

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: Κώδικας προγραμματισμού του μετεωρολογικού σταθμού

```
//library DHT22

#include <DHT.h>

//library esp

#include <ESP8266WiFi.h>

//library bmp180

#include <Wire.h>

#include <Adafruit_Sensor.h>

#include <Adafruit_BMP085_U.h>

Adafruit_BMP085_Unified bmp = Adafruit_BMP085_Unified(10085);

// replace with your channel's thingspeak API key,

String apiKey = " "; //fill in the api key from thingspeak

const char* ssid = " "; //fill in your wifi name

const char* password = " "; //fill in your wifi password

const char* server = "api.thingspeak.com";

#define DHTPIN 2 // what pin we're connected to

DHT dht(DHTPIN, DHT11,15);

WiFiClient client;

int sensorPin = A0; // input for LDR and rain sensor

int enable1 = 15; // enable reading LDR

int enable2 = 13; // enable reading Rain sensor
```

```

int sensorValue1 = 0; // variable to store the value coming from sensor LDR

int sensorValue2 = 0; // variable to store the value coming from sensor Rain sensor

// Cayenne

#define CAYENNE_PRINT Serial

#include <CayenneMQTTESP8266.h>

// WiFi network info.

char ssid2[] = "ESP-EPAL EXT";

char wifiPassword[] = "6945053117";

// Cayenne authentication info. This should be obtained from the Cayenne Dashboard.

char username[] = "e17508c0-26c0-11e8-b6d4-35a0ad51f849";

char password2[] = "24c942f30f271b57dd081e588967b7b9af308b29";

char clientID[] = "e73a15c0-26c0-11e8-ab82-a3edb533e078";

unsigned long lastMillis = 0;

//-----setup-----

void setup() {

// declare the enable and ledPin as an OUTPUT:

pinMode(enable1, OUTPUT);

pinMode(enable2, OUTPUT);

Serial.begin(115200);

delay(10);

dht.begin();

WiFi.begin(ssid, password);

```

```

Serial.println();

Serial.println();

Serial.print("Connecting to ");

Serial.println(ssid);

Serial.print(".....");

Serial.println();

WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

delay(500);

// Cayenne

Cayenne.begin(username, password2, clientID, ssid2, wifiPassword);

}

Serial.println("WiFi connected");

Serial.println();

}

void loop() {

//-----DHT22/DHT11-----

float h = dht.readHumidity();

float t = dht.readTemperature();

if (isnan(h) || isnan(t)) {

Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");

return;

```

```

}

Serial.print("Temperature:  ");

Serial.print(t);

Serial.print(" degrees Celcius ");

Serial.println();

Serial.print("Humidity:  ");

Serial.print(h);

Serial.print("%");

Serial.println();

//--- extra--- you can measure dew point with the temperature and the humidity

double gamma = log(h/100) + ((17.62*t) / (243.5+t));

double dp = 243.5*gamma / (17.62-gamma);

Serial.print("Dew point:  ");

Serial.print(dp);

Serial.print(" degrees Celcius ");

Serial.println();

//-----BMP180-----

if(!bmp.begin()) {

Serial.print("Failed to read from BMP sensor!!");

while(1);

}

sensors_event_t event;

```

```

bmp.getEvent(&event);

Serial.print("Pressure:   ");

Serial.print(event.pressure);

Serial.println(" hPa");

float temperature;

bmp.getTemperature(&temperature);

Serial.print("Temperature:  ");

Serial.print(temperature);

Serial.println(" degrees Celcius ");

//--- extra---you can measure the altitude with the temperature and the air pressure

float seaLevelPressure = 1015;

Serial.print("Altitude:   ");

Serial.print(bmp.pressureToAltitude(seaLevelPressure,event.pressure));

Serial.println(" m");

//-----LDR-----

digitalWrite(enable1, HIGH);

sensorValue1 = analogRead(sensorPin);

sensorValue1 = constrain(sensorValue1, 300, 850);

sensorValue1 = map(sensorValue1, 300, 850, 0, 1023);

Serial.print("Light intensity: ");

Serial.println(sensorValue1);

digitalWrite(enable1, LOW);

```



```

delay(100);

//-----Rain Sensor-----

digitalWrite(enable2, HIGH);

delay(500);

sensorValue2 = analogRead(sensorPin);

sensorValue2 = constrain(sensorValue2, 150, 440);

sensorValue2 = map(sensorValue2, 150, 440, 1023, 0);

Serial.print("Rain value:  ");

Serial.println(sensorValue2);

Serial.println();

delay(100);

digitalWrite(enable2, LOW);

//-----Thingspeak-----

if (client.connect(server,80)) { // "184.106.153.149" or api.thingspeak.com

String postStr = apiKey;

postStr += "&field1=";

postStr += String(t);

postStr += "&field2=";

postStr += String(h);

postStr += "&field3=";

```

```

postStr += String(dp);

postStr += "&field4=";

postStr += String(event.pressure);

postStr += "&field5=";

postStr += String(temperature);

postStr += "&field6=";

postStr += String(sensorValue1);

postStr += "&field7=";

postStr += String(sensorValue2);

postStr += "&field8=";

postStr += String(bmp.pressureToAltitude(seaLevelPressure,event.pressure));

postStr += "\r\n\r\n\r\n\r\n\r\n\r\n\r\n\r\n\r\n";

client.print("POST /update HTTP/1.1\n");

client.print("Host: api.thingspeak.com\n");

client.print("Connection: close\n");

client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+apiKey+"\n");

client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");

client.print("Content-Length: ");

client.print(postStr.length());

client.print("\n\n\n\n\n\n\n\n");

client.print(postStr);

}

client.stop();

```

```
// thingspeak needs minimum 15 sec delay between updates

delay(20000);

// -----Cayenne-----

Cayenne.loop();

//Publish data every 10 seconds (10000 milliseconds). Change this value to publish at a
different interval.

if (millis() - lastMillis > 10000) {

    lastMillis = millis();

    //Write data to Cayenne here. This example just sends the current uptime in milliseconds.

    Cayenne.virtualWrite(3, t);

    //Some examples of other functions you can use to send data.

    //Cayenne.celsiusWrite(1, 22.0);

    //Cayenne.luxWrite(2, 700);

    //Cayenne.virtualWrite(3, 50, TYPE_PROXIMITY, UNIT_CENTIMETER);

}

}
```