



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΣ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ:  
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Από την

**ΖΤΟΥΚΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ**

(Α.Μ. 4282016007)

**ΘΕΜΑ: «Ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού που υποστηρίζεται από επαυξημένη πραγματικότητα για την ύλη και την ενέργεια στους οργανισμούς»**

**ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

<b>Μιχαήλ Σκουμιός</b>	<b>Αναπληρωτής Καθηγητής</b>	<b>ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ</b>	<b>Επιβλέπων</b>
<b>Χρυσάνθη Σκουμπουρδή</b>	<b>Καθηγήτρια</b>	<b>ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ</b>	<b>Μέλος</b>
<b>Γεώργιος Φεσάκης</b>	<b>Αναπληρωτής Καθηγητής</b>	<b>ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ</b>	<b>Μέλος</b>

**ΡΟΔΟΣ, 2019**

Η έγκριση της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. «Διδακτική Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως.

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	8
ABSTRACT .....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	10
1.1 Οριοθέτηση του προβλήματος .....	10
1.2 Αναγκαιότητα της εργασίας.....	10
1.3 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα .....	12
1.4 Σημασία της εργασίας.....	12
1.5 Δομή της εργασίας.....	13
1.6 Ανακεφαλαίωση .....	14
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό πλαίσιο .....	15
2.1 Εισαγωγή .....	15
2.2 Τα επιχειρήματα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες.....	15
2.2.1 Έννοια και συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών .....	15
2.2.2 Ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών .....	16
2.2.3 Η συμβολή της συγκρότησης επιχειρημάτων στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών και στη διαμόρφωση ενεργών πολιτών.....	17
2.3 Μάθηση Φυσικών Επιστημών μέσω επιστημονικών πρακτικών .....	18
2.3.1 Οι αντιλήψεις των μαθητών για ιδέες και έννοιες των Φυσικών Επιστημών .....	18
2.3.2 Η εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών .....	19
2.3.3 Οι επιστημονικές πρακτικές.....	20
2.3.4 Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού στις Φυσικές Επιστήμες που βασίζεται σε επιστημονικές πρακτικές.....	21
2.4 Η επαυξημένη πραγματικότητα και η συμβολή της στην εκπαίδευση των μαθητών.....	23
2.4.1. Επαυξημένη πραγματικότητα.....	23
2.4.2.Επαυξημένη Πραγματικότητα στη Εκπαίδευση.....	24
2.5 Ανακεφαλαίωση .....	25
Κεφάλαιο 3: Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....	26
3.1 Εισαγωγή .....	26
3.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την ανάπτυξη και τη θρέψη των φυτών.....	26
3.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τις διδακτικές παρεμβάσεις σχετικά με την ανάπτυξη και τη θρέψη των φυτών.....	27
3.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στη παραγωγή επιχειρημάτων από τους μαθητές.....	28

3.5	Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τις διδακτικές παρεμβάσεις με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας.....	30
3.6	Συζήτηση – Πρωτοτυπία εργασίας.....	30
3.7	Ανακεφαλαίωση.....	31
Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία.....		32
4.1	Εισαγωγή.....	32
4.2	Συμμετέχοντες.....	32
4.3	Ερευνητική διαδικασία.....	32
4.4	Εκπαιδευτικό υλικό.....	33
4.5	Συλλογή και ανάλυση δεδομένων.....	40
4.6	Ανακεφαλαίωση.....	45
Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα.....		46
5.1	Εισαγωγή.....	46
5.2	Η εξέλιξη της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας.....	46
5.3	Η εξέλιξη του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας.....	54
5.4	Η εξέλιξη της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων 62	
5.5	Η εξέλιξη του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων.....	69
5.6	Σύγκριση της βελτίωσης της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών των δύο διδακτικών παρεμβάσεων.....	76
5.7	Ανακεφαλαίωση.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....		79
6.1	Εισαγωγή.....	79
6.2	Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους.....	80
6.2.1	Η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης των τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών.....	80
6.2.2	Η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση την επαυξημένη πραγματικότητα στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών.....	81

6.2.3 Η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών.....	82
6.2.4 Η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών.....	83
6.2.5 Σύγκριση της βελτίωσης της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών των δύο διδακτικών παρεμβάσεων.....	84
6.3 Περιορισμοί της έρευνας .....	85
6.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	85
6.5 Ανακεφαλαίωση .....	86
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία .....	87
Βιβλιογραφία Ελληνόγλωσση .....	91
Παραρτήματα .....	93

### **Ευρετήριο Πινάκων**

Πίνακας 4.1:Οι δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού σε κάθε φάση διδασκαλίας και οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται ανά ενότητα .....	34
Πίνακας 4.2: Οι δραστηριότητες και οι αντιλήψεις προς διδακτική επεξεργασία .....	35
Πίνακας 4.3: Επίπεδα κατηγοριοποίησης των απαντήσεων των μαθητών ως προς τη δομή των επιχειρημάτων (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).....	41
Πίνακας 4.4: Επίπεδα κατηγοριοποίησης των απαντήσεων των μαθητών ως προς το περιεχόμενο των επιχειρημάτων ( Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).....	42
Πίνακας 5.1: Η εξέλιξη της επάρκειας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας .....	47
Πίνακας 5.2: Η εξέλιξη της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην επαυξημένη πραγματικότητα.....	49
Πίνακας 5.3: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας.....	51
Πίνακας 5.4: Η εξέλιξη της επάρκειας του συλλογισμού των μαθητών πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας.....	51
Πίνακας 5.5: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας .....	53
Πίνακας 5.6: Η εξέλιξη της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας .....	55
Πίνακας 5.7: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας .....	56
Πίνακας 5.8: Η εξέλιξη της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας.....	57

Πίνακας 5.9: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας.....	59
Πίνακας 5.10: Η εξέλιξη της καταλληλότητας του συλλογισμού των μαθητών πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που στηρίζεται με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας .....	59
Πίνακας 5.11: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας .....	61
Πίνακας 5.12: Η εξέλιξη της επάρκειας του ισχυρισμού των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων .....	62
Πίνακας 5.13: Η εξέλιξη της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων.....	63
Πίνακας 5.14: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας.....	65
Πίνακας 5.15: Η εξέλιξη της επάρκειας του συλλογισμού των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων.....	66
Πίνακας 5.16: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου.....	68
Πίνακας 5.17: Η εξέλιξη του περιεχομένου του ισχυρισμού των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση των φυσικών μέσων.....	69
Πίνακας 5.18: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου.....	71
Πίνακας 5.19: Η εξέλιξη της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων.....	71
Πίνακας 5.20: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου .....	73
Πίνακας 5.21: Η εξέλιξη της καταλληλότητας του συλλογισμού των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων .....	73
Πίνακας 5.22: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου.....	75

## **Ευρετήριο Σχημάτων**

Σχήμα 2.1:Συνεχές εικονικότητας-πραγματικότητας.....	24
Σχήμα 4.1:Φύλλα εργασίας της σχεδίασης και της πραγματοποίησης της έρευνας.....	36
Σχήμα 4.2:Φύλλο υποστήριξης των μαθητών για την συγκρότηση γραπτών επιχειρημάτων.....	37
Σχήμα 4.3:Φύλλο υποστήριξης των μαθητών στην αξιολόγηση των γραπτών επιχειρημάτων τους ....	37
Σχήμα 5.1: Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τη δομή τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα .....	54

Σχήμα 5.2:Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς το περιεχόμενο τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα .....	61
Σχήμα 5.3:Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τη δομή τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα .....	68
Σχήμα 5.4:Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς το περιεχόμενο τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα .....	76
Σχήμα 5.5:Η βελτίωση των επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τη δομή τους κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα (πειραματική ομάδα) και της διδακτικής που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα (ομάδα ελέγχου) .....	77
Σχήμα 5.6: Η βελτίωση των επιχειρημάτων των μαθητών ως προς το περιεχόμενό τους κατά τη διάρκεια τη των διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα (πειραματική ομάδα) και της διδακτικής παρέμβασης που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα (ομάδα ελέγχου).....	77

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έρευνα που μελετά τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τη θρέψη των φυτών στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην διερεύνηση της συμβολής δύο διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» σχετικά με τη θρέψη των φυτών στην εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και η σύγκριση των αποτελεσμάτων τους. Για τις ανάγκες της έρευνας αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για την θρέψη των φυτών, το οποίο βασίστηκε στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας. Επίσης, αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για το ίδιο ζήτημα, το οποίο βασίστηκε στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων. Πραγματοποιήθηκαν διδακτικές παρεμβάσεις σε 46 μαθητές της Γ΄ τάξης του Δημοτικού. Τα δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν οι απαντήσεις (επιχειρήματα) των μαθητών στα φύλλα εργασίας. Αξιολογήθηκαν τα γραπτά επιχειρήματα χρησιμοποιώντας κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι είναι εφικτή η βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών μέσω και των δύο διδακτικών παρεμβάσεων. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι η διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας, επέφερε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σχετικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών συγκριτικά με τη διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων. Τα αποτελέσματα της εργασίας παρέχουν δυνατότητες αξιοποίησής τους τόσο στο πεδίο της έρευνας όσο και στο πεδίο της εκπαιδευτικής πράξης.



## **ABSTRACT**

The research that studies the impact of didactic interventions to the quality of students' arguments for the growth of plants is especially limited. The present study aims to investigate the contribution of two teaching interventions based on the model of "three-dimensional-learning" in the progress of the quality of students' written arguments for the growth of plants and the comparison of their results. For the needs of the research educational material was created for the growth of plants, which was based on the model of "three-dimensional-learning" that was supported by augmented reality. In addition, educational material was created for the same subject area, which was based on the model of "three-dimensional-learning" that was supported by natural elements. The didactic interventions were applied to 46 third-grade students of an Elementary School. The survey data were the answers (arguments) of students from the didactic interventions. Data analysis was performed with a rubric. The analysis of the data showed that the improvement of quality of students' written arguments was feasible for the growth of plants through teaching interventions. In addition, it has been proved that the teaching intervention that was based on the model of "three-dimensional-learning" with use of reality augmented had better learning results than the teaching intervention based on the model of "three-dimensional-learning" with the use of natural elements. The results of the study provide opportunities to use them not only in the research field but also in the educational practice field.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Οριοθέτηση του προβλήματος

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα: «Ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού που υποστηρίζεται από επαυξημένη πραγματικότητα για την ύλη και την ενέργεια στους οργανισμούς», εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Διδακτική των Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Η εργασία αυτή εντάσσεται στο ευρύτερο σώμα των ερευνών που μελετούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που αναπτύσσουν οι μαθητές. Ειδικότερα, στην εργασία αυτή μελετάται η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για την ανάπτυξη και τη θρέψη ενός φυτού με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στις πρακτικές των μαθητών που σχετίζονται με την ποιότητα των επιχειρημάτων που συγκροτούν.

Η βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών επιδιώκεται μέσα από τη διδακτική παρέμβαση που στηρίζεται στη «μάθηση τριών διαστάσεων» όπως αυτή έχει προταθεί από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των Ηνωμένων Πολιτειών (NRC, 2012).

## 1.2 Αναγκαιότητα της εργασίας

Τα τελευταία χρόνια ένας από τους βασικούς στόχους της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες είναι η ανάπτυξη επιστημονικών πρακτικών στους μαθητές (NRC, 2000, 2012; NGSS Lead States, 2013). Συγκεκριμένα επιδιώκεται οι μαθητές να εμπλακούν με τις επιστημονικές πρακτικές για να ενισχύσουν τη κατανόηση βασικών ιδεών καθώς και εγκάρσιων εννοιών των Φυσικών Επιστημών (NRC, 2012). Οι επιστημονικές πρακτικές είναι οι πρακτικές των επιστημόνων που χρησιμοποιούν όταν διερευνούν φαινόμενα και οικοδομούν θεωρίες και μοντέλα (NGSS Lead States, 2013). Μια από αυτές τις πρακτικές είναι η εμπλοκή των μαθητών με την επιχειρηματολογία.

Βασικός στόχος της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών είναι η συγκρότηση τεκμηριωμένων επιχειρημάτων από τους μαθητές (Driver, Newton & Osborne, 2000; National Research Council [NRC], 2000, 2012; NGSS Lead States, 2013). Πιο συγκεκριμένα, επιδιώκεται οι μαθητές να αναπτύξουν την ικανότητα να αξιολογούν τις δικές τους απόψεις αλλά και των άλλων αναγνωρίζοντας τυχόν κενά και αδυναμίες (National Research Council [NRC], 2000, 2011; Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2014) και να είναι ικανοί να υποστηρίξουν ή να απορρίπτουν τα επιχειρήματα των άλλων χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία (Krajcik & McNeill, 2009). Η ικανότητα της

επιχειρηματολογίας βοηθά τους μαθητές να κατανοούν περισσότερο το επιστημονικό περιεχόμενο της ενότητας που μελετούν (Sandoval & Ryu, 2012).

Μια ενότητα που διδάσκεται στην πρωτοβάθμια και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι η ανάπτυξη και η θρέψη του φυτού (ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, 2003). Οι μαθητές ερχόμενοι στο σχολείο έχουν σχηματίσει ήδη κάποιες αντιλήψεις για τη συγκεκριμένη ενότητα. Έχουν γίνει αρκετές έρευνες οι οποίες έχουν καταγράψει τις αντιλήψεις των μαθητών για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού (Anderson, Ellis & M. Jones, 2013; Mosothwane, 2011; Sheau-Wen Lin, 2004; Özay E. & Öztaş H., 2003; Χατζηνικητά, Κουλαϊδής & Ζόγκα, 1999; Ζόγκα & Οικονομοπούλου, 1999; Bailey & Watson, 1998; Bell, 1985). Οι έρευνες αυτές έχουν δείξει ότι οι αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες αυτές είναι διαφορετικές από τη σχολική γνώση καθώς πολλοί μαθητές θεωρούν ότι το φυτό είναι ετερότροφος οργανισμός και τρέφεται από τις ρίζες του (Bell, 1985; Χατζηνικητά, Κουλαϊδής & Ζόγκα, 1999).

Για να αντιμετωπιστούν οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την ανάπτυξη και τη θρέψη του φυτού πραγματοποιήθηκαν έρευνες που εστίαζαν στη συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών (Cherubini, Gash και McCloughlin , 2008; Dauer, Doherty , Freed & Anderson, 2014; Métioui, Matoussi και Trudel ,2015; Zangori και Forbes, 2015).

Μολονότι έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που εστιάζουν στη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τη θρέψη των φυτών στις αντιλήψεις τους, ωστόσο, απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών. Προκύπτει λοιπόν, η αναγκαιότητα υλοποίησης μιας έρευνας που να εστιάζει στη βελτίωση των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών δημοτικού για την ανάπτυξη και τη θρέψη του φυτού, μέσα από διδακτικές παρεμβάσεις που εμπλέκουν τους μαθητές με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και χρησιμοποιούν φυσικά μέσα ή νέες τεχνολογίες (όπως την επαυξημένη πραγματικότητα).

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι μελετάται η συμβολή δύο διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» σχετικά με τη θρέψη των φυτών (με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας και φυσικών μέσων), στην εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Γ τάξης του δημοτικού, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

Η συγκεκριμένη εργασία έχει διεπιστημονικό χαρακτήρα. Ειδικότερα, στην εργασία εμπλέκονται: (α) οι Φυσικές Επιστήμες, αφού εστιάζεται στο ζήτημα της θρέψης των φυτών, (β) τα Μαθηματικά, εφόσον οι μαθητές κατά τις διδακτικές παρεμβάσεις θα εμπλακούν με την πρακτική της χρήσης μαθηματικής σκέψης, (γ) οι γλωσσικές επιστήμες, αφού η ποιότητα των επιχειρημάτων εκτός από τη δομή και το περιεχόμενό τους καθορίζεται και από τα γλωσσικά χαρακτηριστικά τους, (δ) Η Τεχνολογία Πληροφορίας και Επικοινωνίας, καθώς οι μαθητές θα χρησιμοποιήσουν μέσα νέων τεχνολογιών.

### 1.3 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής δύο διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» σχετικά με την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών, στην εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου και η σύγκριση των αποτελεσμάτων των μαθητών που χρησιμοποίησαν ΕΠ με τους μαθητές που χρησιμοποίησαν φυσικά μέσα.

Οι δύο διδακτικές παρεμβάσεις βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» και διαφέρουν στο ότι στην πρώτη διδακτική παρέμβαση χρησιμοποιείται σε δραστηριότητες με επαυξημένη πραγματικότητα, ενώ στη δεύτερη χρησιμοποιούνται δραστηριότητες αποκλειστικά με φυσικά μέσα.

Ειδικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται είναι τα εξής:

**Ερευνητικό ερώτημα 1:** Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας στην εξέλιξη της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου;

**Ερευνητικό ερώτημα 2:** Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας στην εξέλιξη του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου;

**Ερευνητικό ερώτημα 3:** Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στην εξέλιξη της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου;

**Ερευνητικό ερώτημα 4:** Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στην εξέλιξη του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου;

**Ερευνητικό ερώτημα 5:** Υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο διδακτικών παρεμβάσεων αναφορικά με την εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών;

### 1.4 Σημασία της εργασίας

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας παρέχουν δυνατότητες αξιοποίησής τους σε δύο πεδία, στο πεδίο της έρευνας και στο πεδίο της διδακτικής πράξης. Στο πεδίο της έρευνας, η εργασία αναμένεται να συμβάλλει στη συζήτηση για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας. Παράλληλα, θα μπορούσε να συμβάλλει στη συζήτηση για την ανάπτυξη κατάλληλων δραστηριοτήτων για τη

βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Επίσης, αναμένεται να συντελέσει στον επαναπροσδιορισμό των στόχων και των θέσεων των αναλυτικών προγραμμάτων των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση που αφορούν τη θρέψη των φυτών. Στο επίπεδο της διδακτικής πράξης η παρούσα εργασία μπορεί να αξιοποιηθεί από τους εκπαιδευτικούς για τη διδασκαλία της ανάπτυξης και της θρέψης των φυτών με το εκπαιδευτικό υλικό που θα έχει συγκροτηθεί.

## 1.5 Δομή της εργασίας

Η εργασία αυτή αποτελείται από έξι κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην οριοθέτηση του θέματος και καταδεικνύεται η αναγκαιότητα πραγματοποίησης αυτής της έρευνας. Προβάλλεται ο σκοπός και ειδικότερα οι ερευνητικοί στόχοι της, η σημασία της εργασίας και η δομή της.

Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελείται από το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας. Στο θεωρητικό πλαίσιο περιλαμβάνονται ζητήματα που αναφέρονται στις αντιλήψεις των μαθητών, στα επιχειρήματα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, και στο πλαίσιο της μάθησης τριών διαστάσεων.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που έχουν γίνει για την συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για την ανάπτυξη και τη θρέψη του φυτού στις αντιλήψεις των μαθητών, βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που σχετίζονται με τη συγκρότηση επιχειρημάτων από τους μαθητές και βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών διδακτικών παρεμβάσεων που χρησιμοποιούν ως διδακτικό εργαλείο την επαυξημένη πραγματικότητα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται η διαδικασία της έρευνας, το δείγμα των μαθητών καθώς επίσης και τα εργαλεία συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία. Στη συνέχεια, αναγράφεται η διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας τα οποία σχετίζονται στην εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών για την ανάπτυξη και τη θρέψη των φυτών.

Στο έκτο κεφάλαιο σχολιάζονται τα αποτελέσματα και εξάγονται τα συμπεράσματα της έρευνας. Παράλληλα, αναφέρεται η συμβολή των αποτελεσμάτων της έρευνας στη διδακτική πράξη και στη συνέχεια διατυπώνονται οι περιορισμοί της εργασίας και προτάσεις για μελλοντικές έρευνες. Τέλος, παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές και τα Παραρτήματα.

## **1.6 Ανακεφαλαίωση**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η οριοθέτηση του θέματος καθώς και οι λόγοι που οδηγούν στην επιλογή του θέματος της εργασίας. Στη συνέχεια, διατυπώνονται τα ερευνητικά ερωτήματα που απασχολούν την έρευνα και η σημασία της εργασίας. Τέλος, προβάλλεται η δομή των κεφαλαίων από τα οποία αποτελείται η παρούσα εργασία.

## **Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό πλαίσιο**

### **2.1 Εισαγωγή**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας και αποτελείται από τρεις ενότητες. Η πρώτη αναφέρεται στα συστατικά στοιχεία και την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (βλ. ενότητα 2.2). Στη δεύτερη παρουσιάζονται βασικά στοιχεία που αναφέρονται στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών μέσω επιστημονικών πρακτικών (βλ. ενότητα 2.3). Στη τρίτη περιγράφεται η συμβολή της επαυξημένης πραγματικότητας στη μάθηση (βλ. ενότητα 2.4).

### **2.2 Τα επιχειρήματα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες**

Η ενότητα αυτή αναφέρεται στα επιχειρήματα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες και περιλαμβάνει τρεις υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα ορίζεται η έννοια του επιχειρήματος και περιγράφονται τα συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων (βλ. υποενότητα 2.2.1). Η δεύτερη υποενότητα αναφέρεται στην αξιολόγηση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. υποενότητα 2.2.2). Η τρίτη υποενότητα αναφέρεται στη συμβολή των επιχειρημάτων των μαθητών στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.2.3).

#### **2.2.1. Έννοια και συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών**

Αν και η έννοια του επιχειρήματος συνδέεται με την έννοια της εξήγησης, ωστόσο πρόκειται για δύο διακριτές έννοιες. Η εξήγηση φανερώνει το πώς ή το γιατί συμβαίνει ένα φαινόμενο (Chinn & Brown, 2000; Berland & Reiser, 2009), ενώ το επιχείρημα επιδιώκει να τεκμηριώσει γιατί μια εξήγηση είναι πιο αποδεκτή έναντι κάποιων άλλων εξηγήσεων (McNeill & Krajcik, 2012).

Η δομή ενός επιχειρήματος στηρίζεται στο μοντέλο της επιχειρηματολογίας του Toulmin (1958). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, τα επιχειρήματα περιλαμβάνουν τους ισχυρισμούς ή τα συμπεράσματα (claims or conclusions) που είναι η απάντηση σε μία ερώτηση ή σε ένα πρόβλημα, τα δεδομένα (data) που υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς, οι εγγυήσεις (warrants) που δείχνουν το λόγο που τα δεδομένα υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς, οι υποστηρίξεις (backings) που είναι οι πληροφορίες που στηρίζουν τις εγγυήσεις, οι πιστοποιήσεις (qualifiers) που υποδεικνύουν την ισχύ από τα στοιχεία των εγγυήσεων και οι αντικρούσεις (rebuttals) που καταδεικνύουν τις συνθήκες κάτω από τις οποίες τα δεδομένα και οι εγγυήσεις δεν οδηγούν στους ισχυρισμούς.

Ωστόσο, παρόλο που το μοντέλο του Toulmin είχε χρησιμοποιηθεί για την συγκρότηση και την αξιολόγηση επιχειρημάτων σε πολλές έρευνες, θεωρήθηκε ότι ήταν δύσκολη η διαφοροποίηση

στο λόγο των μαθητών ανάμεσα στις εγγυήσεις, στις υποστηρίξεις και στις πιστοποιήσεις (Jiménez-Aleixandre, Rodríguez & Duschl, 2000; Erduran, Simon, & Osborne, 2004; McNeill, Lizotte, Krajcik & Marx, 2006). Για το λόγο αυτό προτάθηκε μια απλοποιημένη εκδοχή του μοντέλου.

Σύμφωνα με το μοντέλο επιχειρηματολογίας που προτάθηκε από τους McNeill, Lizotte, Krajcik και Marx (2006) περιλαμβάνονται τρία συστατικά στοιχεία σε ένα επιχειρήμα, τα οποία είναι ο ισχυρισμός (ο οποίος απαντά σε ένα πρόβλημα ή σε μία ερώτηση), τα αποδεικτικά στοιχεία (τα οποία είναι τα δεδομένα που έρχονται για να αιτιολογήσουν και να υποστηρίξουν τον ισχυρισμό) και ο συλλογισμός (που συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία και αναδεικνύει μέσα από τις επιστημονικές αρχές το λόγο που τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό). Το 2012, οι McNeill και Krajcik πρόσθεσαν και ένα τέταρτο συστατικό στοιχείο την αντίκρουση που τεκμηριώνει το πώς και το γιατί ένας ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

Οι μαθητές δυσκολεύονται να συγκροτούν επιχειρήματα. Ειδικότερα, οι μαθητές χρησιμοποιούν ισχυρισμούς, τους οποίους όμως δεν μπορούν να τους αιτιολογήσουν (Jiménez-Aleixandre, Rodríguez & Duschl, 2000, 2007). Πολλές φορές μάλιστα τα αποδεικτικά στοιχεία, που χρησιμοποιούν για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους, είναι προσωπικές απόψεις (Hogan & Maglienti, 2001). Επιπλέον, οι μαθητές δυσκολεύονται να καταγράψουν αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς που να είναι επαρκείς και κατάλληλοι (Krajcik, McNeill & Reiser, 2007; Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, & Duschl, 2000).

### **2.2.2. Ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών**

Σύμφωνα με τους McNeill, Lizotte, Krajcik & Marx (2006) η ποιότητα των επιχειρημάτων που αναπτύσσει ένας μαθητής χαρακτηρίζεται από τη δομή και από το περιεχόμενό τους. Η δομή ενός επιχειρήματος σχετίζεται με την ύπαρξη και την επάρκεια των συστατικών στοιχείων του (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμός) ανεξάρτητα από το περιεχόμενό τους. Ένα επιχειρήμα χαρακτηρίζεται επαρκές όταν ένας ισχυρισμός είναι πλήρης και απαντά στην ερώτηση, τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό και ο συλλογισμός εμπλέκει αρχές και συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό μέσω των αρχών. Το περιεχόμενο ενός επιχειρήματος χαρακτηρίζεται από την καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων σε σχέση με την επιστημονική θεώρηση (ή τη σχολική γνώση). Οι McNeill και Krajcik (2007) πρότειναν μία κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων σύμφωνα με την οποία μπορεί να αξιολογηθεί ένα επιχειρήμα περιλαμβάνοντας τα τρία συστατικά στοιχεία (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμός) και τα επίπεδα βαθμολογίας για καθένα από τα τρία συστατικά. Όταν τα επιχειρήματα έχουν υψηλά επίπεδα βαθμολογίας, τότε η δομή τους είναι επαρκής και το περιεχόμενο κατάλληλο.

Από τους Σκουμιό και Χατζηνικήτα (2014) προτάθηκε μια τροποποιημένη εκδοχή της κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων των McNeill και Krajcik έχοντας χωρίσει τα συστατικά



στοιχεία ενός επιχειρήματος που αφορούν τη δομή με αυτά που σχετίζονται με το περιεχόμενο. Έτσι δημιουργήθηκαν δύο κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων. Η πρώτη κλίμακα εξετάζει αποκλειστικά την δομή ενός επιχειρήματος και συγκεκριμένα την ύπαρξη και την επάρκεια των συστατικών στοιχείων τους (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμός) και η δεύτερη κλίμακα ελέγχει το περιεχόμενο τους δηλαδή την καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων όταν αυτά συγκρίνονται με την επιστημονική γνώση. Παράλληλα, στα κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών πρόσθεσαν και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων. Έτσι, ανέπτυξαν ένα εργαλείο που αξιολογεί τα γλωσσικά χαρακτηριστικά όπως τη συγκρότηση των προτάσεων, το λεξιλόγιο και τις γλωσσικές συμβάσεις.

Επομένως, η ποιότητα των επιχειρημάτων αξιολογείται ως προς την δομή εξετάζοντας την ύπαρξη και την επάρκεια των συστατικών στοιχείων, ως προς το περιεχόμενο αξιολογώντας την καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά που αφορούν την συγκρότηση των προτάσεων, το λεξιλόγιο και τις γλωσσικές συμβάσεις.

### **2.2.3. Η συμβολή της συγκρότησης επιχειρημάτων στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών και στη διαμόρφωση ενεργών πολιτών**

Τα τελευταία χρόνια επιδιώκεται οι μαθητές «να δημιουργούν και να αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα» και «να συμμετέχουν παραγωγικά σε επιστημονικές πρακτικές και συζητήσεις» (NRC, 2007). Η επιχειρηματολογία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εκμάθηση των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές και ειδικότερα, μπορεί να συμβάλει τόσο για την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης και της καλύτερης κατανόησης του εννοιολογικού περιεχομένου όσο και για την ικανότητα τους να μπορούν να προτείνουν τεκμηριωμένους ισχυρισμούς (Duschl & Osborne, 2002; Driver, Newton, & Osborne, 2000; Newton, Driver, & Osborne, 1999).

Η χρήση επιχειρημάτων είναι σημαντική δεξιότητα για τους μαθητές, όχι μόνο για όσους θα ακολουθήσουν ένα επάγγελμα που σχετίζεται με κάποιο επιστημονικό πεδίο αλλά και για όλους τους μαθητές και αυριανούς πολίτες (OECD, 2006, 2013). Με την ανάπτυξη της πρακτικής της συγκρότησης των επιχειρημάτων οι μαθητές ως πολίτες θα μπορούν να διατυπώνουν γραπτά ή προφορικά τη άποψή τους και να τεκμηριώνουν με στόχο να πείσουν για την ορθότητα της θέσης τους. Επίσης, θα μπορούν να αξιολογούν επιχειρήματα που τους παρουσιάζονται γραπτά ή προφορικά μέσα από το διαδίκτυο, τις εφημερίδες, τα περιοδικά, την τηλεόραση και το ραδιόφωνο (Krajcik & McNeill, 2009). Επίσης, η διαδικασία της συγκρότησης επιχειρημάτων από τους μαθητές συμβάλλει στην αναδιαμόρφωση της εικόνας που έχουν διαμορφώσει για τις Φυσικές Επιστήμες (Bell & Linn, 2000).

## **2.3 Μάθηση Φυσικών Επιστημών μέσω επιστημονικών πρακτικών**

Η ενότητα αυτή αναφέρεται στη διδακτική προσέγγιση που αφορά στη μάθηση Φυσικών Επιστημών μέσω επιστημονικών πρακτικών και αποτελείται από τέσσερις υποενότητες. Η πρώτη υποενότητα περιλαμβάνει τα συμπεράσματα της έρευνας των μαθητών για τις ιδέες και τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.3.1). Στη δεύτερη υποενότητα αναπτύσσεται η εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.3.2), στην τρίτη αναφέρονται οι επιστημονικές πρακτικές (βλ. υποενότητα 2.3.3) και στη τέταρτη υποενότητα παρουσιάζονται ζητήματα που αφορούν στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού στις Φυσικές Επιστήμες που εμπλέκει τους μαθητές με τις επιστημονικές πρακτικές (βλ. υποενότητα 2.3.4).

### **2.3.1. Οι αντιλήψεις των μαθητών για ιδέες και έννοιες των Φυσικών Επιστημών**

Πολλές έρευνες έχουν αναδείξει ότι οι μαθητές ερχόμενοι στο σχολικό περιβάλλον έχουν διαμορφώσει άποψη για τον τρόπο που λειτουργεί ο κόσμος μέσα από το φυσικό και κοινωνικό τους περιβάλλον (Driver et al, 1993; Κόκκοτας, 1997; Driver et al, 2000; Χατζηνικήτα, 2001). Οι αντιλήψεις αυτές διαμορφώνονται άτυπα με σκοπό να ερμηνεύσουν τα φυσικά φαινόμενα. Οι αντιλήψεις των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα αναφέρονται ως εναλλακτικές ιδέες ή παρανοήσεις, αυθόρμητες αντιλήψεις ή νοητικά μοντέλα, διαισθητικές ιδέες, επιστήμη των παιδιών, αναπαραστάσεις, νοητικά μοντέλα (Κόκκοτας, 1997). Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας ο όρος που θα χρησιμοποιηθεί είναι οι αντιλήψεις των μαθητών.

Τα τελευταία 40 έτη έχουν εντοπιστεί οι αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών (Driver, Guense & Tiberghien, 1993). Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές πριν έρθουν στο σχολείο έχουν διαμορφώσει αντιλήψεις από το κοινωνικό και φυσικό περιβάλλον οι οποίες τις περισσότερες φορές, είναι διαφορετικές από την επιστημονική γνώση και από την σχολική τους εκδοχή (Driver et al. 1994; Χατζηνικήτα, 2001). Σημαντικό ρόλο έχει το πολιτιστικό πλαίσιο στο οποίο μεγαλώνει ένας μαθητής και κυρίως η γλώσσα που επικοινωνούν (Driver et al., 1985; Driver et al., 1994; Κόκκοτας, 1998). Σε ορισμένες περιπτώσεις οι αντιλήψεις είναι τόσο καλά εδραιωμένες που δεν είναι εύκολο να αλλάξουν με την διδασκαλία (κυρίως με την παραδοσιακή διδασκαλία) και έτσι τους ακολουθεί μέχρι την ενηλικίωσή τους ή πολλές φορές οι μαθητές μπορεί να διατηρήσουν τόσο την αρχική τους αντίληψη όσο και την σχολικό-επιστημονική που παρουσιάστηκε από τον εκπαιδευτικό (Driver et al., 1994; Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001). Κάποιες αντιλήψεις είναι αρκετά διαδεδομένες στους μαθητές ακόμη και όταν προέρχονται από διαφορετικά περιβάλλοντα (Driver et al., 1994; Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

### **2.3.2. Η εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών**

Σύμφωνα με την εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών, η γνώση κατασκευάζεται από τους ίδιους τους μαθητές συνδυάζοντας τις βιωματικές αντιλήψεις με τις αντιλήψεις που τους παρέχονται από την εκπαιδευτική διαδικασία (Κολιόπουλος,2001). Η γνώση οικοδομείται ενεργά από τα υποκείμενα και δεν τους μεταφέρεται παθητικά (Driver,1989).

Από τις βασικές θέσεις της εποικοδομητικής προσέγγισης για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (Driver, 1989; Watts, 1994; Tobin, 1993) προκύπτουν ότι οι μαθητές ερχόμενοι στο σχολείο έχουν σχηματίσει ήδη κάποιες αντιλήψεις. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ο μαθητής κατασκευάζει ενεργά την νέα γνώση βασιζόμενος αρχικά στην ήδη προϋπάρχουσα γνώση. Πολλές φορές όμως, οι μαθησιακές εμπειρίες μπορεί να προκαλέσουν γνωστικές συγκρούσεις καθώς η μαθησιακή διαδικασία επηρεάζεται από το κοινωνικό πλαίσιο. Η μάθηση είναι μία διαδικασία αλλαγής των αντιλήψεων τους και οι μαθητές είναι υπεύθυνοι για την μάθησή τους (Driver et al., 2000).

Στην εκπαίδευση έχουν αναπτυχθεί δύο βασικές θέσεις του εποικοδομητισμού, ο ατομικός και ο κοινωνικός (Leach & Scott, 2000). Ο ατομικός εποικοδομητισμός στηρίζεται στη ατομοκεντρική άποψη που εξέφρασε ο J. Piaget (1950), εστιάζοντας στο άτομο και υποστηρίζοντας ότι το κάθε άτομο δημιουργεί τις δικές του προσωπικές αντιλήψεις και τις νοητικές δομές. Μέσα από τις προσωπικές αντιλήψεις ο μαθητής κατασκευάζει την γνώση και ερμηνεύει την πραγματικότητα με ένα δικό του τρόπο (Κόκκοτας, 2001).Με βάση αυτή τη θέση, η μάθηση θεωρείται αποτέλεσμα κυρίως ατομικών γνωστικών διεργασιών. Ο κοινωνικός εποικοδομητισμός θεωρεί ότι η κατασκευή της γνώσης γίνεται μέσα από κοινωνικές δραστηριότητες. Ο μαθητής έχει την δυνατότητα μέσα από την εμπλοκή του στις δραστηριότητες να αλληλεπιδρά με τους συμμαθητές του, τους διδάσκοντες και να νιώθει μέλος της κοινότητας (Skamp, 2012).Επομένως, το κάθε άτομο οικοδομεί την γνώση και σε ατομικό και σε κοινωνικό επίπεδο (Driver et al., 1994).

Παράλληλα, στην εποικοδομητική προσέγγιση ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι σημαντικός στην οικοδόμηση της νέας γνώσης. Δεν λειτουργεί ως αυθεντία αλλά ως συνεργάτης και εμπνευστής ως προς τους μαθητές. Πρέπει να γνωρίζει το αντικείμενο διδασκαλίας καθώς επίσης και τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών για να τους οδηγήσει με τις κατάλληλες τεχνικές στη νέα γνώση. Τέλος, μέσα στη τάξη θα πρέπει να δημιουργεί ευνοϊκό κλίμα μάθησης ώστε οι μαθητές να μπορούν να εμπλακούν ατομικά και ως μέλη της ομάδας και της τάξης στη διαδικασία της μάθησης (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

### 2.3.3. Οι επιστημονικές πρακτικές

Έχει υποστηριχθεί ότι η επεξεργασία και η αναθεώρηση των αντιλήψεων των μαθητών πραγματοποιείται μέσω της χρήσης επιστημονικών πρακτικών (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012). Σύμφωνα με το NRC (2012) οι επιστημονικές πρακτικές είναι οι κύριες πρακτικές που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για να κατασκευάσουν μοντέλα και θεωρίες για το φυσικό κόσμο. Επιλέχθηκε ο όρος «επιστημονικές πρακτικές» αντί του όρου δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών για να εστιάσει στο γεγονός ότι η εμπλοκή ενός μαθητή σε μια επιστημονική έρευνα δεν απαιτεί μόνο δεξιότητα αλλά και γνώση για κάθε πρακτική που χρησιμοποιείται (NRC, 2012).

Οι πρακτικές που έχουν προταθεί για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (NGSS Lead States, 2013) είναι οι εξής:

- *Υποβολή ερωτημάτων*: οι μαθητές επιδιώκεται να είναι ικανοί να υποβάλλουν ερωτήσεις ο ένας στον άλλον για τα κείμενα που διαβάζουν, να αναλύουν τα χαρακτηριστικά των φαινομένων που παρατηρούν, να αναφέρουν τα συμπεράσματα στα οποία έχουν καταλήξει και να υποβάλλουν ερωτήσεις πάνω σε εργασίες άλλων. (NGSS Lead States, 2013).
- *Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων*: επιδιώκεται οι μαθητές να κατασκευάζουν και να χρησιμοποιούν μοντέλα και προσομοιώσεις (διαγράμματα, αναπαραστάσεις και αναλογίες σε υπολογιστή) για την εξήγηση μη φυσικών φαινομένων (NGSS Lead States, 2013).
- *Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας* : οι μαθητές επιδιώκεται να μπορούν να σχεδιάζουν και να εκτελούν μια έρευνα. Αναλυτικότερα, μέσα από τις επιστημονικές έρευνες, οι μαθητές υποβάλλουν ερωτήσεις που μπορούν να διερευνηθούν, προβλέπουν το αποτέλεσμα, αναγνωρίζουν τις εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές, εξετάζουν τον τρόπο που μπορούν να μετρηθούν οι μεταβλητές, εκτιμούν την αξιοπιστία και την ακρίβεια των δεδομένων, παρατηρούν και συλλέγουν τα δεδομένα που περιγράφουν ένα φαινόμενο και δεδομένα που ελέγχουν μια θεωρία και σχεδιάζουν πλάνα για μία ατομική ή ομαδική έρευνα καθώς και την αξιολόγηση της (NGSS Lead States, 2013).
- *Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων* : Οι μαθητές έχοντας συλλέξει δεδομένα, επιδιώκεται να τα αναλύουν. Η ανάλυση μπορεί να γίνει μέσω της κωδικοποίησης, των γραφικών παραστάσεων ή της στατιστικής ανάλυσης. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, οι μαθητές αναπτύσσουν την δεξιότητα να αξιολογούν τις πληροφορίες που έχουν συλλέξει με μια ποικιλία εργαλείων είτε με φυσικά είτε με ψηφιακά μέσα συγκρίνοντας διαφορετικές λύσεις και λαμβάνοντας υπόψη τυχόν λάθη και μαθαίνουν να ερμηνεύουν τα αποτελέσματα ώστε να τα χρησιμοποιήσουν ως αποδεικτικά στοιχεία (NGSS Lead States, 2013).
- *Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης* : Στις Φυσικές Επιστήμες η χρήση της μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης είναι θεμελιώδη εργαλεία για την απεικόνιση φυσικών μεταβλητών και για τη σχέση ανάμεσα τους. Οι μαθητές χρησιμοποιούν αυτά τα

εργαλεία για να παρουσιάσουν τις μεταβλητές, τις σχέσεις τους και να κάνουν ποσοτικές προβλέψεις. Μέσα από τα ψηφιακά εργαλεία, οι μαθητές μπορούν να υπολογίσουν με ακρίβεια και να μπορούν να λύσουν ένα πρόβλημα που με φυσικά μέσα ήταν δύσκολο να υλοποιηθεί (NGSS Lead States, 2013).

- *Συγκρότηση εξηγήσεων:* Ο στόχος των Φυσικών Επιστημών είναι η κατασκευή των θεωριών που παρέχουν ερμηνευτικές αναφορές. Οι μαθητές μαθαίνουν να κατασκευάσουν εξηγήσεις χρησιμοποιώντας ισχυρισμούς, να υποστηρίζουν την άποψη τους χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και να αναγνωρίζουν κενά ή αδυναμίες σε μία εξήγηση (NGSS Lead States, 2013).
- *Εμπλοκή στην παραγωγή επιχειρημάτων με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία :* Για τις Φυσικές Επιστήμες η επιχειρηματολογία καθώς και η αιτιολόγησή της είναι βασική για την ανάπτυξη και την υπεράσπιση μιας νέας ιδέας ή μιας εξήγησης για ένα φυσικό φαινόμενο, για την αναγνώριση των δυνατών και αδύναμων σημείων ενός συλλογισμού και την εύρεση καλύτερων αποδόσεων για τα φυσικά φαινόμενα. Οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να υποστηρίζουν ένα επιχειρήμα, το οποίο να βασίζεται σε ένα γερό θεμέλιο των δεδομένων. Η εμπλοκή τους στην επιχειρηματολογία για την εύρεση καλύτερης εξήγησης είναι σημαντική καθώς οι μαθητές σχεδιάζουν την έρευνά τους εκτιμώντας τα δυνατά και τα αδύναμα σημεία του συλλογισμού τους, αναλύουν και ερμηνεύουν τα δεδομένα τους, επιχειρηματολογούν με αποδείξεις για να υποστηρίξουν τον συλλογισμό τους, συγκρίνουν τα επιχειρήματά τους και τα αναθεωρούν (NGSS Lead States, 2013).
- *Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών:* απαιτείται από τους μαθητές να μπορούν να εντοπίζουν τις πληροφορίες από τα κείμενα, να εκτιμούν την επιστημονική εγκυρότητα των πληροφοριών για να ενσωματώνουν αυτές τις πληροφορίες που προέρχονται από διαφορετικές πηγές και να ανταλλάξουν ιδέες και απόψεις με τους συνομήλικούς τους. (NGSS Lead States, 2013).

Η χρήση των παραπάνω πρακτικών βοηθά τους μαθητές να εμπλακούν στη διδασκαλία και να μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα το εννοιολογικό περιεχόμενο των φυσικών επιστημών και να οικοδομήσουν την νέα γνώση (NRC, 2012).

#### **2.3.4. Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού στις Φυσικές Επιστήμες που βασίζεται σε επιστημονικές πρακτικές**

Τα τελευταία χρόνια έχει αναδειχθεί η σπουδαιότητα της ανάπτυξης επιστημονικών πρακτικών στους μαθητές και έχει τεθεί ως στόχος στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (NRC, 2012; NGSS Lead States, 2013). Πιο συγκεκριμένα, η επιδίωξη των μαθητών είναι μέσω των επιστημονικών πρακτικών να μπορούν να οικοδομούν ιδέες και έννοιες των Φυσικών Επιστημών, να ερμηνεύουν φαινόμενα και να επιλύουν προβλήματα (NGSS Lead States, 2013). Ωστόσο, έχει

αναφερθεί ότι η αποτελεσματική συμμετοχή στις επιστημονικές πρακτικές δεν απαιτεί μόνο τη συμμετοχή των μαθητών αλλά είναι σημαντικό ακόμη οι εκπαιδευτικοί να εντοπίσουν τις πρακτικές που θα βοηθήσουν τους μαθητές στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (Krajcik, McNeill, & Reiser, 2008; Duschl et al., 2007).

Σημαντικό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία διαδραματίζει και το εκπαιδευτικό υλικό. Τα τελευταία χρόνια έχει σχεδιαστεί ευρύ φάσμα εκπαιδευτικών υλικών. Όμως, ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού υλικού των «καλών πρακτικών» δημιουργεί προβληματισμό που αναπτύσσει την ανάγκη για καθορισμό αρχών για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού και την διερεύνηση των αλληλεπιδράσεων του υλικού με τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς ώστε να είναι αποτελεσματική η διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης (Σκουμιάς & Σκουμπούρη, 2014).

Για τη σχεδίαση εκπαιδευτικών υλικών έχουν προταθεί διάφορα διδακτικά μοντέλα μέσα από τα οποία επιδιώκεται η μάθηση των εννοιών και των βασικών ιδεών των Φυσικών Επιστημών. Ένα διδακτικό μοντέλο είναι των 5E του Bybee (1997,2006), το οποίο περιλαμβάνει πέντε φάσεις:

- Ενεργοποίηση- εμπλοκή (Engagement)
- Εξερεύνηση (Exploration)
- Εξήγηση (Explanation)
- Εφαρμογή (Elaboration)
- Αξιολόγηση (Evaluation)

### **Φάση Ενεργοποίησης**

Στην πρώτη φάση επιδιώκεται η πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών, η ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών, η συνειδητοποίηση των μεταξύ τους διαφωνιών καθώς επίσης και η διατύπωση των ερωτημάτων για έρευνα (Bybee et al., 2006).

Ο εκπαιδευτικός μέσα από κατάλληλα ερωτήματα προκαλεί την περιέργεια των μαθητών. Απαντώντας στις ερωτήσεις οι μαθητές δίνουν την ευκαιρία στον δάσκαλο να εντοπίσει τις αντιλήψεις τους (Bybee et al., 2006). Οι μαθητές συζητώντας τις απαντήσεις μεταξύ τους διαπιστώνουν ότι έχουν διαφορετικοί άποψη όποτε εντοπίζουν ένα πρόβλημα για λύση.

### **Φάση Εξερεύνησης**

Σε αυτή τη φάση υλοποιείται η σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας από τους μαθητές. Βασικός στόχος στη φάση της εξερεύνησης είναι η δημιουργία της γνωστικής αποσταθεροποίησης των αντιλήψεων των μαθητών που δεν συμφωνούν με τη σχολική και επιστημονική γνώση (Bybee, 1997). Οι μαθητές εργάζονται ομαδικά, κάνουν υποθέσεις, σχεδιάζουν και πραγματοποιούν την έρευνα, συλλέγουν δεδομένα και τα επεξεργάζονται για να εξάγουν συμπέρασμα.

## **Φάση Εξήγησης**

Στη τρίτη φάση οι μαθητές συγκροτούν τεκμηριωμένες εξηγήσεις, στηριζόμενοι στα αποδεικτικά στοιχεία που συγκέντρωσαν. Ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν αποδεικτικά στοιχεία στις εξηγήσεις τους και να χρησιμοποιήσουν τις παρατηρήσεις και τις διαπιστώσεις από την έρευνα που έκαναν. Οι μαθητές συγκρίνουν τις διαπιστώσεις από την έρευνα με τις αρχικές τους προβλέψεις. Στόχος σε αυτή τη φάση είναι οι μαθητές να συγκροτήσουν τεκμηριωμένες εξηγήσεις, οι οποίες να βασίζονται στα αποδεικτικά στοιχεία που συγκέντρωσαν (Bybee, 1997).

## **Φάση Εφαρμογής**

Σε αυτή τη φάση οι μαθητές εφαρμόζουν τη νέα γνώση σε νέες καταστάσεις και νέα προβλήματα, τα οποία έχουν διαφορετικό πλαίσιο από αυτά που είχαν ασχοληθεί κατά τη διάρκεια της διδασκαλία, με στόχο την εμπάθυνση της νέας γνώσης και της καλύτερης κατανόησης (Bybee, 2006). Επιδιώκεται να ελεγχθεί αν οι μαθητές ενεργοποιούν συστηματικά τη νέα γνώση σε νέα προβλήματα.

## **Φάση Αξιολόγησης**

Οι μαθητές σε αυτή τη φάση καλούνται να αξιολογήσουν τις γνώσεις που απέκτησαν και να τις γενικεύσουν. Ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν εκ νέου στις ερωτήσεις τις οποίες είχαν απαντήσει στη φάση της ενεργοποίησης και να συγκρίνουν τις αρχικές απαντήσεις με τις τρέχουσες απαντήσεις. Ακόμη, τους ζητείται να αναλογιστούν τι τους δυσκόλεψε, τι τους εμπόδισε να καταλάβουν και τις τους βοήθησε να αλλάξουν αντίληψη. Ο εκπαιδευτικός αξιολογεί κατά πόσο πέτυχε τους διδακτικούς του στόχους (Bybee et al., 2006).

## **2.4 Η επαυξημένη πραγματικότητα και η συμβολή της στην εκπαίδευση των μαθητών**

Η ενότητα αυτή αποτελείται από δύο υποενότητες. Η πρώτη υποενότητα περιγράφεται η έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας (βλ. υποενότητα 2.4.1) και η δεύτερη υποενότητα αναφέρεται στον ρόλο που διαδραματίζει η επαυξημένη πραγματικότητα στη εκπαίδευση (βλ. υποενότητα 2.4.2).

### **2.4.1. Επαυξημένη πραγματικότητα**

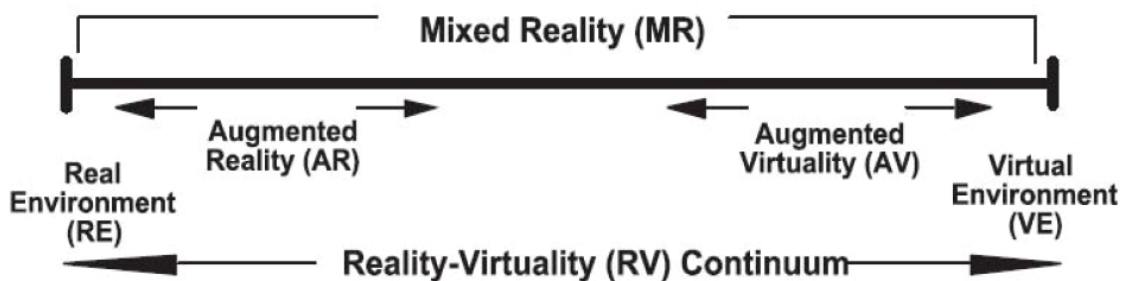
Ο όρος Επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality) περιγράφεται ως μια γρήγορη εξελισσόμενη τεχνολογία με τη βοήθεια της οποίας γίνεται υλοποιήσιμη η προσθήκη εικονικής πληροφορίας σε έναν πραγματικό περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να συνδυάσει και να αλληλεπιδράσει σε δύο κόσμους ταυτόχρονα, στον εικονικό και στον πραγματικό. Η φιλοσοφία της έννοιας της επαυξημένης πραγματικότητας έρχεται σε αντίθεση με την αναγνώριση

του ορισμού HCI, με βάση του οποίου ο χρήστης δεν μπορεί να αλληλεπιδράσει με το εξωτερικό περιβάλλον αλλά μόνο με τον περιβάλλον του υπολογιστή για την αναζήτηση μιας πληροφορίας.

Σύμφωνα με τον Ronald Azuma (1997), επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια παραλλαγή των εικονικών περιβαλλόντων ή της εικονικής πραγματικότητας. Οι τεχνολογίες των εικονικών περιβαλλόντων δίνουν την δυνατότητα στον χρήστη να εισχωρήσει μέσα σε ένα σύνθετο περιβάλλον και του επιτρέπεται να δει τον πραγματικό κόσμο με εικονικά αντικείμενα, τα οποία τα τοποθετηθεί επάνω του και τα συνδέει με τον πραγματικό κόσμο. Επομένως, η επαυξημένη πραγματικότητα ορίζεται ως ένα σύστημα το οποίο πρέπει να έχει τρία εξής χαρακτηριστικά (Azuma, 1997) :

- Συνδυάζει τον εικονικό με το πραγματικό κόσμο.
- Είναι διαδραστικό σε έναν πραγματικό κόσμο ( realtime interaction).
- Καταγράφεται στις τρεις διαστάσεις.

Ο Paul Milgram (1994), όρισε την επαυξημένη πραγματικότητα ως «Μεικτή συνεχή πραγματικότητα». Το «συνεχές εικονικότητας-πραγματικότητας (βλ. σχήμα 1) που όρισε ο Milgram αναφέρεται στη επαυξημένη πραγματικότητα (η πραγματικότητα που ενισχύεται με τα εικονικά στοιχεία) και στη επαυξημένη εικονικότητα (το εικονικό περιβάλλον που ενισχύεται με την προσθήκη αντικειμένων από το πραγματικό περιβάλλον), οι οποίες βρίσκονται ανάμεσα στα δύο άκρα , στο πραγματικό περιβάλλον και στο εικονικό.



Σχήμα 2.1:Συνεχές εικονικότητας-πραγματικότητας

Άρα η επαυξημένη πραγματικότητα συμπληρώνει την πραγματικότητα και δεν την αντικαθιστά και τα αντικείμενα της πραγματικότητας και της εικονικής πραγματικότητας συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο.

#### 2.4.2.Επαυξημένη Πραγματικότητα στη Εκπαίδευση

Η μάθηση με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας πραγματοποιείται μέσω της χρήσης κινητής συσκευής όπως τάμπλετ, έξυπνα κινητά κ.α., τα οποία δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να αλληλεπιδρούν με ψηφιακές πληροφορίες που είναι ενσωματωμένες στο περιβάλλον. Υπάρχουν δύο μορφές της επαυξημένης πραγματικότητας που είναι διαθέσιμες στους εκπαιδευτικούς:



με γνώμονα το χώρο και με βάση την οπτική (Cheng & Tsai, 2012). Τα μέσα (όπως το κείμενο, ήχος, εικόνες, βίντεο κ.α.) προσφέρουν παραπάνω πληροφορίες σχετικές με τη τοποθεσία μέσω της αφήγησης, πλοήγησης κ.λ.π. Η επαυξημένη πραγματικότητα που βασίζεται στη όραση προβάλλει στους εκπαιδευόμενους τις πληροφορίες μέσω της χρήσης μια κινητής συσκευής τοποθετώντας την πάνω σε ένα αντικείμενο. Η δύναμη της επαυξημένης πραγματικότητας ως εκπαιδευτικό εργαλείο είναι η ικανότητα των μαθητών να δουν τον κόσμο γύρω τους με νέους τρόπους και να εμπλέκονται σε ρεαλιστικά ζητήματα μέσα σε ένα πλαίσιο που οι μαθητές είναι συνδεδεμένοι (Klopfer & Sheldon, 2010). Αυτές οι δύο μορφές, αξιοποιούν πολλές δυνατότητες των κινητών συσκευών και μπορούν να εμπιστευτούν τις μαθησιακές εμπειρίες στο φυσικό περιβάλλον, παρέχοντας στους εκπαιδευτικούς ένα καινοτόμο και μετασχηματιστικό εργαλείο για διδασκαλία και μάθηση. (Azuma, 2001, Dunleavy & Dede 2014). Ακόμη, οι στρατηγικές σχεδίασης που συνδυάζουν ενεργητικούς, συμβολικούς και αισθητήριους παράγοντες και στηρίζουν μια εικονική εμπειρία, μπορούν να καταρρίψουν την αμφιβολία του συμμετέχοντα και να ενισχύσουν ψηφιακά τις πληροφορίες τους. Ακόμη, οι μορφές του AR επιτρέπουν στην κινητή συσκευή να “γνωρίζει” πού βρίσκεται στο φυσικό περιβάλλον και να δείχνει το ψηφιακό περιεχόμενο στο χρήστη, το οποίο σχετίζεται με την τοποθεσία (Klopfer, Squire, & Jenkins, 2002).

## **2.5 Ανακεφαλαίωση**

Οι μαθητές ερχόμενοι στο σχολικό περιβάλλον έχουν ήδη διαμορφώσει από το φυσικό και το κοινωνικό τους περιβάλλον αντιλήψεις σχετικά με φαινόμενα και έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Ο εκπαιδευτικός λαμβάνοντας αυτό υπόψη σχεδιάζει το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό μέσα από τον οποίο οι μαθητές θα οικοδομήσουν οι ίδιοι τη γνώση συμμετέχοντας ενεργητικά σε επιστημονικές πρακτικές κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Μία τέτοια πρακτική είναι και η συγκρότηση επιχειρημάτων στηρίζοντας την άποψή τους με τα αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς. Παράλληλα, για ένα αποτελεσματικό υλικό είναι χρήσιμó τόσο οι επιστημονικές δραστηριότητες όσο και η χρήση της τεχνολογίας, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα. Ένα εργαλείο όπως η επαυξημένη πραγματικότητα δίνει την δυνατότητα στους μαθητές να λαμβάνουν ψηφιακά πληροφορίες που βρίσκεται στο φυσικό τους περιβάλλον.

## Κεφάλαιο 3: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

### 3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που σχετίζονται με το θέμα της παρούσας εργασίας. Το κεφάλαιο αυτό αποτελείται από πέντε ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται τα ερευνητικά δεδομένα που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών για την ανάπτυξη και την θρέψη ενός φυτού (βλ. ενότητα 3.2). Αντικείμενο της δεύτερης ενότητας αποτελεί η βιβλιογραφική ανασκόπηση των διδακτικών παρεμβάσεων που έχουν πραγματοποιηθεί και επεξεργάζονται τις αντιλήψεις των μαθητών για την θρέψη και την ανάπτυξη ενός φυτού (βλ. ενότητα 3.3). Στη τρίτη ενότητα πραγματοποιείται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν την συγκρότηση των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. ενότητα 3.4) και στην τέταρτη ενότητα παρουσιάζονται οι έρευνες που σχετίζονται με διδακτικές παρεμβάσεις με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (βλ. ενότητα 3.5). Τέλος, στη πέμπτη ενότητα αναφέρεται η πρωτοτυπία της εργασίας (βλ. ενότητα 3.6).

### 3.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την ανάπτυξη και τη θρέψη των φυτών

Τα τελευταία χρόνια έχει διεξαχθεί μια σειρά από έρευνες για την ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών για φαινόμενα και έννοιες των Φυσικών επιστημών (Driver et al, 1993; Driver et al, 2000).

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται έρευνες που έχουν μελετήσει τις αντιλήψεις των μαθητών για την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών. Πολλές έρευνες που αφορούν την φωτοσύνθεση έχουν αναφέρει ότι το θέμα αυτό είναι αρκετά δύσκολο για τους μαθητές (Bell, 1985; Barker & Carr, 1989a). Οι περισσότερες έρευνες αποδεικνύουν ότι οι μαθητές θεωρούν τα φυτά ετερότροφους οργανισμούς “ως ένα ζώο που στέκεται στο κεφάλι του” (Barker, 1995) και πολλές φορές μπορεί να διατηρήσουν αυτή την αντίληψη και μετά τη διδακτική παρέμβαση (Χατζηνικήτα κ.α, 2001). Οι μαθητές δηλαδή δεν θεωρούν ότι τα φυτά είναι αυτότροφοι οργανισμοί και ότι παράγουν την τροφή τους (γλυκόζη), αλλά ότι την αντλούν από τα συστατικά του εδάφους, όπως λίπασμα, χώμα, νερό κ.α από τις ρίζες τους (Χατζηνικήτα, Κουλαϊδής & Ζόγκα, 2001). Στη έρευνα τους, οι Ζόγκα & Οικονομοπούλου (1999) υποστηρίζουν ότι αυτή η παρανόηση σχετίζεται με τη ανιμιστική και ανθρωπομορφική σκέψη των μαθητών, η οποία ξεκινά από μαθητές μικρότερης ηλικίας και παραμένει και σε μεγαλύτερες ηλικίες (Bentley & Watt, 1994).

Το νερό το θεωρούν απαραίτητο στοιχείο για το φυτό, αλλά δεν μπορούν να το συσχετίσουν με την ανάπτυξη του φυτού (Barker, 1985). Ακόμη, υποστηρίζουν ότι οι «θρεπτικές ουσίες» όπως το νερό, το χώμα και ο ήλιος είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών (Χατζηνικήτα, Κουλαϊδής & Ζόγκα, 2001). Η αναφορά στην χλωροφύλλη είναι σπάνια. Οι μαθητές που έχουν αυτή την γνώση θεωρούν ότι είναι απαραίτητη για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, αλλά δεν γνωρίζουν σε ποια μέρη του φυτού βρίσκεται.

Η διαδικασία στο πώς ένα φυτό παράγει την τροφή του είναι δύσκολο για τους μαθητές καθώς δεν μπορούν να συνδέσουν την φωτοσύνθεση με την χημική αντίδραση. Δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι κατά τη φωτοσύνθεση οι ανόργανες ενώσεις μπορούν να μετατραπούν σε οργανικές (Χατζηνικήτα, Κουλαϊδής & Ζόγκα, 2001). Ειδικότερα, οι μαθητές θεωρούν ότι το νερό αποτελεί τροφή του φυτού, το οποίο λαμβάνεται από τις ρίζες του (Χατζηνικήτα κ.α, 2001), αλλά σπάνια το συνδέουν με την ανάπτυξη του φυτού (Barker, 1985). Ο ήλιος παρόλο που αναγνωρίζεται ως απαραίτητος για τη θρέψη των φυτών, οι μαθητές επικεντρώνονται κατά κύριο λόγο στη θερμότητα και στο φως του και όχι στη μετατροπή της ενέργειας. Ο Barker (1985) περιγράφει ότι οι μαθητές θεωρούν ότι το νερό και ο ήλιος χρησιμοποιούνται για να δείχνουν τα φύλλα του φυτού πιο όμορφα. Όσον αφορά τα αέρια οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι βοηθούν στη διαδικασία τις φωτοσύνθεσης (Χατζηνικήτα, Κουλαϊδής & Ζόγκα, 2001). Η παρανόηση αυτή των μαθητών φαίνεται ανθεκτική ακόμη και μετά τη διδακτική παρέμβαση (Χατζηνικήτα κ.α, 2001; Ζόγκα κ.α, 1999). Εξαιτίας της δυσκολίας αυτής, οι μαθητές δεν μπορούν να κατανοήσουν στη συνέχεια και άλλες βιοχημικές διαδικασίες π.χ. ο κύκλος του άνθρακα και της ύλης.

### **3.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τις διδακτικές παρεμβάσεις σχετικά με την ανάπτυξη και τη θρέψη των φυτών**

Οι ερευνητές έχοντας μελετήσει τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την ανάπτυξη και την θρέψη ενός φυτού, πραγματοποίησαν έρευνες έχοντας στόχο να επεξεργαστούν διδακτικά αυτές τις αντιλήψεις.

Μία διδακτική παρέμβαση για την μάθηση της θρέψης και της ανάπτυξης ενός φυτού πραγματοποίησαν οι Cherubini, Gash και McCloughlin (2008) σε μαθητές προσχολικής βαθμίδας. Το διδακτικό εργαλείο που χρησιμοποίησαν οι ερευνητές στη συγκεκριμένη παρέμβαση ήταν ένα ψηφιακό παιχνίδι “Digitalseed”. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ψηφιακό παιχνίδι βοήθησε σε ένα βαθμό τους μαθητές να κατανοήσουν τις διαδικασίες της ανάπτυξης του φυτού.

Οι Métioui, Matoussi και Trudel (2015) μελετώντας τις αντιλήψεις των μαθητών, παρατήρησαν ότι οι αντιλήψεις τους είναι παρόμοιες με θεωρίες και σκέψεις που είχαν αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια της ιστορίας των ΦΕ. Για το λόγο αυτό, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν αυτές τις

θεωρίες για την επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών προβάλλοντας την ιστορία των επιστημονικών βημάτων. Στη συνέχεια οι μαθητές, πραγματοποιώντας τα ίδια πειράματα, σημείωναν τις παρατηρήσεις, τις ανέλυαν και παρουσίαζαν τα συμπεράσματά τους. Μετά τη διδακτική παρέμβαση παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές ήταν σε θέση να απαντήσουν σωστά στις ίδιες ερωτήσεις που τους τέθηκαν στο προ-τεστ, αναδεικνύοντας τη ιστορία των Επιστημών ως χρήσιμο διδακτικό εργαλείο.

Ακόμη, οι Dauer et al (2014) πραγματοποίησαν μία έρευνα, στην οποία εξέταζαν πώς οι μαθητές συνδέουν τους ισχυρισμούς με τα αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με την ανάπτυξη των φυτών. Από τα αποτελέσματα εξάγουμε το συμπέρασμα ότι ένα ποσοστό μαθητών υποστήριζε ότι η ανάπτυξη ενός φυτού είναι μία δράση η οποία ενεργοποιείται από το νερό, τον αέρα, τον ήλιο και το χώμα. Λίγοι ήταν οι μαθητές που θεωρούσαν την ανάπτυξη των φυτών ως απόδειξη της διαδικασίας της μετατροπής της ύλης και της ενέργειας. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι για να επιτευχθεί η μάθηση για την ανάπτυξη των φυτών χρειάζεται κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου καθώς επίσης είναι απαραίτητο να γνωστοποιούνται οι στόχοι της έρευνας.

Οι Zangori και Forbes (2015) μελέτησαν τη συμβολή μίας διδακτικής παρέμβασης που βασίζονταν σε μια επιστημονική πρακτική, της μοντελοποίησης σχετικά με την δομή, την ανάπτυξη του φυτού και τον κύκλο ζωής του φυτού. Ειδικότερα, διερεύνησαν τους τρόπους με τους οποίους οι μαθητές της τρίτης δημοτικού μπορούν να δημιουργήσουν εξηγήσεις βασισμένες σε μοντέλα. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν ότι υπήρχε ένα ευρύ φάσμα πολυπλοκότητας στις εξηγήσεις των μαθητών. Ενώ οι μαθητές σημείωσαν πρόοδο δίνοντας εξηγήσεις, τα μοντέλα που δημιούργησαν δεν συμπεριλάμβαναν κάποια εξήγηση για τη δομή και τη ανάπτυξη του φυτού παρά μόνο για τον κύκλο ζωής των φυτών.

### **3.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στη παραγωγή επιχειρημάτων από τους μαθητές**

Οι Berland και Reiser (2009,2010) αναφέρουν στις έρευνες τους ότι η επιστημονική επιχειρηματολογία θεωρείται όλο και περισσότερο βασική πρακτική εφόσον οι μαθητές διατυπώνουν τις αντιλήψεις τους, προσπαθώντας να πείσουν τους συμμαθητές τους για την ορθότητα των απόψεών τους, χρησιμοποιούν αποδεικτικά στοιχεία για να κατανοήσουν ένα φαινόμενο. Τα τελευταία χρόνια διεξάγονται πολλές έρευνες όπως των (Erduran, Osborne & Simon; 2005, Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, & Duschl;2000, McNeil et al; 2006-2009 & 2011, Dauer et al.; 2014, Bell & Linn, 2000 και Ανθούλας & Σκουμιάς, 2018) που σχετίζονται με την παραγωγή και την αξιολόγηση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, στηριζόμενοι στο μοντέλο του Toulmin (1958).

Στην έρευνα των Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, & Duschl (2000) παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές πρότειναν ισχυρισμούς χωρίς όμως να μπορούν να τους αιτιολογούν. Οι McNeill & Krajcik (2007) αναφέρουν στην έρευνα τους ότι οι μαθητές δυσκολεύονταν να προτείνουν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία τα οποία να υποστηρίζουν ένα ισχυρισμό και να συνδέονται μέσω ενός συλλογισμού. Ο συλλογισμός είναι ένα συστατικό στοιχείο που δυσκολεύει την πλειοψηφία των μαθητών (Bell & Linn, 2000; Jiménez-Aleixandre, Rodríguez & Duschl, 2000; McNeill & Krajcik, 2006). Πολλοί μαθητές συνδέουν τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό, αλλά δεν μπορούν να προτείνουν επιστημονικές αρχές που να δικαιολογεί την σύνδεση αυτή (McNeill & Krajcik, 2007).

Οι McNeil et al (2006, 2007, 2008, 2009, 2011) μελετώντας τις απαντήσεις των μαθητών, διαπίστωσαν ότι δεν ήταν επιστημονικά τεκμηριωμένες, αλλά ελλιπείς και πολλές φορές και λανθασμένες. Όμως, μέσα από τις διδακτικές παρεμβάσεις, αναδείχθηκε ότι οι μαθητές μελετώντας τα συστατικά ενός επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός και αντίκρουση) οι απαντήσεις τους είχαν βελτιωθεί αρκετά συγκριτικά με τις αρχικές.

Οι Σκουμιός και Μαστρογιωργάκη (2018) ερευνώντας την επίδραση της διδακτικής παρέμβασης στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών διαπίστωσαν ότι η επάρκεια των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων βελτιώθηκε σημαντικά. Παράλληλα, στη έρευνα της Ανθούλας και του Σκουμιού (2018) μελετήθηκε η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης στο περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Με βάση τη ανάλυση των δεδομένων παρατηρήθηκε ότι με την διδακτική παρέμβαση βελτιώθηκε η ικανότητα των μαθητών ως προς την παραγωγή επιχειρημάτων.

Οι Dauer et al. (2014) διεξήγαγαν έρευνα, μελετώντας τα επιχειρήματα των μαθητών που σχετίζονταν με την ενότητα της ανάπτυξης των φυτών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές θεωρούσαν την ανάπτυξη των φυτών ως μία δράση που ενεργοποιείται από το νερό, τον ήλιο, τον αέρα και το χώμα και όχι μια διαδικασία μετατροπής της ύλης και της ενέργειας. Παρόλο αυτά, παρατηρείται ότι οι εξηγήσεις των μαθητών μεσαίου επιπέδου βελτιώνονται κατόπιν καθοδήγησης σχετικά με τους σκοπούς του πειράματος.

Επίσης, οι Bell και Linn (2000) μέσα από την έρευνα εξέτασαν τη σχέση μεταξύ του μαθησιακού και του ψηφιακού περιβάλλοντος καθώς και την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών. Οι μαθητές δημιούργησαν επιχειρήματα, στηρίζοντας τα αποδεικτικά στοιχεία στις πληροφορίες που αναζήτησαν στο διαδίκτυο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ψηφιακό περιβάλλον βοηθά τους μαθητές να αιτιολογήσουν τον ισχυρισμό τους και ότι η παραγωγή των επιχειρημάτων μπορεί να βοηθήσει στην ολοκλήρωση της γνώσης τους.

### **3.5 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τις διδακτικές παρεμβάσεις με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας**

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες (Kerawalla, Luckin, Selijefot, & Woolard, 2006; Cheng. & Tsai,2012; Cai, Chiang et al, 2013; Chiang, Yang & Hwang, 2014; Chen. & Liao, 2015; Σκουμιός και Μητακίδη, 2016) μελετώντας την αξιοποίηση της ΕΠ στην μαθησιακή εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών και διαπιστώθηκε πώς βοηθά σημαντικά τη γνωστική εξέλιξη των μαθητών καθώς η ΕΠ τους δίνει την δυνατότητα της εμπλοκής και παρότρυνσης στο εκπαιδευτικό υλικό μέσα από διαφορετικές οπτικές γωνίες (Kerawalla, Luckin, Selijefot, & Woolard, 2006).

Ειδικότερα, το 2012 διεξήχθη έρευνα από τους Cheng και Tsai διερευνώντας την αποτελεσματικότητα της χρήσης της ΕΠ στις Φυσικές Επιστήμες. Η έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές είχαν αναπτύξει την χωρική αντίληψη και σκέψη. Παράλληλα, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές χρησιμοποιώντας εφαρμογές ΕΠ μπόρεσαν να κατανοήσουν καλύτερα το εννοιολογικό περιεχόμενο (Yoon, Elinich, Wang, Steinmeier, & Tucker, 2012; Cheng. & Tsai,2012; Chen. & Liao, 2015).

Στις έρευνες αναδείχθηκε ότι η ΕΠ επηρεάζει τη μάθηση (Cai, Chiang et al, 2013; Chiang, Yang & Hwang, 2014). Οι Cai, Chiang et al (2013) ανέφεραν ότι ένα περιβάλλον που συνδυάζει την πραγματικότητα με την εικονική πραγματικότητα κινεί το ενδιαφέρον των μαθητών και τους παροτρύνει να μάθουν μέσα από αυτήν.

Οι Σκουμιός και Μητακίδη (2016) μελέτησαν την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης, της οποίας το εκπαιδευτικό υλικό υποστηρίζεται από τη ΕΠ, στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι υπήρχε διαφοροποίηση ανάμεσα στις αρχικές αντιλήψεις των παιδιών με τις τελικές.

### **3.6 Συζήτηση – Πρωτοτυπία εργασίας**

Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών διαπιστώνεται ότι έχουν μελετηθεί αρκετά οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις που αφορούν την θρέψη και την ανάπτυξη ενός φυτού και ανέδειξαν ότι οι αντιλήψεις των μαθητών δεν συνάδουν με τις σχολικές γνώσεις (Bell,1985; Barker & Carr,1989a; Barker,1995; Bentley & Watt,1994; Χατζηνικήτα, Κουλαϊδής & Ζόγκα,2001; Ζόγκα & Οικονομοπούλου,1999).

Επίσης, έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες εξετάζοντας την επίδραση των διδακτικών παρεμβάσεων για την αλλαγή αυτών των αντιλήψεων (Cherubini, Gash και McCloughlin,2008; οι Dauer et al,2014; Métioui, Matoussi και Trudel,2015; Zangori και Forbes,2015) και έρευνες που ανέλυν την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων (Erduran, Osborne & Simon, 2005; Jiménez-

Aleixandre, Rodríguez, & Duschl;2000, McNeil et al; 2006-2009 & 2011, Dauer et al.; 2014, Bell & Linn, 2000 και Ανθούλας & Σκουμιός, 2018).

Τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να υλοποιούνται έρευνες που να εστιάζουν στην αξιοποίηση της ΕΠ στην μαθησιακή εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (Kerawalla, Luckin, Selijefot, & Woolard, 2006; Cheng & Tsai,2012; Cai, Chiang et al, 2013; Chiang, Yang & Hwang, 2014; Chen. & Liao, 2015; Σκουμιός και Μητακίδη, 2016). Σε αυτές τις μελέτες προέκυψε ότι το γνωστικό επίπεδο των μαθητών βελτιώθηκε σημαντικά. Όμως, δεν υπάρχουν έρευνες για την διερεύνηση της διδακτικής παρέμβασης που να στηρίζεται από την ΕΠ για την θρέψη και την ανάπτυξη ενός φυτού.

Όμως, απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν την συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για την ανάπτυξη και την θρέψη ενός φυτού στη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών.

Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας έρευνας που να μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης που στηρίζεται με ΕΠ για την θρέψη και την ανάπτυξη ενός φυτού στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών. Η πρωτοτυπία λοιπόν της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι μελετά την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης που υποστηρίζεται με ΕΠ για την θρέψη και ανάπτυξη ενός φυτού στην πρακτική που αφορά τη δομή και το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών.

### **3.7 Ανακεφαλαίωση**

Στο κεφάλαιο αυτό διαπιστώθηκε ότι έχουν γίνει έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για την ανάπτυξη και την θρέψη ενός φυτού αλλά και έρευνες που πραγματοποίησαν τις διδακτικές παρεμβάσεις που είχαν στόχο να καταρρίψουν τις λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών. Η ανασκόπηση των ερευνών για την ποιότητα των επιχειρημάτων έδειξε ότι η παραγωγή των επιχειρημάτων από τους ίδιους τους μαθητές τους βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου καθώς οι απαντήσεις των μαθητών ήταν συγκριτικά πιο καλές. Ακόμη, οι περισσότερες διδακτικές παρεμβάσεις που έγιναν με εργαλείο την επαυξημένη πραγματικότητα έδειξαν ότι βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τις Φυσικές Επιστήμες. Παράλληλα, αναδείχθηκε ότι η χρήση της τεχνολογίας σε συνδυασμό με την παραγωγή των επιχειρημάτων αναδείχθηκε ότι βοηθά τους μαθητές να μάθουν τις Φυσικές Επιστήμες. Ωστόσο, δεν έχει υλοποιηθεί εκπαιδευτικό υλικό που οι μαθητές να χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα σε συνδυασμό με την παραγωγή επιχειρημάτων, το οποίο παρουσιάζεται στη παρούσα έρευνα.

## **Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία**

### **4.1 Εισαγωγή**

Το κεφάλαιο εστιάζεται στην περιγραφή της μεθοδολογίας της παρούσας εργασίας και συγκροτείται από πέντε ενότητες. Στην αρχή, παρουσιάζονται οι συμμετέχοντες της έρευνας (βλ. ενότητα 4.2). Ακολούθως, περιγράφονται οι φάσεις της ερευνητικής διαδικασίας (βλ. ενότητα 4.3). Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό υλικό της έρευνας (βλ. ενότητα 4.4). Μετέπειτα, παρουσιάζεται η μέθοδος της συλλογής των δεδομένων (βλ. ενότητα 4.5) και στην τελευταία ενότητα παρουσιάζεται η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας (βλ. ενότητα 4.6).

### **4.2 Συμμετέχοντες**

Το δείγμα της παρούσας έρευνας αποτελείται από 45 μαθητές (23 αγόρια και 22 κορίτσια) της Γ' τάξης δημοτικού σχολείου. Ειδικότερα, στη συγκεκριμένη έρευνα συμμετείχαν 21 μαθητές (11 αγόρια, 10 κορίτσια) της Γ' τάξης του 12/θ Δημοτικού Σχολείου Χολαργού που αποτελούσαν την πειραματική ομάδα και άλλοι 23 μαθητές (11 αγόρια, 12 κορίτσια) της Γ' τάξης που αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Και στις δύο περιπτώσεις οι μαθητές ήταν κατά μέσο όρο 8-9 χρόνων με μεσαίο κοινωνικοοικονομικό επίπεδο. Όσον αφορά τη σχολική επίδοση των μαθητών στο μάθημα της μελέτης του περιβάλλοντος, οι περισσότεροι μαθητές είχαν καλή επίδοση. Σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς, οι επιδόσεις των μαθητών στο μάθημα της γλώσσας ήταν καλές με λίγες εξαιρέσεις και των δύο τμημάτων. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι πριν την υλοποίηση της έρευνας κανένας μαθητής δεν είχε διδαχθεί το κεφάλαιο της εννοιολογικής περιοχής για την ανάπτυξη και την θρέψη του φυτού.

### **4.3 Ερευνητική διαδικασία**

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις.

Στην πρώτη φάση σχεδιάστηκε εκπαιδευτικό υλικό για την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών. Το πρώτο μέρος του εκπαιδευτικού υλικού διερευνούσε τις αντιλήψεις των μαθητών για τι χρειάζεται ένα φυτό για να αναπτυχθεί και το δεύτερο μέρος εξέταζε την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Η συγκρότηση του εκπαιδευτικού υλικού είχε σαν σκοπό τη επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών για την ανάπτυξη και τη θρέψη των φυτών και τη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών.



Στην δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκαν οι διδασκαλίες με βάση τα φύλλα εργασίας που συγκροτήθηκαν τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου. Τα φύλλα εργασίας συμπληρώθηκαν στη τάξη με τη παρουσία των εκπαιδευτικών και της ερευνήτριας, οι οποίοι έδωσαν τις απαραίτητες οδηγίες και εξήγησαν αναλυτικά τη διαδικασία. Επίσης, τονίστηκε και στις δύο τάξεις ότι τα φύλλα εργασίας θα ήταν ανώνυμα και ότι δεν θα υπήρχε καμιά αξιολόγηση από τον εκπαιδευτικό στις απαντήσεις των μαθητών με σκοπό οι μαθητές να μπορούν να αποτυπώσουν την άποψή τους ελεύθερα. Η διδακτική παρέμβαση και στις δύο τάξεις διήρκησε περίπου δώδεκα μέρες (Μάιος-Ιούνιος 2018). Αφού συλλέχθηκαν τα δεδομένα του διδακτικού υλικού πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των δεδομένων και η εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

#### **4.4 Εκπαιδευτικό υλικό**

##### **A. Ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού υλικού**

Το εκπαιδευτικό υλικό στηρίχθηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση με χρήση των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών. Οι ενότητες που διαμορφώθηκαν στο εκπαιδευτικό υλικό ήταν η ενότητα της ανάπτυξης και της θρέψης του φυτού. Η ενότητα αυτή επιλέχθηκε καθώς συμβαδίζει με την αντίστοιχη ενότητα του σχολικού εγχειριδίου χωρίς όμως η διδακτική παρέμβαση να στηριχθεί στο σχολικό εγχειρίδιο.

Σκοπός του ήταν η τροποποίηση των αντιλήψεων για τα φαινόμενα της ανάπτυξης και της θρέψης ενός φυτού και η βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων τους. Αρχικά δόθηκε σε εκπαιδευτικούς και ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών για να ελεγχθεί ως προς την πληρότητα και την σαφήνιά του. Μετέπειτα, έγιναν οι απαιτούμενες διορθώσεις και πήρε την τελική μορφή.

Το διδακτικό μοντέλο που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του συγκεκριμένου μαθησιακού υλικού ήταν το 5E των Bybee et al. (2006), το οποίο περιλαμβάνει τις εξής φάσεις: Ενεργοποίηση (Engagement), Εξερεύνηση (Exploration), Εξήγηση (Explanation), Εφαρμογή (Elaboration) και Αξιολόγηση (Evaluation). Στον παρακάτω πίνακα 4.1 παρουσιάζονται οι φάσεις διδασκαλίας, οι δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν και οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που περιέχονται στις δραστηριότητες και των δύο ομάδων.

**Πίνακας 4.1:Οι δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού σε κάθε φάση διδασκαλίας και οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται ανά ενότητα**

Ενότητα	Φάσεις Διδασκαλίας	Δραστηριότητες	Πρακτικές φυσικών επιστημών
<b>Θρέψη και ανάπτυξη του φυτού</b>	Ενεργοποίηση	Δραστηριότητα 1.1	Υποβολή ερωτημάτων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.
	Εξερεύνηση	Δραστηριότητα 1.2	Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης. Απόκτηση πληροφοριών με την χρήση ΕΠ, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών (πειραματική ομάδα) Απόκτηση πληροφοριών με φυσικά μέσα, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών (ομάδα ελέγχου)
		Δραστηριότητα 1.3	
		Δραστηριότητα 1.4	
		Δραστηριότητα 1.5	
	Εξήγηση	Δραστηριότητα 1.6	Συγκρότηση εξηγήσεων. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.
Εφαρμογή	Δραστηριότητα 1.7	Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Συγκρότηση εξηγήσεων Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία.	
	Δραστηριότητα 1.8		
Αξιολόγηση	Δραστηριότητα 1.9	Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων.	

Οι δραστηριότητες 1.2 έως 1.5, στις οποίες οι μαθητές πραγματοποιούν την έρευνα επιδιώκοντας τον έλεγχο των αντιλήψεων τους και την οικοδόμηση της νέας σχολικής γνώσης, επεξεργάζονται τις αντιλήψεις που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4.2).

**Πίνακας 4.2: Οι δραστηριότητες και οι αντιλήψεις προς διδακτική επεξεργασία**

<b>Δραστηριότητες</b>	<b>Αντιλήψεις προς διδακτική επεξεργασία</b>
Δραστηριότητα 1.2	Το νερό είναι απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών
Δραστηριότητα 1.3	Ο ήλιος είναι απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών
Δραστηριότητα 1.4	Το χώμα είναι απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών
Δραστηριότητα 1.5	Ο αέρας είναι απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών

Στη πρώτη φάση επιδιώχθηκε η πρόκληση του ενδιαφέροντος και η εκμείυση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τη ανάπτυξη και τη θρέψη των φυτών. Σε αυτή τη φάση, οι μαθητές απάντησαν ατομικά σε μια εισαγωγική ερώτηση και σχεδίασαν ένα μοντέλο που αναπαριστούσε την άποψη τους για το τι χρειάζεται ένα φυτό για να αναπτυχθεί. Στη συνέχεια, συζήτησαν τις απόψεις τους με τα μέλη της ομάδας τους, συγκρίνοντας τις ομοιότητες και τις διαφορές που είχαν μεταξύ τους και προσπάθησαν να πείσουν τους συμμαθητές τους για την ορθότητα της δικής τους απάντησής. Στο τέλος όλες οι ομάδες κατέγραφαν τις απόψεις τους, τις ομαδοποιούσαν και τις παρουσίαζαν στην τάξη και μέσα από τη συζήτηση προέκυπτε το ερευνητικό ερώτημα που θα μελετούσαν. Στη δεύτερη φάση, οι μαθητές πραγματοποίησαν ομαδικά τις έρευνες με σκοπό να μπορούν να απαντήσουν τα ερευνητικά ερωτήματα που έθεσαν στην προηγούμενη φάση. Οι μαθητές διατύπωσαν τα ερευνητικά ερωτήματα, τις υποθέσεις τους και έλεγξαν τις μεταβλητές. Στη συνέχεια πραγματοποιώντας τις έρευνες, οι μαθητές κατέγραφαν τις παρατηρήσεις τους στο φύλλο εργασίας που τους είχε δοθεί. Όταν οι μαθητές ολοκλήρωσαν τις έρευνες αναζήτησαν τον τρόπο με τον οποίο τα φυτά προσλαμβάνουν τις ουσίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη του. Ο τρόπος αναζήτησης πραγματοποιήθηκε διαφορετικά από τις δύο ομάδες. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας αναζήτησαν τι είναι απαραίτητο και πώς αναπτύσσεται ένα φυτό μέσα από την χρήση της ΕΠ. Οι μαθητές που αποτελούσαν την ομάδα ελέγχου αναζήτησαν τις ίδιες πληροφορίες μέσω της παρατήρησης ενός μοντέλου που απεικόνιζε τα μέρη των φυτών και τα απαραίτητα στοιχεία. Οι μαθητές και των δύο ομάδων επεξεργάστηκαν τα δεδομένα τους και παρουσίασαν τα συμπεράσματά τους. Στη φάση της εξήγησης, οι ομάδες σύγκριναν τα αποτελέσματά τους με τις αρχικές τους αντιλήψεις προκαλώντας γνωστική σύγκρουση. Οι μαθητές αφού έλαβαν γνώση για τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος, διατύπωσαν γραπτώς τα επιχειρήματα τους απαντώντας στις αρχικές ερωτήσεις. Μετέπειτα, έγινε αξιολόγηση από τους ίδιους και στη συνέχεια απάντησαν ξανά δίνοντας μία απάντηση πιο ολοκληρωμένη. Στη φάση της εφαρμογής, οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν σε δύο νέα προβλήματα για να εφαρμόσουν τις νεοαποκτηθείσες αντιλήψεις. Οι μαθητές επεξεργάστηκαν τα προβλήματα ατομικά και αφού απάντησαν και δικαιολόγησαν τις απόψεις τους

όσο πιο αναλυτικά γινόταν, στη συνέχεια συζητήθηκε στην ολομέλεια της τάξης. Στην αξιολόγηση, οι μαθητές απάντησαν ξανά στα αρχικά ερωτήματα σχεδιάζοντας μοντέλα και σύγκριναν τις αρχικές αντιλήψεις με τις τελικές και προσπάθησαν να εντοπίσουν που οφείλονται οι διαφορές και τον τρόπο που εντοπίστηκε η νέα γνώση.

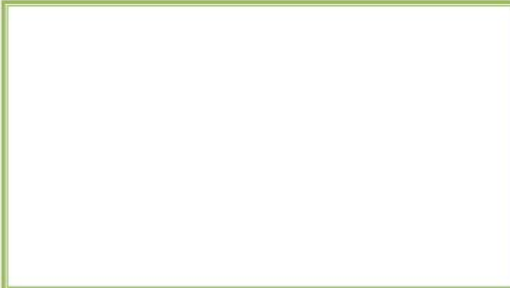
Για τη πρακτική των Φυσικών Επιστημών που αφορά τη σχεδίαση και πραγματοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν φύλλα εργασίας με συγκεκριμένη δομή που καθοδηγούσε τους μαθητές στη διαδικασία της έρευνας (Σχήμα 4.1).

❖ Τι δυσκολίες συνάντησε σε αυτή την έρευνα;

.....

.....

❖ Κατασκεύασε ξανά ένα σχέδιο που να δείχνει τα μέρη ενός φυτού και όλα όσα χρειάζεται για να αναπτυχθεί.



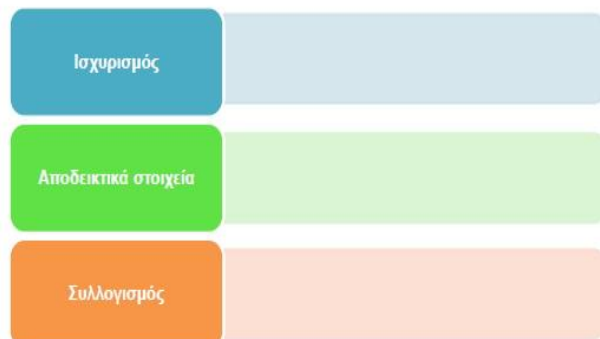
#### **Σχήμα 4.1:Φύλλα εργασίας της σχεδίασης και της πραγματοποίησης της έρευνας**

Για την ανάπτυξη της πρακτικής των Φυσικών Επιστημών που αφορά τη συγκρότηση των επιχειρημάτων των μαθητών, χρησιμοποιήθηκαν φύλλα εργασίας που καθοδηγούν τους μαθητές στη διαδικασία της συγκρότησης των γραπτών επιχειρημάτων (Σχήμα 4.2) και στην αξιολόγηση των επιχειρημάτων τους (Σχήμα 4.3).

### Ερώτημα 2

Ο ήλιος είναι απαραίτητο στοιχείο για την θρέψη των φυτών;

Για να απαντήσεις γράψε ένα ισχυρισμό που απαντά στο ερώτημα, γράψε αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό και τέλος γράψε ένα συλλογισμό που να συνδέει ένα ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία.



Σχήμα 4.2: Φύλλο υποστήριξης των μαθητών για την συγκρότηση γραπτών επιχειρημάτων

Τώρα αξιολόγησε το επιχειρήμά σου συμπληρώνοντας τον πιο κάτω πίνακα.

Ερώτηση	Ναι	Όχι
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό;		
Στον ισχυρισμό σου έχεις αναφέρει ότι ο ήλιος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη του φυτού;		
Έχεις γράψει αποδεικτικά στοιχεία (δεδομένα) που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις χρησιμοποιήσει ως αποδεικτικά στοιχεία αυτά που υπάρχουν στον Πίνακα 2 της δραστηριότητας 1.3;		
Έχεις γράψει έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;		
Στο συλλογισμό σου έχεις συνδέσει τα αποδεικτικά στοιχεία του Πίνακα 1 της Δραστηριότητας 1.3. με τον ισχυρισμό;		
Στο συλλογισμό έχεις αναφέρει ότι αφού το φυτό μεγάλωσε περισσότερο όταν είχε ήλιο, άρα ο ήλιος είναι αναγκαίος για την ανάπτυξη του φυτού.		

Σχήμα 2.3: Φύλλο υποστήριξης των μαθητών στην αξιολόγηση των γραπτών επιχειρημάτων τους

### **B. Οι δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού της πειραματική ομάδας**

Στη ενότητα αυτή περιγράφονται αναλυτικά οι δραστηριότητες του φύλλου εργασίας του εκπαιδευτικού υλικού.

### **Παρουσίαση των δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού υλικού της πειραματικής ομάδας**

Αντιλήψεις προς επεξεργασία:

- Το φυτό για να αναπτυχθεί χρειάζεται νερό
- Το φυτό για να αναπτυχθεί χρειάζεται χώμα
- Το φυτό για να αναπτυχθεί χρειάζεται ήλιο

#### Επιδιωκόμενος στόχος:

Οι μαθητές έπρεπε να υποστηρίξουν με επιχειρήματα ότι τα απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη του φυτού είναι το νερό, ο αέρας, το χώμα και ο ήλιος.

#### Φάση 1:Ενεργοποίηση

Στην αρχή μοιράστηκε στους μαθητές το φύλλο εργασίας στο οποίο καλούνταν να απαντήσουν σε μία ερώτηση. Η ερώτηση αυτή τους ζητούσε να αναφέρουν τα μέρη των φυτών και τι χρειάζεται για να αναπτυχθεί ένα φυτό. Έπειτα, τους ζητήθηκε να κατασκευάσουν ένα μοντέλο που θα αποτυπώνει την αντίληψή τους σχετικά με τα μέρη του φυτού και τα απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη ενός φυτού. Στη συνέχεια, ακολούθησε συζήτηση με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας. Σύγκριναν τα μοντέλα τους, εντόπισαν ομοιότητες και διαφορές ανάμεσα στα μοντέλα τους και ο καθένας προσπάθησε να πείσει τους συμμαθητές του για το μοντέλο που είχε σχεδιάσει. Όταν οι μαθητές κατέληξαν σε ένα κοινό μοντέλο, οι εκπρόσωποι της κάθε ομάδας το παρουσίασαν στην ολομέλεια της τάξης. Μετέπειτα, έγινε συζήτηση όλων των ομάδων και κατέληξαν στα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα που θα ερευνήσουν:

Είναι το νερό απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών;

Είναι ο ήλιος απαραίτητος για την ανάπτυξη των φυτών;

Είναι το χώμα απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών;

Είναι ο αέρας απαραίτητος για την ανάπτυξη των φυτών;

#### Φάση 2:Διερεύνηση

Έχοντας διατυπώσει τα ερευνητικά ερωτήματα, οι μαθητές κατέγραψαν αναλυτικά την πειραματική διαδικασία που θα πραγματοποιούσαν. Στόχος του πειράματος ήταν να εξετάσουν αν το νερό, ο ήλιος, το χώμα και αέρας είναι απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη ενός φυτού (Δραστηριότητα 1.2, 1.3, 1.4, 1.5). Αφού οι μαθητές πρότειναν μία πιθανή πρόβλεψη, αναγνώρισαν τις μεταβλητές (τι αλλάζω; Τι κρατάω σταθερά; Τι μετρώ) πραγματοποίησαν τις έρευνες και κατέγραψαν τις παρατηρήσεις. Έχοντας ολοκληρώσει την διαδικασία των ερευνών η πειραματική ομάδα εξέτασε τα μέρη ενός φυτού και τα απαραίτητα στοιχεία με τη χρήση της ΕΠ. Οι μαθητές χρησιμοποιώντας τάμπλετ σκάναραν το φυτό. Στα μέρη από τα οποία γίνεται η πρόσληψη των στοιχείων προβάλλονταν ένα βίντεο δείχνοντας αυτή τη διαδικασία π.χ. Σκανάρωντας το κάτω μέρος

του φυτού προβάλλονταν βίντεο που έδειχνε ότι μέσω των ριζών προσλαμβάνεται το νερό και τα θρεπτικά συστατικά.

### Φάση 3:Εξήγηση

Σε αυτή τη φάση, οι μαθητές μαθαίνοντας τη δομή των συστατικών στοιχείων ενός επιχειρήματος απάντησαν ξανά στα ερωτήματα που εξέτασαν και στη φάση της διερεύνησης (π.χ. Είναι το χώμα απαραίτητο για την θρέψη των φυτών;) και διατύπωσαν την άποψή τους δικαιολογώντας τα επιχειρήματά τους με κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό (Δραστηριότητα 1.6). Στόχος αυτής της φάσης ήταν ο έλεγχος των αντιλήψεων των μαθητών και της εξέλιξης της ποιότητας των επιχειρημάτων τους.

### Φάση 4:Εφαρμογή

Σε αυτή τη φάση, οι μαθητές επεξεργάστηκαν δύο νέα προβλήματα (Δραστηριότητες 1.7 και 1.8)για να εφαρμόσουν τις αντιλήψεις που απέκτησαν σε νέες καταστάσεις και να εφαρμόσουν τη νέα γνώση στα επιχειρήματά τους. Στις δραστηριότητες αυτές επιδιώχθηκε οι μαθητές να μπορούν να επιχειρηματολογήσουν κατάλληλα και με επάρκεια, δίνοντας στην απάντησή τους ένα ισχυρισμό, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό. Ειδικότερα, στη δραστηριότητα 1.7 διατυπώνοντας ένα πρόβλημα που βασίστηκε στο πείραμα του Jean Van Helmont, ζητήθηκε από τους μαθητές να απαντήσουν αν το χώμα ζυγίζει περισσότερο, λιγότερο ή είναι το ίδιο και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους όσο πιο αναλυτικά μπορούσαν. Στη δραστηριότητα 1.8 οι μαθητές σχεδίασαν ένα μοντέλο για να υποστηρίξουν την άποψή τους σχετικά με τον τρόπο που θα αναπτυχθεί ένα φυτό που φωτίζεται από ένα συγκεκριμένο σημείο. Στη συνέχεια, οι μαθητές αιτιολόγησαν την απάντησή τους όσο πιο αναλυτικά μπορούσαν.

### Φάση5:Αξιολόγηση

Σε αυτή τη φάση ζητήθηκε από τους μαθητές να συγκρίνουν τις αρχικές αντιλήψεις για το τι χρειάζεται ένα φυτό για να αναπτυχθεί με τις νέες αντιλήψεις που αποκόμισαν κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Στη συνέχεια, κατέγραψαν τις διαφορές και σχεδίασαν ξανά ένα νέο μοντέλο που να αναπαριστά τις νέες αντιλήψεις.

## **Γ. Οι δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού της ομάδας του ελέγχου**

### **Παρουσίαση των διαφορών των δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού υλικού της ομάδας ελέγχου**

#### Αντιλήψεις προς επεξεργασία:

- Το φυτό για να αναπτυχθεί χρειάζεται νερό

- Το φυτό για να αναπτυχθεί χρειάζεται χώμα
- Το φυτό για να αναπτυχθεί χρειάζεται ήλιο

#### Επιδιωκόμενος στόχος:

Οι μαθητές έπρεπε να υποστηρίξουν με επιχειρήματα ότι τα απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη του φυτού είναι το νερό, ο αέρας, το χώμα και ο ήλιος.

Το εκπαιδευτικό υλικό της ομάδα ελέγχου βασίζονταν στο μοντέλο 5E των Bybee et. al. (2006). Οι φάσεις της ενεργοποίησης, της εξήγησης, της εφαρμογής και της αξιολόγησης ήταν το ίδιο εκπαιδευτικό υλικό με αυτό της πειραματικής ομάδας. Η φάση της διερεύνησης διέφερε εν μέρει με το αντίστοιχο υλικό της πειραματικής ομάδας.

#### Φάση 2: Διερεύνηση

Έχοντας διατυπώσει και συμφωνήσει όλες οι ομάδες για τα ερωτήματα που θα ερευνούσαν, οι μαθητές προχώρησαν στη διαδικασία τους πειράματος όπως αντίστοιχα είχαν κάνει και η πειραματική ομάδα. Οι μαθητές συμπλήρωσαν τα ερωτήματα, τις πιθανές προβλέψεις και τις εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές. Αφού ολοκλήρωσαν το πείραμα οι μαθητές θέλοντας να εξετάσουν τον τρόπο πρόσληψης των στοιχείων από τα μέρη των φυτών δεν χρησιμοποιούν ΕΠ όπως η πειραματική ομάδα, αλλά πραγματοποιήθηκε με τη χρήση φυσικών μέσων. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές παρατηρούν μια απεικόνιση ενός μοντέλου που αναπαριστά τα μέρη ενός φυτού, τα απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη του και την σύνδεση μεταξύ τους με την βοήθεια των βελών.

### **4.5 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων**

Η συλλογή δεδομένων έγινε με τη χρήση των φύλλων εργασίας. Τα δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών σε αυτά.

Κάθε διδακτική παρέμβαση ολοκληρώθηκε σε 17 περίπου διδακτικές ώρες. Για να ολοκληρωθεί κάθε παρέμβαση χρησιμοποιήθηκαν και ώρες άλλων μαθημάτων. Η διεξαγωγή των διδακτικών παρεμβάσεων πραγματοποιήθηκε στο χώρο των σχολικών τάξεων.

Οι μαθητές ήταν χωρισμένοι σε τετραμελής ομάδες (υπήρξε και μία πενταμελής στην πειραματική ομάδα). Στην αρχή, εργάστηκαν ατομικά και στην συνέχεια ομαδικά ανταλλάσσοντας απόψεις με την ομάδα τους και μετέπειτα με την ολομέλεια της τάξης.

Σε όλη την διάρκεια της πραγματοποίησης της έρευνας, η ερευνήτρια σε συνεργασία με τον εκπαιδευτικό είχαν το ρόλο του συντονιστή και του παρατηρητή, οργάνωναν τη συζήτηση και ενθάρρυναν τους μαθητές ώστε να εκφράσουν πιο εύκολα και άφοβα τις απόψεις τους. Σε καμία περίπτωση όμως, δεν επέβαιναν και δεν είχαν το ρόλο του κριτή. Τα φύλλα εργασίας με τα γραπτά



επιχειρήματα που συμπλήρωσαν οι μαθητές αποτελούν τα δεδομένα της παρούσας έρευνας. Συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν τα επιχειρήματα των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου.

Για την ανάλυση των δεδομένων της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν προσεκτικά οι απαντήσεις των μαθητών από τα φύλλα εργασίας. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκε η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων από κάθε μαθητή ως προς τη δομή και το περιεχόμενο κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Για την αξιολόγηση των γραπτών επιχειρημάτων χρησιμοποιήθηκε μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων ενός επιχειρήματος που προτάθηκε από τους Σκουμιά και Χατζηνικήτα (2014). Σε αυτό αξιολογούνται η δομή, το περιεχόμενο των γραπτών των μαθητών. Στη δομή εξετάζεται η ύπαρξη και η επάρκεια των συστατικών που έχει ένα επίχειρημα (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός και αντίκρουση) όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 4.3 και ως προς το περιεχόμενο εξετάζεται η καταλληλότητα των συστατικών του επιχειρήματος (η σύγκλισή τους από τη σχολική φυσικο-επιστημονική γνώση) όπως παρατηρείται στον πίνακα 4.4.

**Πίνακας 4.3: Επίπεδα κατηγοριοποίησης των απαντήσεων των μαθητών ως προς τη δομή των επιχειρημάτων (Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2014)**

Συστατικά στοιχεία επιχειρημάτων	Επίπεδα δομής των επιχειρημάτων		
	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει ισχυρισμό	Προτείνει έναν ανεπαρκή ισχυρισμό	Προτείνει έναν επαρκή ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει μη επαρκή αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει αρχές ή συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει αρχές και συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
Αντίκρουση	Δεν προτείνει αντίκρουση	Προτείνει μη επαρκή αντίκρουση	Προτείνει επαρκή αντίκρουση

**Πίνακας 4.4: Επίπεδα κατηγοριοποίησης των απαντήσεων των μαθητών ως προς το περιεχόμενο των επιχειρημάτων ( Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014)**

Συστατικά στοιχεία επιχειρημάτων	Επίπεδα του περιεχομένου των επιχειρημάτων		
	Επίπεδα 0	Επίπεδα 1	Επίπεδα 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει ισχυρισμό ή ο ισχυρισμός δεν είναι κατάλληλος	Προτείνει έναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό	Προτείνει έναν κατάλληλο ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία ή τα αποδεικτικά στοιχεία δεν είναι κατάλληλα	Προτείνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό ή ο συλλογισμός δεν είναι κατάλληλος	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές ή συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές και συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
Αντίκρουση	Δεν προτείνει αντίκρουση ή η αντίκρουση δεν είναι κατάλληλη	Προτείνει μερικώς κατάλληλη αντίκρουση	Προτείνει κατάλληλη αντίκρουση

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τέσσερα παραδείγματα επιχειρημάτων των μαθητών και από τις δύο διδακτικές παρεμβάσεις και στη συνέχεια περιγράφεται η αξιολόγηση ως προς τη δομή και το περιεχόμενό τους:

### **Δραστηριότητα 5**

**Ο αέρας είναι απαραίτητο στοιχείο για την θρέψη των φυτών;**

Επιχείρημα 1 (Μαθητής 13 από την πειραματική ομάδα):

«Πιστεύω πως δεν είναι απαραίτητος ο αέρας για να μεγαλώσει το φυτό.

Αξιολόγηση επιχειρήματος 1:

Το επιχείρημα περιλαμβάνει ισχυρισμό: «Πιστεύω πως δεν είναι απαραίτητος ο αέρας για να μεγαλώσει το φυτό» Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με τη δομή του, αυτό το επιχείρημα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό, ο οποίος κρίνεται επαρκής: Επίπεδο 2
- Δεν περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία: Επίπεδο 0

- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό: Επίπεδο 0

Αναφορικά με το περιεχόμενο, το επιχείρημα :

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό, ο οποίος δεν είναι κατάλληλος: Επίπεδο 0
- Δεν περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία: Επίπεδο 0
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό: Επίπεδο 0

### **Δραστηριότητα 10**

#### **Ο αέρας είναι απαραίτητο στοιχείο για την θρέψη των φυτών;**

Επιχείρημα 2 (Μαθητής 13 από την πειραματική ομάδα):

«Ο αέρας είναι απαραίτητος για να μεγαλώσει το φυτό. Γιατί στον πίνακα έγραψα ότι το φασόλι που δεν το σκεπάσαμε μεγάλωσε και είναι πράσινο. Το φασόλι που σκεπάσαμε έβγαλε μόνο μια μικρή ρίζα και δεν είναι πράσινο. Επειδή το φασόλι που δεν σκεπάσαμε μεγάλωσε, πιστεύω ότι ο αέρας χρειάζεται».

Αξιολόγηση επιχειρήματος 2:

Σχετικά με τη δομή του, το επιχείρημα περιλαμβάνει ισχυρισμό: «Ο αέρας είναι απαραίτητος για να μεγαλώσει το φυτό» και αποδεικτικά στοιχεία «Γιατί στο πίνακα έγραψα ότι το φασόλι που δεν το σκεπάσαμε μεγάλωσε και είναι πράσινο. Το φασόλι που σκεπάσαμε έβγαλε μόνο μια μικρή ρίζα και δεν είναι πράσινο» και συλλογισμό «Επειδή το φασόλι που δεν σκεπάσαμε μεγάλωσε, πιστεύω ότι ο αέρας χρειάζεται». Ειδικότερα, αναφορικά με τη δομή του, αυτό το επιχείρημα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό, ο οποίος κρίνεται επαρκής: Επίπεδο 2
- Περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία που απαιτούνται για την υποστήριξη του ισχυρισμού, τα οποία κρίνονται επαρκή: Επίπεδο 2
- Περιλαμβάνει επαρκή συλλογισμό που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία και ισχυρισμό : Επίπεδο 2

Αναφορικά με το περιεχόμενο, το επιχείρημα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό, ο οποίος είναι κατάλληλος: Επίπεδο 2
- Περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία που είναι μερικώς κατάλληλα: Επίπεδο 1
- Περιλαμβάνει συλλογισμό που είναι μερικώς κατάλληλος: Επίπεδο 1

### **Δραστηριότητα 5**

#### **Ο αέρας είναι απαραίτητο στοιχείο για την θρέψη των φυτών;**

Επιχείρημα 3 (Μαθητής 13 από την ομάδα ελέγχου):

«Ο αέρας είναι απαραίτητος για ένα φυτό, αλλά όχι ο δυνατός αέρας»

Αξιολόγηση επιχειρήματος 3:

Το επιχείρημα περιλαμβάνει ισχυρισμό: «Ο αέρας είναι απαραίτητος για ένα φυτό, αλλά όχι ο δυνατός αέρας» Πιο συγκεκριμένα:

Όσον αφορά τη δομή του, αυτό το επιχείρημα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό, ο οποίος κρίνεται επαρκής: Επίπεδο 2
- Δεν περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία: Επίπεδο 0
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό: Επίπεδο 0

Αναφορικά με το περιεχόμενο, το επιχείρημα :

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό, ο οποίος είναι μερικώς κατάλληλος: Επίπεδο 1
- Δεν περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία: Επίπεδο 0
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό: Επίπεδο 0

## **Δραστηριότητα 10**

### **Ο αέρας είναι απαραίτητο στοιχείο για την θρέψη των φυτών;**

Επιχείρημα 4 (Μαθητής 13 από την ομάδα ελέγχου):

«Ο αέρας είναι απαραίτητος για το φυτό. Γιατί στο πείραμα είδα ότι το φυτό δεν πρέπει να το σκεπάσουμε με μεμβράνη για να παίρνει λίγο αέρα. Το φυτό θέλει αέρα, αλλά όχι δυνατό».

Αξιολόγηση επιχειρήματος :

Σχετικά με τη δομή του, το επιχείρημα περιλαμβάνει ισχυρισμό: «Ο αέρας είναι απαραίτητος για το φυτό» και αποδεικτικά στοιχεία «Γιατί στο πείραμα είδα ότι το φυτό δεν πρέπει να το σκεπάσουμε με μεμβράνη για να παίρνει λίγο αέρα» και συλλογισμό «Το φυτό θέλει αέρα, αλλά όχι δυνατό». Ειδικότερα:

Όσον αφορά τη δομή του, αυτό το επιχείρημα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό, ο οποίος κρίνεται επαρκής: Επίπεδο 2
- Περιλαμβάνει ένα αποδεικτικό στοιχείο για την υποστήριξη του ισχυρισμού, τα αποδεικτικά στοιχεία κρίνονται μη επαρκή : Επίπεδο 1

- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία και τον ισχυρισμό: Επίπεδο 0

Αναφορικά με το περιεχόμενο, το επιχείρημα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό, ο οποίος είναι κατάλληλος: Επίπεδο 2
- Περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία που είναι μερικώς κατάλληλα: Επίπεδο 1
- Περιλαμβάνει συλλογισμό που δεν είναι κατάλληλος: Επίπεδο 0

Αφού αξιολογήθηκαν τα επιχειρήματα των μαθητών, μελετήθηκε η εξέλιξή τους σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών. Για τη μελέτη της εξέλιξης της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών που σχετίζονται με την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών κατά τη διάρκεια των δύο διδακτικών παρεμβάσεων μελετήθηκαν οι «μαθησιακές διαδρομές» των επιχειρημάτων του κάθε μαθητή. Προσδιορίστηκαν οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες καθώς και οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων στις δραστηριότητες 1-6 και 7-12. Στην παρούσα έρευνα για την σύγκριση των επιχειρημάτων των μαθητών των δύο ομάδων χρησιμοποιήθηκε το t-test.

#### **4.6 Ανακεφαλαίωση**

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε η μεθοδολογία της έρευνας που πραγματοποιήθηκε. Συγκεκριμένα, αναδείχθηκε το δείγμα της έρευνας, η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά τη διάρκεια της έρευνας, τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, το εκπαιδευτικό υλικό, ο τρόπος που συλλέχθηκε το υλικό και η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας.

## **Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα**

### **5.1 Εισαγωγή**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων αποτελείται από πέντε ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την εξέλιξη της δομής των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών που σχετίζονται με την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας (βλ. ενότητα 5.2). Στη δεύτερη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την εξέλιξη του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών που σχετίζονται με την θρέψη των φυτών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας (βλ. ενότητα 5.3). Στην τρίτη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την εξέλιξη της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα (βλ. ενότητα 5.4). Στην τέταρτη ενότητα προβάλλονται τα αποτελέσματα για την εξέλιξη του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών που αφορούν τη θρέψη των φυτών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα (βλ. ενότητα 5.5). Τέλος, ολοκληρώνεται με την σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο διδακτικών παρεμβάσεων αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. ενότητα 5.6).

### **5.2 Η εξέλιξη της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας**

Στον Πίνακα 5.1 αποτυπώνεται η εξέλιξη της επάρκειας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στη επαυξημένη πραγματικότητα.

**Πίνακας 5.1: Η εξέλιξη της επάρκειας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας**

Μαθητές	Δραστηριότητες											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μαθητής 1												
Μαθητής 2												
Μαθητής 3												
Μαθητής 4												
Μαθητής 5												
Μαθητής 6												
Μαθητής 7												
Μαθητής 8												
Μαθητής 9												
Μαθητής 10												
Μαθητής 11												
Μαθητής 12												
Μαθητής 13												
Μαθητής 14												
Μαθητής 15												
Μαθητής 16												
Μαθητής												

17												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												
Μαθητής 21												

### Υπόμνημα:

 Επίπεδο 0

 Επίπεδο 1

 Επίπεδο 2

- **Δραστηριότητα 1:** Σε αυτή τη δραστηριότητα ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν τι χρειάζεται ένα φυτό να αναπτυχθεί.
- **Δραστηριότητα 2:** Σε αυτή την δραστηριότητα ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν αν το νερό είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη του φυτού.
- **Δραστηριότητα 3:** Σε αυτή την δραστηριότητα ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν αν ο ήλιος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη του φυτού.
- **Δραστηριότητα 4:** Σε αυτή την δραστηριότητα ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν αν το χώμα είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη ενός φυτού.
- **Δραστηριότητα 5:** Σε αυτή την δραστηριότητα ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν αν ο αέρας είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη ενός φυτού.
- **Δραστηριότητα 6:** Σε αυτή την δραστηριότητα ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν αν το νερό είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη ενός φυτού πριν τη διδακτική παρέμβαση της δομής των συστατικών στοιχείων ενός επιχειρήματος.
- **Δραστηριότητα 7:** Ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν στην ερώτηση αν το νερό είναι απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη ενός φυτού.
- **Δραστηριότητα 8:** Ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν στην ερώτηση αν ο ήλιος είναι απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη ενός φυτού.
- **Δραστηριότητα 9:** Ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν αν το χώμα είναι απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη ενός φυτού.



- **Δραστηριότητα 10:** Ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν αν ο αέρας είναι απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη ενός φυτού.
- **Δραστηριότητα 11:** Ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν σε ένα πρόβλημα που βασίστηκε στο πείραμα του Jean Van Helmont, αν το χόμα ζυγίζει περισσότερο, λιγότερο ή είναι το ίδιο.
- **Δραστηριότητα 12:** Ζητείται από τους μαθητές να υποστηρίξουν την άποψή τους σχετικά με τον τρόπο που θα αναπτυχθεί ένα φυτό που φωτίζεται από ένα συγκεκριμένο σημείο.

Από τον Πίνακα 5.1 προκύπτει ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές απάντησαν με επάρκεια σε όλες τις δραστηριότητες των φύλλων εργασίας εκτός από την δραστηριότητα 1, στην οποία δεν κατέγραψαν όλα τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη του φυτού.

Στον Πίνακα 5.2 αποτυπώνεται η εξέλιξη της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στη επαυξημένη πραγματικότητα.

**Πίνακας 5.2: Η εξέλιξη της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην επαυξημένη πραγματικότητα**

Μαθητές	Δραστηριότητες											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μαθητής 1							■		■	■		■
Μαθητής 2							■		■	■	■	■
Μαθητής 3							■	■	■	■		■
Μαθητής 4							■	■	■	■	■	■
Μαθητής 5							■	■	■	■	■	■
Μαθητής 6							■	■	■	■	■	■
Μαθητής 7							■	■	■	■	■	■
Μαθητής 8							■	■	■	■	■	■
Μαθητής 11							■	■	■	■	■	■
Μαθητής 9							■	■	■	■	■	■

Μαθητής 10												
Μαθητής 12												
Μαθητής 13												
Μαθητής 14												
Μαθητής 15												
Μαθητής 16												
Μαθητής 17												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												
Μαθητής 21												

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών επέτρεψε την ανάδειξη της πορείας της εξέλιξης της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών («μαθησιακές διαδρομές») για τη θρέψη των φυτών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης των απαντήσεων των μαθητών, επέτρεψε τη διαμόρφωση των ακόλουθων ομάδων, αναφορικά με τις «μαθησιακές διαδρομές» που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων τους.

Ομάδα Α: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα (5 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1.

Ομάδα Β: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα (7 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1 ή επιπέδου 2.

Ομάδα Γ: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα (9 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0 ή 1, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία κυρίως επιπέδου 2.

Διαπιστώνεται λοιπόν μια βελτίωση της εξέλιξης της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην επαυξημένη πραγματικότητα.

Στον Πίνακα 5.3 αποτυπώνεται η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας στις δραστηριότητες 1-6 (πριν τη διδακτική παρέμβαση) και στις δραστηριότητες 7-12 (μετά τη διδακτική παρέμβαση).

**Πίνακας 5.3: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας**

Επίπεδα	Δραστηριότητες 1-6		Δραστηριότητες 7-12	
	F	%	F	%
0	17	81	1	5
1	4	19	8	38
2	0	0	12	57

Από τον Πίνακα 5.3 προκύπτει ότι ενώ η πλειοψηφία των μαθητών στις δραστηριότητες 1-6 δεν πρότεινε αποδεικτικά στοιχεία (81%), ενώ στις δραστηριότητες 7-12 οι περισσότεροι μαθητές (57%) προτείνουν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία.

Στον Πίνακα 5.4 αποτυπώνεται η εξέλιξη της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στη επαυξημένη πραγματικότητα.

**Πίνακας 5.4: Η εξέλιξη της επάρκειας του συλλογισμού των μαθητών πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας**

Μαθητές	Δραστηριότητες											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μαθητής 1												
Μαθητής 2												
Μαθητής 3												
Μαθητής 4												

Μαθητής 5												
Μαθητής 6												
Μαθητής 7												
Μαθητής 8												
Μαθητής 9												
Μαθητής 10												
Μαθητής 11												
Μαθητής 14												
Μαθητής 15												
Μαθητής 12												
Μαθητής 13												
Μαθητής 16												
Μαθητής 17												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												
Μαθητής 21												

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών επέτρεψε την ανάδειξη της πορείας της εξέλιξης της επάρκειας του συλλογισμού των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών («μαθησιακές διαδρομές») για τη θρέψη των φυτών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης των απαντήσεων των μαθητών, επέτρεψε τη διαμόρφωση των ακόλουθων ομάδων, αναφορικά με τις «μαθησιακές διαδρομές» που αφορούν στην επάρκεια του συλλογισμού των επιχειρημάτων τους.

Ομάδα Α: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα (7 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0 ή επιπέδου 1.

**Ομάδα Β:** Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα (12 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1 ή επιπέδου 2.

**Ομάδα Γ:** Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα (2 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0 ή 1, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 2.

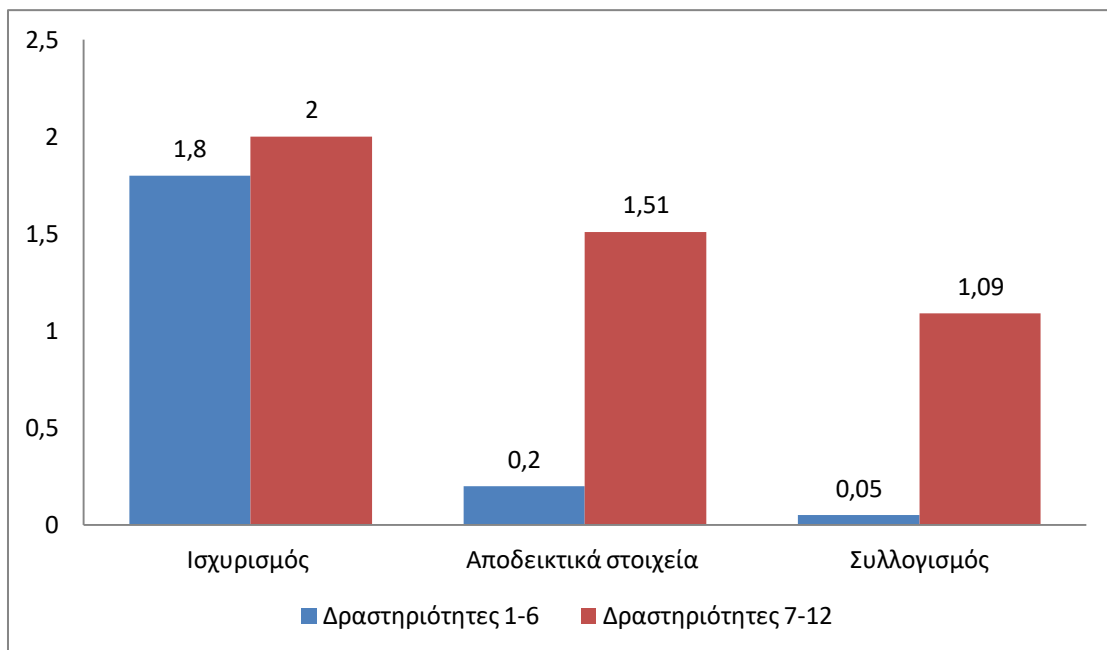
Στον Πίνακα 5.5 αποτυπώνεται η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας στις δραστηριότητες 1-6 (πριν τη διδακτική παρέμβαση) και στις δραστηριότητες 7-12 (μετά τη διδακτική παρέμβαση).

**Πίνακας 5.5: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας**

Επίπεδα	Δραστηριότητες 1-6		Δραστηριότητες 7-12	
	F	%	f	%
<b>0</b>	20	95	2	10
<b>1</b>	1	5	11	52
<b>2</b>	0	0	8	38

Από τον Πίνακα 5.5 προκύπτει ότι ενώ στις δραστηριότητες 1-6 οι μαθητές δεν προτείνουν συλλογισμό (95%), στις δραστηριότητες 7-12 διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των μαθητών προτείνουν ανεπαρκή συλλογισμό (52%) και ένα μικρότερο ποσοστό πρότεινε επαρκείς συλλογισμούς (38%), συνδυάζοντας τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία.

Επιπλέον, στο Σχήμα 5.1 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τη δομή τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα.



**Σχήμα 3.1:** Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τη δομή τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα

### **5.3 Η εξέλιξη του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η μαθησιακή διαδρομή του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών που βασίζεται στο μοντέλο «μάθησης τριών διαστάσεων» κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Μέσα από το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών αναδεικνύονται και οι αντιλήψεις των μαθητών για την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών.

Στον Πίνακα 5.6 αποτυπώνεται η εξέλιξη της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση ΕΠ.

**Πίνακας 5.6: Η εξέλιξη της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας**

Μαθητές	Δραστηριότητες											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μαθητής 1												
Μαθητής 2												
Μαθητής 3												
Μαθητής 4												
Μαθητής 5												
Μαθητής 6												
Μαθητής 7												
Μαθητής 9												
Μαθητής 10												
Μαθητής 11												
Μαθητής 13												
Μαθητής 8												
Μαθητής 12												
Μαθητής 14												
Μαθητής 17												
Μαθητής 15												
Μαθητής 16												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												

Μαθητής 21																			
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών επέτρεψε την ανάδειξη της πορείας εξέλιξης της καταλληλότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για τη θρέψη των φυτών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης των απαντήσεων των μαθητών, επέτρεψε τη διαμόρφωση των ακόλουθων ομάδων, αναφορικά με τις «μαθησιακές διαδρομές» που αφορούν στην καταλληλότητα του ισχυρισμού των επιχειρημάτων τους.

Ομάδα Α: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (4 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν ισχυρισμούς κυρίως επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν ισχυρισμούς επίπεδου 0 ή επιπέδου 2.

Ομάδα Β: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα (10 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν ισχυρισμούς επιπέδου 0 ή επιπέδου 2, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν ισχυρισμούς κυρίως επιπέδου 2.

Ομάδα Γ: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα (6 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν ισχυρισμούς κυρίως επιπέδου 2, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν ισχυρισμούς επιπέδου 2.

Διαπιστώνεται λοιπόν μία μικρή βελτίωση στην πορεία της εξέλιξης της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας.

Στον Πίνακα 5.7 αποτυπώνεται η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας στις δραστηριότητες 1-6 (πριν τη διδακτική παρέμβαση) και στις δραστηριότητες 7-12 (μετά τη διδακτική παρέμβαση).

**Πίνακας 5.7: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας**

Επίπεδα	Δραστηριότητες 1-6		Δραστηριότητες 7-12	
	f	%	F	%
0	6	29	4	19
1	4	19	0	0
2	11	52	17	81



Από τον Πίνακα 5.7 προκύπτει ότι στις δραστηριότητες 1-6 το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών πρότεινε κατάλληλους ισχυρισμούς (52%). Παρόλο αυτά, σημαντικό ποσοστό μαθητών δεν πρότειναν κατάλληλους ισχυρισμούς (29%). Στις δραστηριότητες 7-12 οι μαθητές πρότειναν ισχυρισμούς επίπεδου 2 (81%).

Στον Πίνακα 5.8 αποτυπώνεται η εξέλιξη του περιεχομένου των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που στηρίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας.

**Πίνακας 5.8: Η εξέλιξη της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας**

Μαθητές	Δραστηριότητες											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μαθητής 1							■		■	■		
Μαθητής 2							■		■	■	■	■
Μαθητής 3							■	■	■	■		■
Μαθητής 4							■	■	■	■		■
Μαθητής 5							■	■	■	■		■
Μαθητής 7							■	■	■	■		■
Μαθητής 6							■	■	■	■		■
Μαθητής 8							■	■	■	■		■
Μαθητής 9							■	■	■	■		■
Μαθητής 10							■	■	■	■		■
Μαθητής 11							■	■	■	■		■
Μαθητής 12							■	■	■	■		■
Μαθητής 13							■	■	■	■		■
Μαθητής 14							■	■	■	■		■

Μαθητής 15												
Μαθητής 16												
Μαθητής 17												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												
Μαθητής 21												

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών επέτρεψε την ανάδειξη της πορείας της εξέλιξης της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για την θρέψη των φυτών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης των απαντήσεων των μαθητών, επέτρεψε τη διαμόρφωση των ακόλουθων ομάδων, αναφορικά με τις «μαθησιακές διαδρομές» που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων τους.

Ομάδα Α: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (5 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0 ή επιπέδου 1.

Ομάδα Β: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (9 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία κυρίως επιπέδου 1 ή επιπέδου 2.

Ομάδα Γ: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (6 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία κυρίως επιπέδου 2.

Διαπιστώνεται λοιπόν μια βελτίωση της πορείας της εξέλιξης του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας.

Στον Πίνακα 5.9 αποτυπώνεται η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας στις δραστηριότητες 1-6 (πριν τη διδακτική παρέμβαση) και στις δραστηριότητες 7-12 (μετά τη διδακτική παρέμβαση).

**Πίνακας 5.9: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας**

Επίπεδα	Δραστηριότητες 1-6		Δραστηριότητες 7-12	
	f	%	F	%
0	17	81	2	10
1	4	19	11	52
2	0	0	8	38

Από τον Πίνακα 5.9 προκύπτει ότι στις δραστηριότητες 1-6, οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0 (81%) και λιγότεροι πρότειναν μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (19%). Στις δραστηριότητες 7-12 διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των μαθητών πρότειναν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1 (52%) και ένα μικρότερο ποσοστό κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (38%).

Στον Πίνακα 5.10 αποτυπώνεται η εξέλιξη της καταλληλότητας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που στηρίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας.

**Πίνακας 5.10: Η εξέλιξη της καταλληλότητας του συλλογισμού των μαθητών πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που στηρίζεται με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας**

Μαθητές	Δραστηριότητες											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μαθητής 1												
Μαθητής 2												
Μαθητής 3												
Μαθητής 4												
Μαθητής 5												
Μαθητής 6												
Μαθητής 7												

Μαθητής 8												
Μαθητής 9												
Μαθητής 10												
Μαθητής 11												
Μαθητής 12												
Μαθητής 14												
Μαθητής 15												
Μαθητής 13												
Μαθητής 16												
Μαθητής 17												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												
Μαθητής 21												

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών επέτρεψε την ανάδειξη της πορείας της εξέλιξης της καταλληλότητας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας για τη θρέψη των φυτών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης των απαντήσεων των μαθητών, επέτρεψε τη διαμόρφωση των ακόλουθων ομάδων, αναφορικά με τις «μαθησιακές διαδρομές» που αφορούν στην επάρκεια του συλλογισμού των επιχειρημάτων τους.

Ομάδα Α: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα (8 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 0 ή επιπέδου 1.

Ομάδα Β: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (6 από τους 21), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 1 ή επιπέδου 2.

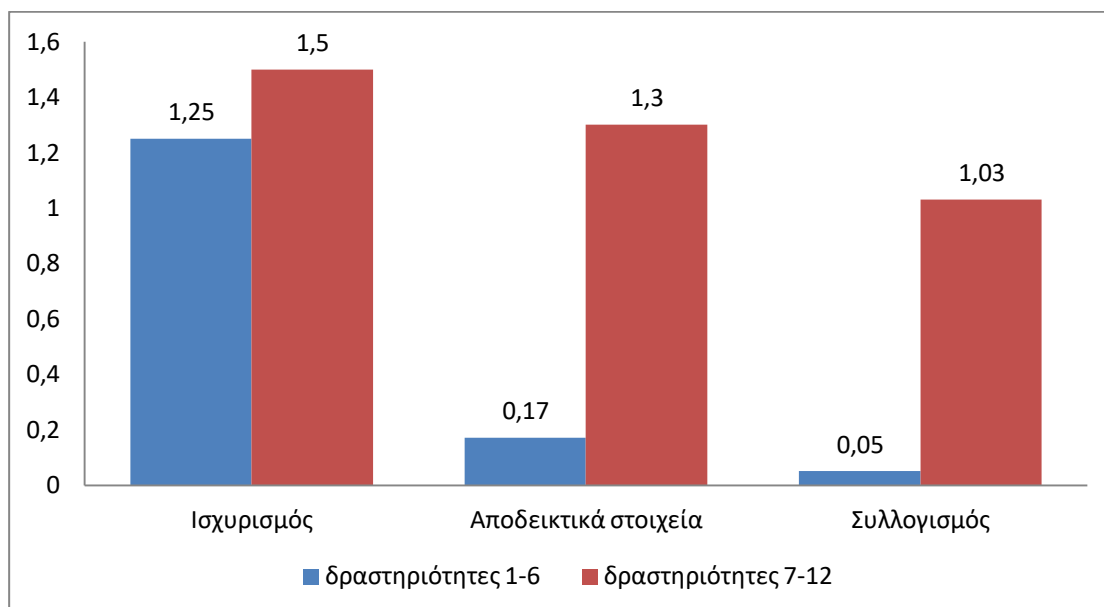
Στον Πίνακα 5.11 αποτυπώνεται η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας στις δραστηριότητες 1-6 (πριν τη διδακτική παρέμβαση) και στις δραστηριότητες 7-12 (μετά τη διδακτική παρέμβαση).

**Πίνακας 5.11: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας**

Επίπεδα	Δραστηριότητες 1-6		Δραστηριότητες 7-12	
	f	%	f	%
0	20	95	4	19
1	1	5	10	48
2	0	0	7	33

Από τον Πίνακα 5.11 προκύπτει ότι στις δραστηριότητες 1-6, οι μαθητές δεν πρότειναν κατάλληλους συλλογισμούς (95%), ενώ στις δραστηριότητες 7-12 η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε μερικώς κατάλληλους συλλογισμούς και το ποσοστό των 38% των μαθητών πρότεινε κατάλληλους συλλογισμούς.

Επιπλέον, στο Σχήμα 5.2 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας ως προς το περιεχόμενό τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα.



**Σχήμα 5.2: Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς το περιεχόμενό τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα**

## 5.4 Η εξέλιξη της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μαθησιακής διαδρομής της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων.

Στον Πίνακα 5.12 αποτυπώνεται η εξέλιξη της επάρκειας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.

**Πίνακας 5.12: Η εξέλιξη της επάρκειας του ισχυρισμού των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μαθητής 1												
Μαθητής 2												
Μαθητής 3												
Μαθητής 4												
Μαθητής 5												
Μαθητής 6												
Μαθητής 7												
Μαθητής 8												
Μαθητής 9												
Μαθητής 10												
Μαθητής 11												
Μαθητής 12												
Μαθητής 13												
Μαθητής												

14												
Μαθητής 15												
Μαθητής 16												
Μαθητής 17												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												
Μαθητής 21												
Μαθητής 22												
Μαθητής 23												
Μαθητής 24												

Από τον Πίνακα 5.12 προκύπτει ότι οι μαθητές από την αρχή της διδακτικής παρέμβασης κατέγραψαν επαρκείς ισχυρισμούς σε όλες τις δραστηριότητες των φύλλων εργασίας εκτός από την δραστηριότητα 1 που δεν έγραψαν όλα τα στοιχεία που χρειάζεται ένα φυτό για να αναπτυχθεί.

Στον Πίνακα 5.13 αποτυπώνεται η εξέλιξη της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων.

**Πίνακας 5.13: Η εξέλιξη της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων**

Μαθητές	Δραστηριότητες												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Μαθητής 1													
Μαθητής 2													
Μαθητής 3													
Μαθητής 4													

Μαθητής 5												
Μαθητής 6												
Μαθητής 7												
Μαθητής 8												
Μαθητής 9												
Μαθητής 10												
Μαθητής 11												
Μαθητής 12												
Μαθητής 13												
Μαθητής 14												
Μαθητής 15												
Μαθητής 16												
Μαθητής 17												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												
Μαθητής 21												
Μαθητής 22												
Μαθητής 23												
Μαθητής 24												

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών επέτρεψε την ανάδειξη της πορείας της εξέλιξης της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών για τη θρέψη των φυτών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης των απαντήσεων των μαθητών, επέτρεψε τη διαμόρφωση των ακόλουθων ομάδων, των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων τους.



Ομάδα Α: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (10 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία του επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1.

Ομάδα Β: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (9 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία κυρίως επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1 ή επιπέδου 2.

Ομάδα Γ: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (5 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1 ή 2, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία κυρίως επιπέδου 2.

Διαπιστώνεται λοιπόν μια βελτίωση της εξέλιξης της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών για τη θρέψη των φυτών στην ομάδα ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.

Στον Πίνακα 5.14 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

**Πίνακας 5.14: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών πειραματικής ομάδας**

Επίπεδα	Δραστηριότητες 1-6		Δραστηριότητες 7-12	
	f	%	f	%
<b>0</b>	<b>17</b>	<b>71</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>6</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>63</b>
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>33</b>

Από τον Πίνακα 5.14 προκύπτει ότι στις δραστηριότητες 1-6, η πλειοψηφία των μαθητών (71%) πρότεινε αποδεικτικά στοιχεία επίπεδου 0 και μικρότερο ποσοστό μαθητών ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία (25%). Στις δραστηριότητες 7-12 οι μαθητές με ποσοστό (63%) πρότεινε αποδεικτικά στοιχεία επίπεδου 1 και οι μαθητές με ποσοστό 33% πρότεινε επαρκή αποδεικτικά στοιχεία.

Στον Πίνακα 5.15 αποτυπώνεται η εξέλιξη της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση των φυσικών μέσων.

**Πίνακας 5.15: Η εξέλιξη της επάρκειας του συλλογισμού των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων**

Μαθητές	Δραστηριότητες											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μαθητής 1									■	■		
Μαθητής 2									■	■		
Μαθητής 3									■	■	■	■
Μαθητής 4									■	■	■	■
Μαθητής 5									■	■	■	■
Μαθητής 6									■	■	■	■
Μαθητής 7									■	■	■	■
Μαθητής 8									■	■	■	■
Μαθητής 9									■	■	■	■
Μαθητής 10								■	■	■	■	■
Μαθητής 11								■	■	■	■	■
Μαθητής 12								■	■	■	■	■
Μαθητής 13								■	■	■	■	■
Μαθητής 14								■	■	■	■	■
Μαθητής 15								■	■	■	■	■
Μαθητής 16								■	■	■	■	■
Μαθητής 17			■			■	■	■	■	■	■	■
Μαθητής 18				■		■	■	■	■	■	■	■
Μαθητής 19				■		■	■	■	■	■	■	■
Μαθητής			■	■		■	■	■	■	■	■	■

20												
Μαθητής 21												
Μαθητής 22												
Μαθητής 23												
Μαθητής 24												

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών επέτρεψε την ανάδειξη της πορείας της εξέλιξης της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου για τη θρέψη των φυτών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης των απαντήσεων των μαθητών, ανέδειξε τη διαμόρφωση των ακόλουθων ομάδων που αφορούν τις «τις μαθησιακές διαδρομές» στην επάρκεια του συλλογισμού των επιχειρημάτων τους.

Ομάδα Α: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (13 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 0 ή επιπέδου 1.

Ομάδα Β: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (8 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 0 ή επιπέδου 1, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 1 ή επιπέδου 2.

Ομάδα Γ: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (3 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 1 ή επιπέδου 2, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν συλλογισμό κυρίως επιπέδου 2.

Διαπιστώνεται λοιπόν μία βελτίωση στην πορεία της εξέλιξης της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου για τη θρέψη των φυτών μετά τη διδακτική παρέμβαση.

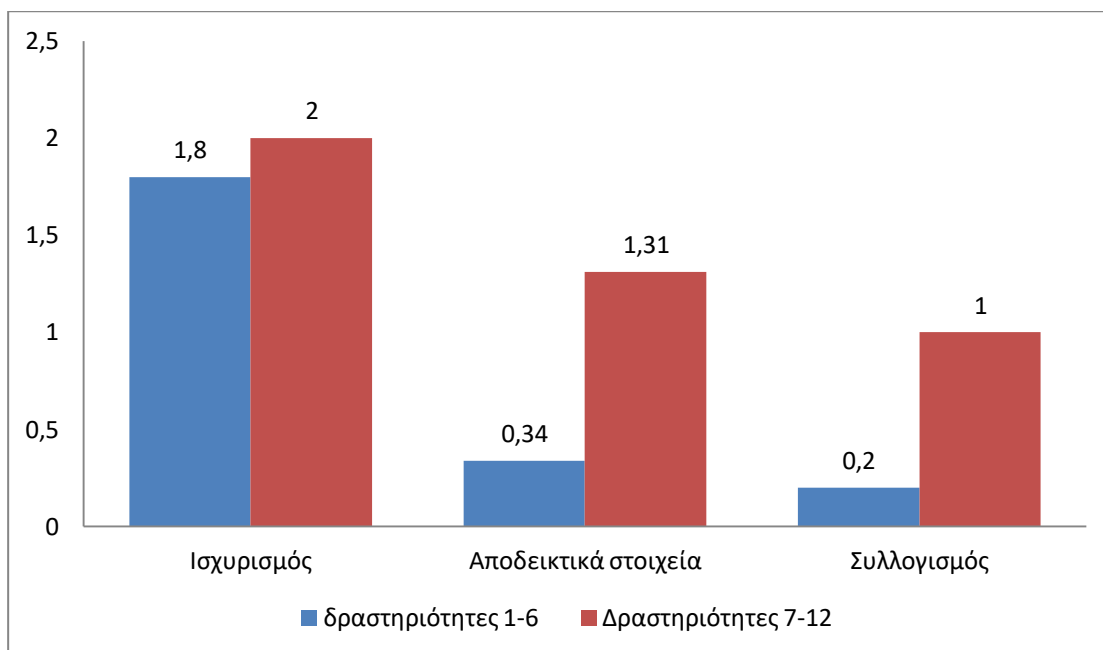
Στον Πίνακα 5.16 αποτυπώνεται η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου στις δραστηριότητες 1-6 (πριν τη διδακτική παρέμβαση) και στις δραστηριότητες 7-12 (μετά τη διδακτική παρέμβαση).

**Πίνακας 5.16: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου**

Επίπεδα	Δραστηριότητες 1-6		Δραστηριότητες 7-12	
	f	%	F	%
0	19	79	5	21
1	5	21	14	58
2	0	0	5	21

Από τον πίνακα 5.16 προκύπτει ότι στις δραστηριότητες 1-6, το μεγαλύτερο ποσοστό (79%) του επίπεδου της επάρκειας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου βρίσκονταν στο επίπεδο 0, ενώ στις δραστηριότητες 7-12 το σημαντικότερο ποσοστό των μαθητών (58%) πρότεινε ανεπαρκείς συλλογισμούς.

Επιπλέον, στο Σχήμα 5.3 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου ως προς τη δομή τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα.



**Σχήμα 5.3: Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τη δομή τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα**

## 5.5 Η εξέλιξη του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μαθησιακής διαδρομής του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων.

Στον Πίνακα 5.17 αποτυπώνεται η εξέλιξη του περιεχομένου του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που στηρίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση των φυσικών μέσων.

**Πίνακας 5.17: Η εξέλιξη του περιεχομένου του ισχυρισμού των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση των φυσικών μέσων**

Μαθητές	Δραστηριότητες											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μαθητής 1												
Μαθητής 2												
Μαθητής 3												
Μαθητής 4												
Μαθητής 5												
Μαθητής 6												
Μαθητής 8												
Μαθητής 9												
Μαθητής 7												
Μαθητής 10												
Μαθητής 12												
Μαθητής												

11												
Μαθητής 13												
Μαθητής 14												
Μαθητής 15												
Μαθητής 16												
Μαθητής 17												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												
Μαθητής 21												
Μαθητής 22												
Μαθητής 23												
Μαθητής 24												

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών ανέδειξε την πορεία της εξέλιξης της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών ομάδας ελέγχου για την θρέψη των φυτών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης των απαντήσεων των μαθητών διαμόρφωσε τις ακόλουθες ομάδες σχετικά με τις «μαθησιακές διαδρομές» για την καταλληλότητα του ισχυρισμού των επιχειρημάτων τους.

Ομάδα Α: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (9 από τους 24) προτείνουν ισχυρισμούς επιπέδου 0 ή επιπέδου 2 σε όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.

Ομάδα Β: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα (15 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν ισχυρισμούς επιπέδου 0 ή επιπέδου 2, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν ισχυρισμούς κυρίως επιπέδου 2.

Ομάδα Γ: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (2 από τους 24) προτείνουν ισχυρισμούς επιπέδου 2 σε όλες τις δραστηριότητες.

Στον Πίνακα 5.18 αποτυπώνεται η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου στις δραστηριότητες 1-6 (πριν τη διδακτική παρέμβαση) και στις δραστηριότητες 7-12 (μετά τη διδακτική παρέμβαση).

**Πίνακας 5.18: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του ισχυρισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου**

Επίπεδα	Δραστηριότητες 1-6		Δραστηριότητες 7-12	
	f	%	f	%
0	6	25	7	29
1	5	21	0	0
2	13	54	17	71

Από τον Πίνακα 5.18 προκύπτει ότι στις δραστηριότητες 1-6 οι περισσότεροι μαθητές (54%) πρότειναν κατάλληλους ισχυρισμούς, το 25% των μαθητών όμως δεν πρότεινε ισχυρισμούς επιπέδου 0. Στις δραστηριότητες 7-12 η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε ορθούς ως προς το περιεχόμενο ισχυρισμούς (71%), ενώ το 29% των μαθητών πρότεινε ισχυρισμούς επιπέδου 0.

Στον Πίνακα 5.19 αποτυπώνεται η εξέλιξη της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου για την θρέψη και την ανάπτυξη των φυτών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων.

**Πίνακας 5.19: Η εξέλιξη της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων**

Μαθητές	Δραστηριότητες											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μαθητής 1												
Μαθητής 2												
Μαθητής 3												
Μαθητής 4												
Μαθητής 5												
Μαθητής 6												
Μαθητής 7												
Μαθητής 8												

Μαθητής 9												
Μαθητής 10												
Μαθητής 11												
Μαθητής 12												
Μαθητής 13												
Μαθητής 14												
Μαθητής 15												
Μαθητής 16												
Μαθητής 17												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												
Μαθητής 21												
Μαθητής 22												
Μαθητής 23												
Μαθητής 24												

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών επέτρεψε την ανάδειξη της πορείας της εξέλιξης της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών της ομάδας ελέγχου για την θρέψη και την ανάπτυξη των φυτών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης των απαντήσεων των μαθητών, επέτρεψε τη διαμόρφωση των ακόλουθων ομάδων, αναφορικά με τις «μαθησιακές διαδρομές» που αφορούν την καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων τους.

Ομάδα Α: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (11 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία κυρίως επιπέδου 1.

Ομάδα Β: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (8 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία κυρίως επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1 ή επιπέδου 2.



**Ομάδα Γ:** Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (5 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία κυρίως επιπέδου 1, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν αποδεικτικά στοιχεία κυρίως επίπεδου 2.

Διαπιστώνεται λοιπόν μια βελτίωση στην πορεία της εξέλιξης της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών της ομάδας ελέγχου που στηρίχθηκε στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα.

Στον Πίνακα 5.20 αποτυπώνεται η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν τη διδακτική παρέμβαση στις δραστηριότητες 1-6 και μετά τη διδακτική παρέμβαση στις δραστηριότητες 7-12.

**Πίνακας 5.20: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου**

Επίπεδα	Δραστηριότητες 1-6		Δραστηριότητες 7-12	
	f	%	F	%
0	16	67	3	12,5
1	6	25	15	62,5
2	2	8	6	25

Στον Πίνακα 5.20 προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (67%) του επίπεδου της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου στις δραστηριότητες 1-6 βρισκόταν στο επίπεδο 0 και μικρότερο ποσοστό (25%) στο επίπεδο 1. Στις δραστηριότητες 7-12 διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε αποδεικτικά στοιχεία επιπέδου 1 (62,5%) και μικρότερο ποσοστό μαθητών πρότεινε κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (25%).

Στον Πίνακα 5.21 αποτυπώνεται η εξέλιξη της καταλληλότητας του συλλογισμού των μαθητών της ομάδας ελέγχου για την θρέψη και την ανάπτυξη του φυτού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που χρησιμοποίησαν στη διδακτική τους φυσικά μέσα.

**Πίνακας 5.21: Η εξέλιξη της καταλληλότητας του συλλογισμού των μαθητών της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων**

Μαθητές	Δραστηριότητες											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Μαθητής 1												
Μαθητής 2												
Μαθητής 3												
Μαθητής 4												
Μαθητής 5												
Μαθητής 6												
Μαθητής 7												
Μαθητής 8												
Μαθητής 9												
Μαθητής 10												
Μαθητής 11												
Μαθητής 12												
Μαθητής 13												
Μαθητής 14												
Μαθητής 15												
Μαθητής 16												
Μαθητής 17												
Μαθητής 18												
Μαθητής 19												
Μαθητής 20												
Μαθητής 21												
Μαθητής 22												
Μαθητής 23												
Μαθητής 24												

Η ανάλυση του γραπτού λόγου των μαθητών επέτρεψε την ανάδειξη της πορείας της εξέλιξης της καταλληλότητας των συλλογισμών των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου που σχετίζεται με την θρέψη των φυτών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης των απαντήσεων των μαθητών, επέτρεψε τη διαμόρφωση των ακόλουθων ομάδων, σχετικά με τις «μαθησιακές διαδρομές» που αφορούν την καταλληλότητα του συλλογισμού των επιχειρημάτων τους.

Ομάδα Α: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (14 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν συλλογισμούς επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν συλλογισμό κυρίως επιπέδου 1.

Ομάδα Β: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (8 από τους 24) ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 0, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 1 ή επιπέδου 2.

Ομάδα Γ: Οι μαθητές που εντάσσονται σε αυτήν την ομάδα (2 από τους 24), ενώ στις δραστηριότητες 1-6 προτείνουν συλλογισμό επιπέδου 1 ή επιπέδου 2, στις δραστηριότητες 7-12 προτείνουν συλλογισμό κυρίως επιπέδου 2.

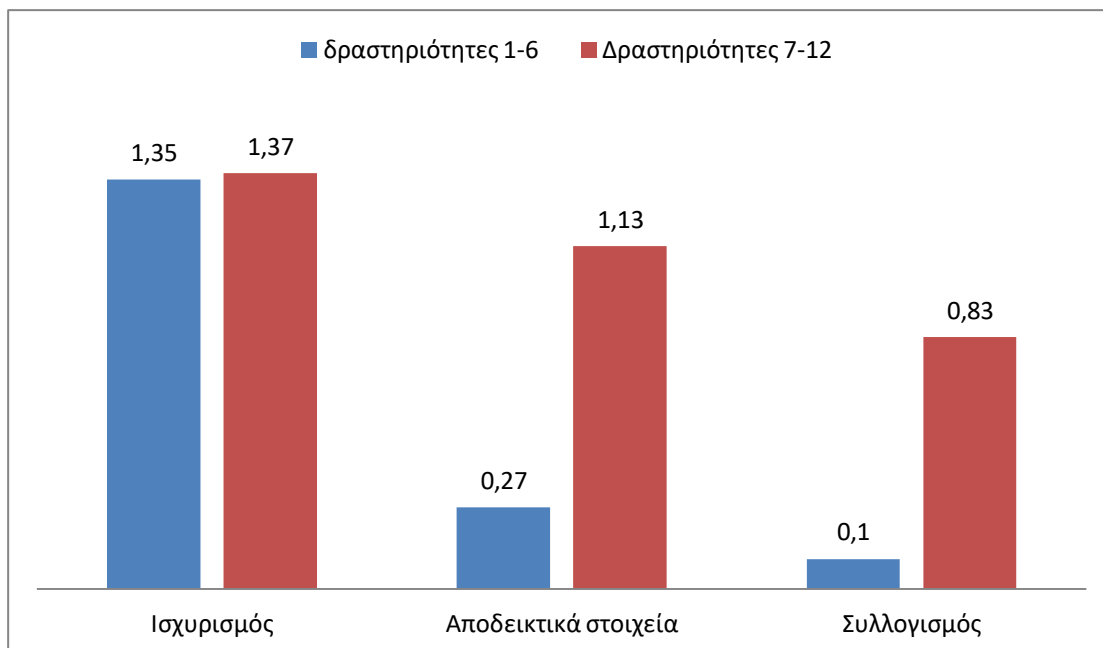
Στον Πίνακα 5.22 αποτυπώνεται η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση στις δραστηριότητες 1-6 και μετά τη διδακτική παρέμβαση στις δραστηριότητες 7-12.

**Πίνακας 5.22: Η συχνότητα και το ποσοστό των επιπέδων της καταλληλότητας του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου**

Επίπεδα	Δραστηριότητες 1-6		Δραστηριότητες 7-12	
	f	%	F	%
0	23	96	8	33
1	1	4	12	50
2	0	0	4	17

Από τον Πίνακα 5.22 προκύπτει ότι στις δραστηριότητες 1-6, οι περισσότεροι μαθητές (96%) δεν πρότειναν συλλογισμούς επιπέδου 0. Ένα μικρό ποσοστό μαθητών απάντησε με μερικώς κατάλληλο συλλογισμό (4%). Στις δραστηριότητες 7-12, οι μισοί μαθητές πρότειναν μερικώς κατάλληλο συλλογισμό (50%), ενώ ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών (33%) πρότεινε συλλογισμό επιπέδου 0.

Επιπλέον, στο Σχήμα 8 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου ως προς το περιεχόμενο τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα.



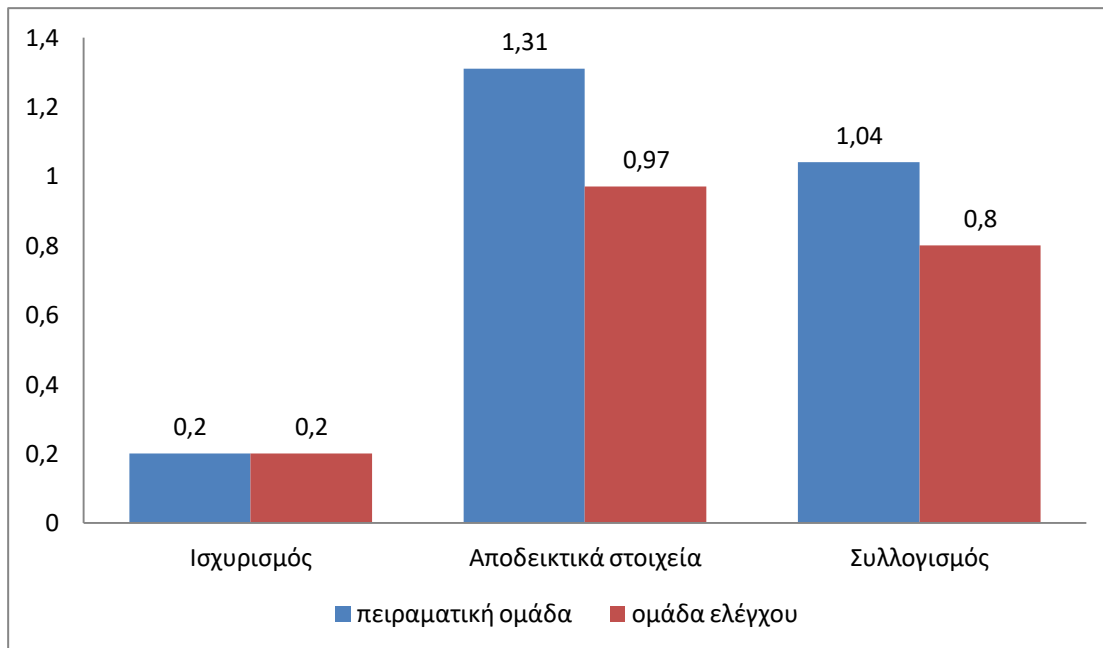
**Σχήμα 5.4:** Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς το περιεχόμενό τους στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12 κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα.

## 5.6 Σύγκριση της βελτίωσης της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών των δύο διδακτικών παρεμβάσεων

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας τα οποία παρουσιάστηκαν παραπάνω γίνεται εμφανές ότι μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα και με φυσικά μέσα, παρουσιάστηκε και στις δύο ομάδες βελτίωση στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών.

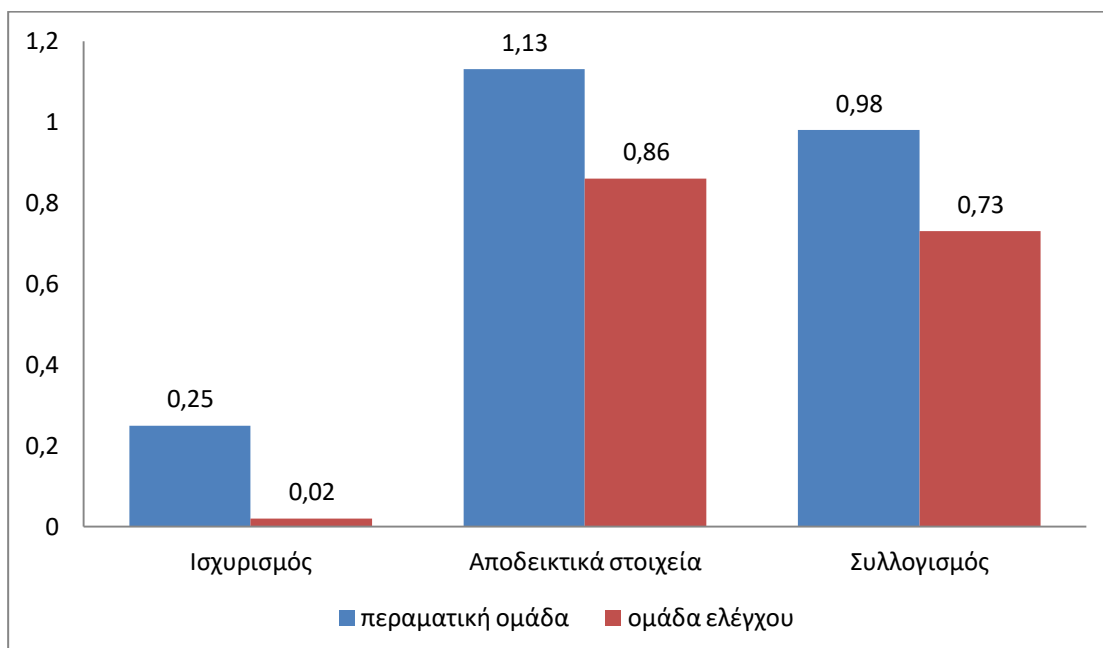
Για να συγκρίνουμε τη συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στα επιχειρήματα των μαθητών θα συγκρίνουμε τη βελτίωση που παρουσιάζουν τα συστατικά τους στοιχεία τόσο στη δομή, όσο και στο περιεχόμενο στις δραστηριότητες 1-6 και στις δραστηριότητες 7-12. Για το λόγο αυτό δημιουργούμε τη μεταβλητή της «βελτίωσης» η οποία προκύπτει από τη διαφορά της αρχικής από την τελική τιμή των μέσων όρων των απαντήσεων των μαθητών για κάθε συστατικό στοιχείο.

Στο Σχήμα 5.5 παρουσιάζεται η βελτίωση των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τη δομή κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα και με φυσικά μέσα.



**Σχήμα 5.5:** Η βελτίωση των επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τη δομή τους κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα (πειραματική ομάδα) και της διδακτικής που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα (ομάδα ελέγχου)

Στο σχήμα 5.6 παρουσιάζεται η βελτίωση των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς το περιεχόμενο κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα και με φυσικά μέσα.



**Σχήμα 5.6:** Η βελτίωση των επιχειρημάτων των μαθητών ως προς το περιεχόμενό τους κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με επαυξημένη πραγματικότητα (πειραματική ομάδα) και της διδακτικής παρέμβασης που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα (ομάδα ελέγχου)

Εφαρμόζοντας τον έλεγχο t-test στη νέα μεταβλητή της βελτίωσης ελέγχεται αν στα συστατικά στοιχεία υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της βελτίωσης των επιχειρημάτων και των δύο ομάδων.

Ειδικότερα, ως προς τη δομή των επιχειρημάτων διαπιστώνεται ότι:

(α) δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της βελτίωσης της επάρκειας των ισχυρισμών των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $M=0,19, SD=0,231$ ) και της βελτίωσης της επάρκειας των ισχυρισμών των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $M=0,19, SD=0,217$ ) με  $t(43)=0,000$   $p=1,000$ ,

(β) υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της βελτίωσης της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $M=1,21, SD=0,233$ ) και της βελτίωσης της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $M=0,97, SD=0,171$ ) με  $t(43)=-3,972$ ,  $p=0.0003$ ,

(γ) υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της βελτίωσης της επάρκειας των συλλογισμών των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $M=1,04, SD=0,217$ ) και της βελτίωσης της επάρκειας των συλλογισμών των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $M=0,8, SD=0,4$ ) με  $t(43)=2,4499$ ,  $p=0,0184$ .

Ως προς το περιεχόμενο των επιχειρημάτων διαπιστώνεται ότι:

(α) υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της βελτίωσης της καταλληλότητας των ισχυρισμών των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $M=0,25, SD=0,433$ ) και της βελτίωσης της καταλληλότητας των ισχυρισμών των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $M=0,02, SD=0,14$ ) με  $t(43)=2,4627$  με  $p=0,0179$ ,

(β) υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της βελτίωσης της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $M=1,13, SD=0,226$ ) και της βελτίωσης της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $M=0,86, SD=0,313$ ) με  $t(43)=3,2743$ ,  $p=0,0021$ ,

(γ) υπάρχει σημαντική διαφορά της καταλληλότητας των συλλογισμών των μαθητών της πειραματικής ομάδας ( $M=0,98, SD=0,14$ ) και της βελτίωσης της καταλληλότητας των συλλογισμών των μαθητών της ομάδας ελέγχου ( $M=0,73, SD=0,444$ ) με  $t(43)=2,4719$ ,  $p=0,0175$ .

## 5.7 Ανακεφαλαίωση

Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας. Ειδικότερα, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα των μαθησιακών διαδρομών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών με βάση στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση της ΕΠ από την πειραματική ομάδα και με τη χρήση φυσικών μέσων από την ομάδα ελέγχου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 6.1 Εισαγωγή

Μολονότι έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που εστιάζουν στη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τη θρέψη των φυτών στις αντιλήψεις τους, ωστόσο, απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τη θρέψη των φυτών στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών.

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η μελέτη της συμβολής δύο διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» σχετικά με τη θρέψη των φυτών, στην εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου και η σύγκριση των αποτελεσμάτων τους. Τα ερωτήματα που ερευνήθηκαν στη συγκεκριμένη έρευνα είναι:

(α) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας στην εξέλιξη της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου;

(β) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας στην εξέλιξη του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου;

(γ) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στην εξέλιξη της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου;

(δ) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στην εξέλιξη του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών της Γ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου;

(ε) Υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο διδακτικών παρεμβάσεων αναφορικά με την εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών;

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας. Ειδικότερα, στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα της έρευνας (βλ. ενότητα 6.2). Στη δεύτερη ενότητα αναφέρονται οι περιορισμοί της έρευνας (βλ. ενότητα 6.3) και στην τρίτη παρουσιάζονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα (βλ. ενότητα 6.4).

## **6.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους**

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζονται τα κύρια ευρήματα της έρευνας και ο σχολιασμός τους. Στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης των τριών διαστάσεων» με χρήση ΕΠ στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. υποενότητα 6.2.1). Στη δεύτερη υποενότητα παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης των τριών διαστάσεων» με χρήση ΕΠ στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. υποενότητα 6.2.2). Στη τρίτη υποενότητα παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στη συμβολή διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης των τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. υποενότητα 6.2.3), στη τέταρτη υποενότητα παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στη συμβολή διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης των τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. υποενότητα 6.2.4), στη πέμπτη υποενότητα προβάλλονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τη σύγκριση της βελτίωσης της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών των δύο διδακτικών παρεμβάσεων (βλ. υποενότητα 6.2.5) και στη έκτη υποενότητα παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα (βλ. υποενότητα 6.2.6).

### **6.2.1 Η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης των τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών**

Σχετικά με τη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης των τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών και συγκεκριμένα στην επάρκεια των ισχυρισμών των μαθητών, διαπιστώθηκε ότι κατά τη διάρκεια αυτής της διδακτικής παρέμβασης οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν επιχειρήματα με επαρκή ισχυρισμό. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν και με αποτελέσματα άλλων ερευνών σύμφωνα με τα οποία οι μαθητές συνηθίζουν να προτείνουν επαρκή ισχυρισμό στις απαντήσεις τους (Jimenez-Aleixandre, Rodriguez & Duschl, 2000; Σκουμιός, Χατζηνικήτα, 2013).

Όσον αφορά τη συμβολή αυτής της διδακτικής παρέμβασης στην εξέλιξη της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων διαπιστώθηκε ότι στις πρώτες δραστηριότητες της παρέμβασης οι περισσότεροι μαθητές δεν αιτιολογούσαν τον ισχυρισμό τους αναφέροντας επαρκή αποδεικτικά στοιχεία ή πρότειναν μη επαρκή αποδεικτικά στοιχεία. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με άλλες έρευνες κατά τις οποίες προκύπτει ότι οι μαθητές προτείνουν ισχυρισμούς χωρίς να μπορούν να τους αιτιολογούν (Jimenez-Aleixandre, Rodriguez & Duschl, 2000). Όμως, στις επόμενες δραστηριότητες της παρέμβασης οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία



στα επιχειρήματά τους. Η βελτίωση της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων είναι δυνατόν να αποδοθεί στη διδασκαλία, προς τους μαθητές από την εκπαιδευτικό, των συστατικών στοιχείων ενός επιχειρήματος, στις δραστηριότητες που ζητούσαν από τους μαθητές όχι την απλή καταγραφή της απάντησής τους αλλά την διακριτή αναγραφή των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων και στις δραστηριότητες όπου οι μαθητές αυτοαξιολογούσαν την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων τους. Έχει καταδειχθεί ότι αυτές οι δραστηριότητες συμβάλουν στη βελτίωση της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών (Krajcik & McNeill, 2009).

Αναφορικά με τη συμβολή αυτής της παρέμβασης στην εξέλιξη των συλλογισμών των επιχειρημάτων των μαθητών, προέκυψε ότι στις πρώτες δραστηριότητες παρουσιάστηκε μία δυσκολία στους περισσότερους μαθητές να περιλαμβάνουν στα επιχειρήματά τους επαρκή συλλογισμό. Αυτό συνάδει και με άλλες έρευνες σύμφωνα με τις οποίες οι μαθητές συνήθως δεν προτείνουν συλλογισμούς που να συνδέουν τα αποδεικτικά στοιχεία με τους ισχυρισμούς (Sandoval & Reiser, 1997; Bell & Linn, 2000; Jiménez-Aleixandre, Rodríguez & Duschl, 2000; McNeill & Krajcik, 2006). Στις επόμενες δραστηριότητες όμως, προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν συλλογισμό που συνέδεε τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό είτε χωρίς είτε με κάποια επιστημονική αρχή. Η βελτίωση της επάρκειας του συλλογισμού είναι δυνατόν να αναχθεί στη διδασκαλία των συστατικών στοιχείων ενός επιχειρήματος προς τους μαθητές, στις δραστηριότητες που ζητούσαν από τους μαθητές όχι την απλή καταγραφή της απάντησής τους, αλλά την διακριτή αναγραφή των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων και στις δραστηριότητες, όπου οι μαθητές αυτοαξιολογούσαν την επάρκεια των συλλογισμών των επιχειρημάτων τους.

Μία αιτία για την οποία οι μαθητές στις πρώτες δραστηριότητες της παρέμβασης δυσκολεύονταν να συγκροτήσουν ποιοτικά επιχειρήματα ως προς την δομή τους είναι ότι δεν είχαν διδαχθεί ξανά τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος. Ωστόσο, το συμπέρασμα που προκύπτει από τα παραπάνω είναι ότι είναι εφικτή η βελτίωση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών μέσω της διδακτικής παρέμβασης που βασίστηκε στο μοντέλο της «μάθησης των τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας.

## **6.2.2 Η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση την επαυξημένη πραγματικότητα στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών**

Σχετικά με τη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας στην εξέλιξη του περιεχομένου των ισχυρισμών των μαθητών, διαπιστώθηκε ότι ένα σημαντικό ποσοστό των μαθητών πρότεινε κατάλληλο ισχυρισμό κατά τη διάρκεια αυτής της διδακτικής παρέμβασης. Η υψηλή ποιότητα των ισχυρισμών των επιχειρημάτων των μαθητών μπορεί να αποδοθεί στην κατανόηση των απαραίτητων στοιχείων για την ανάπτυξη του φυτού.

Αναφορικά με τη συμβολή αυτής της παρέμβασης στην εξέλιξη του περιεχομένου των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών, προέκυψε ότι στις πρώτες δραστηριότητες της παρέμβασης η πλειοψηφία των μαθητών δεν αιτιολογούσε τον ισχυρισμό με κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Στις επόμενες δραστηριότητες, αρκετοί μαθητές πρότειναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματά τους. Η βελτίωση των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών ως προς το περιεχόμενό τους είναι δυνατόν να αποδοθεί στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης ως απόρροια της διδακτικής παρέμβασης.

Όσον αφορά τη συμβολή αυτής της διδακτικής παρέμβασης στην εξέλιξη της καταλληλότητας του συλλογισμού διαπιστώθηκε ότι στις πρώτες δραστηριότητες της παρέμβασης, η πλειοψηφία των μαθητών δεν πρότεινε κατάλληλο συλλογισμό. Στις επόμενες δραστηριότητες όμως, προέκυψε ότι αρκετοί μαθητές πρότειναν κατάλληλο συλλογισμό στα επιχειρήματά τους. Η βελτίωση του συλλογισμού των επιχειρημάτων των μαθητών ως προς το περιεχόμενό τους μπορεί να αποδοθεί στην καλύτερη κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου της συγκεκριμένης ενότητας (Duschl & Osborne, 2002; Driver, Newton, & Osborne, 2000; Newton, Driver, & Osborne, 1999).

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα παραπάνω είναι ότι είναι εφικτή η βελτίωση του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών μέσω της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση ΕΠ.

### **6.2.3 Η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών**

Σε ότι αφορά τη συμβολή αυτής της παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης των τριών διαστάσεων» με φυσικά μέσα στην εξέλιξη της δομής των επιχειρημάτων και ειδικότερα στην επάρκεια των ισχυρισμών των μαθητών, διαπιστώθηκε ότι κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης η πλειοψηφία των μαθητών έδινε επαρκή ισχυρισμό. Όπως έχει επισημανθεί και στην ενότητα του θεωρητικού πλαισίου, τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με αποτελέσματα άλλων ερευνών σύμφωνα με τα οποία οι μαθητές προτείνουν επαρκή ισχυρισμό στα επιχειρήματα που συγκροτούν (Jimenez-Aleixandre, Rodriguez & Duschl, 2000; Σκουμιός, Χατζηνικήτα, 2013).

Σχετικά με την συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στην εξέλιξη των αποδεικτικών στοιχείων, διαπιστώθηκε ότι στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές δεν υποστήριζαν τον ισχυρισμό τους προτείνοντας επαρκή αποδεικτικά στοιχεία. Όπως έχει επισημανθεί και στην ενότητα θεωρητικού πλαισίου, τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν και με αποτελέσματα άλλων ερευνών από

τις οποίες προκύπτει ότι οι μαθητές προτείνουν ισχυρισμούς χωρίς να μπορούν να αιτιολογούν (Jimenez-Aleixandre, Rodriguez & Duschl, 2000). Κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης όμως, ορισμένοι μαθητές αιτιολόγησαν την απάντησή τους δίνοντας επαρκή αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματά τους. Η βελτίωση της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων όπως έχει αναφερθεί στην ενότητα θεωρητικού πλαισίου, μπορεί να αποδοθεί στη διδασκαλία προς τους μαθητές των συστατικών στοιχείων ενός επιχειρήματος, στις δραστηριότητες που ζητούσαν από τους μαθητές την διακριτή αναγραφή των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων και στις δραστηριότητες, στις οποίες οι μαθητές αυτοαξιολογούσαν την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων τους. Έχει καταδειχθεί ότι αυτές οι δραστηριότητες συμβάλουν στη βελτίωση της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων (Krajcik & McNeill, 2009).

Αναφορικά με τη εξέλιξη του συλλογισμού των επιχειρημάτων, διαπιστώθηκε ότι στις πρώτες δραστηριότητες οι μαθητές δεν πρότειναν επαρκείς συλλογισμούς, ένα φαινόμενο που έχει αναδειχθεί και σε άλλες έρευνες σύμφωνα με τις οποίες οι μαθητές δεν προτείνουν συλλογισμούς που να συνδέουν τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία (Sandoval & Reiser, 1997; Bell & Linn, 2000; Jiménez-Aleixandre, Rodríguez & Duschl, 2000; McNeill & Krajcik, 2006). Στις επόμενες δραστηριότητες ένα μικρό ποσοστό των απαντήσεων των μαθητών περιείχαν συλλογισμό με επάρκεια που να συνδέουν τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό.

Το συμπέρασμα που απορρέει από τα παραπάνω είναι ότι είναι εφικτή η βελτίωση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών μέσω της διδακτικής παρέμβασης που βασίστηκε στο μοντέλο της «μάθησης των τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων.

#### **6.2.4 Η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών**

Σχετικά με τη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων στην εξέλιξη του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών και πιο συγκεκριμένα στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των μαθητών, διαπιστώθηκε ότι κατά τη διάρκεια αυτής της παρέμβασης το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών πρότεινε επιχειρήματα με κατάλληλο ισχυρισμό. Η συγκρότηση επιχειρημάτων των μαθητών με κατάλληλους ισχυρισμούς μπορεί να αποδοθεί στην κατανόηση των απαραίτητων στοιχείων της ανάπτυξης και της θρέψης των φυτών.

Όσον αφορά τη συμβολή αυτής της διδακτικής παρέμβασης στην εξέλιξη της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων διαπιστώθηκε ότι στις πρώτες δραστηριότητες της παρέμβασης οι περισσότεροι μαθητές δεν επιχειρηματολόγούσαν με κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Στις επόμενες δραστηριότητες, οι περισσότεροι μαθητές έδωσαν μερικώς κατάλληλες απαντήσεις

αιτιολογώντας τους ισχυρισμούς τους. Η βελτίωση της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών είναι δυνατόν να αναχθεί στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής ως απόρροια της διδακτικής παρέμβασης.

Αναφορικά με τη συμβολή αυτής της διδακτικής παρέμβασης στην εξέλιξη της καταλληλότητας του συλλογισμού, στις πρώτες δραστηριότητες η πλειοψηφία των μαθητών δεν πρότεινε κατάλληλους συλλογισμούς. Στις επόμενες δραστηριότητες αρκετοί μαθητές χρησιμοποίησαν μερικώς κατάλληλους συλλογισμούς. Παρά ταύτα, ένα μικρό ποσοστό των μαθητών πρότεινε κατάλληλους συλλογισμούς.

Εξετάζοντας συνολικά τη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης συνάγεται ότι είναι ότι είναι εφικτή η βελτίωση του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών μέσω της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με τη χρήση φυσικών μέσων στη συγκεκριμένη ενότητα.

#### **6.2.5 Σύγκριση της βελτίωσης της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών των δύο διδακτικών παρεμβάσεων**

Διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της βελτίωσης της επάρκειας των ισχυρισμών των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της βελτίωσης της επάρκειας των ισχυρισμών των μαθητών της ομάδας ελέγχου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι μαθητές συνηθίζουν να προτείνουν έναν επαρκή ισχυρισμό στις απαντήσεις τους (Jimenez-Aleixandre, Rodriguez & Duschl, 2000; Σκουμιάς, Χατζηνικήτα, 2013). Υπάρχει όμως σημαντική διαφορά μεταξύ της βελτίωσης της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών των μαθητών της πειραματικής ομάδας έναντι της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον, υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στη βελτίωση της καταλληλότητας των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου.

Συμπερασματικά, διαπιστώθηκε ότι η διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας είχε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών έναντι της διδακτικής παρέμβασης που βασίστηκε στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων. Αυτό ενδεχομένως, να οφείλεται στη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας, που δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να εμβαθύνει τις γνώσεις στην συγκεκριμένη ενότητα μέσα στο φυσικό περιβάλλον με τη βοήθεια της τεχνολογίας συμφωνώντας με αποτελέσματα άλλων ερευνών (Azuma, 2001, Dede, 2009, Johnson, Smith, Willis, Levine, & Haywood, 2011).

### 6.2.6. Γενικά συμπεράσματα

(α) Οι δύο διδακτικές παρεμβάσεις συνέβαλαν σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών.

(β) Οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων τους κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων ήταν διαφορετικές. Τα παιδιά βελτιώνουν τα επιχειρήματά τους με αφορμή διαφορετικές δραστηριότητες.

(γ) Η ρητή διδασκαλία των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων είναι αναγκαία για τη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών.

(δ) Η διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας, επέφερε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σχετικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών συγκριτικά με τη διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε στο μοντέλο της «μάθησης τριών διαστάσεων» με χρήση φυσικών μέσων.

## 6.3 Περιορισμοί της έρευνας

Περιορισμός της παρούσας έρευνας αποτελεί το μικρό μέγεθος του δείγματος (45 μαθητές) στο οποίο πραγματοποιήθηκαν οι διδακτικές παρεμβάσεις. Αν το δείγμα της έρευνας ήταν μεγαλύτερο, αποτελούμενο από περισσότερους μαθητές και από διαφορετικά μέρη της χώρας, θα μας οδηγούσε σε πιο γενικευμένα συμπεράσματα σχετικά με την συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Επίσης, ένας άλλος περιορισμός της εργασίας είναι η αποκλειστική μελέτη μόνο του γραπτού λόγου των μαθητών.

Ένας άλλος περιορισμός είναι η εφαρμογή του διδακτικού υλικού σε μία υποενότητα της ανάπτυξης και της θρέψης των φυτών από το κεφάλαιο της ύλης και της ενέργειας στους οργανισμούς. Αν εφαρμοζόταν όλη η θεματική ενότητα της ύλης και της ενέργειας στους οργανισμούς, οι μαθητές θα έκαναν περισσότερες δραστηριότητες και πιθανόν να υπήρχε μεγαλύτερη βελτίωση στην εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

## 6.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Μετά την καταγραφή των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων της παρούσας έρευνας προκύπτουν κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα:

- Πραγματοποίηση της ίδιας έρευνας σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών της ίδιας ηλικίας και σε διαφορετικές περιοχές της χώρας για να διερευνηθούν, αν τα αποτελέσματα μπορούν να γενικευτούν.

- Υλοποίηση έρευνας με αντίστοιχο εκπαιδευτικό υλικό σε όλη τη θεματική ενότητα της ύλης και της ενέργειας στους οργανισμούς, ώστε να διερευνηθεί, αν υπάρχει βελτίωση στην ποιότητα των επιχειρημάτων και για άλλες γνωστικές περιοχές.
- Πραγματοποίηση της ίδιας έρευνας, με το ίδιο εκπαιδευτικό υλικό και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων μέσω ερωτηματολογίου ορισμένου μήνες μετά τις παρεμβάσεις ώστε να διερευνηθεί, αν τα αποτελέσματα παραμένουν αμετάβλητα.
- Πραγματοποίηση έρευνας με τη χρήση εκπαιδευτικού υλικού που να περιλαμβάνει την χρήση της ΕΠ και την συγκρότηση γραπτών επιχειρημάτων σε άλλες εννοιολογικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών, ώστε να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα τέτοιων διδακτικών παρεμβάσεων.
- Υλοποίηση αντίστοιχης έρευνας σε μαθητές μεγαλύτερων σχολικών τάξεων του δημοτικού και του γυμνασίου, ώστε να διερευνηθεί, αν διαφοροποιούνται τα αποτελέσματα ανάλογα με την ηλικία των μαθητών.

## **6.5 Ανακεφαλαίωση**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάστηκαν και σχολιάστηκαν τα αποτελέσματα της έρευνας που αφορούσαν την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης στη βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για την ανάπτυξη και την θρέψη των φυτών με τη χρήση της ΕΠ και με τη χρήση φυσικών μέσων. Μέσων των αποτελεσμάτων, αναδείχθηκε η διαφοροποίηση ανάμεσα στις δύο διδακτικές παρεμβάσεις και καταγράφηκαν κάποιοι περιορισμοί που υπήρξαν στην παρούσα εργασία και στη συνέχεια προτάθηκαν ιδέες για μελλοντικές έρευνες.

## Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Anderson, J. L., Ellis, J. P. & Jones, A. M. (2014). Understanding Early Elementary Children's Conceptual Knowledge of Plant Structure and Function through Drawings. *CBE—Life Sciences Education*, 13(3), 375–386.

Azuma R. T. (1997), A Survey of Augmented Reality, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, τόμος 6 (4), 355 – 356

Bailey, S., & Watson, R. (1998). Establishing basic ecological understanding in younger pupils: a pilot evaluation of a strategy based on drama/role play. *International Journal of Science Education*, 20(2), 139–152.

Barker, M., & Carr, M. (1989). Teaching and learning about photosynthesis. Part 1: An assessment in terms of students' prior knowledge. *International Journal of Science Education*, 11(1), 49–56.

Bell, B. (1985) Students' ideas about plant nutrition: what are they?, *Journal of Biological Education*, 19(3), 213-218,

Bell, P., & Linn, M. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the Web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22, 797–817.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26–55.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2010). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, 95(2), 191–216.

Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Bybee, R., Taylor J., Gardner A., van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs.

Cai, S., Chiang, F.-K., & Wang, X. (2013). Using the augmented reality 3D technique for a convex imaging experiment in a physics course. *International Journal of Engineering Education*, 29(4), 856-865

Chen, M.-P., & Liao, B.-C. (2015). Augmented Reality Laboratory for High School Electrochemistry Course. 2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies.

- Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2012). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449–462.
- Cherubini, M., Gash, H., & McCloughlin, T. (2008). The Digital Seed: an interactive toy for investigating plants. *Journal of Biological Education*, 42(3), 123–129.
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G.-J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in Science: A Comparison of Deep and Surface Approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109–138.
- Dauer, J. M., Doherty, J. H., Freed, A. L., & Anderson, C. W. (2014). Connections between Student Explanations and Arguments from Evidence about Plant Growth. *CBE—Life Sciences Education*, 13(3), 397–409.
- Duschl, R.A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39–72.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. E. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academic Press.
- Dunleavy M., Dede C. (2014) Augmented Reality Teaching and Learning. In: Spector J., Merrill M., Elen J., Bishop M. (eds) *Handbook of Research on educational Communications and Technology*. Springer, New York, NY
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5), 481–490.
- Driver, R. & Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. and Scott, P. (1996) *Young People's Images of Science* (Buckingham: Open University Press).
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1993). Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες. (Μετάφραση: Θ. Κρητικός, Β. Σπηλιωτοπούλου). Ένωση Ελλήνων Φυσικών – Τροχαλία, Αθήνα.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287–309.



- Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2005). The Role of Argumentation in Developing Scientific Literacy. *Research and the Quality of Science Education*, 381–394.
- Hogan, K., & Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 663–687.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757–792.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). “Making it real”: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), 163–174.
- Klopfer, E., & Sheldon, J. (2010). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. *New Directions for Youth Development*, 2010(128), 85–94.
- Klopfer, E., Squire, K., & Jenkins, H. (2002). Environmental Detectives: PDAs as a window into a virtual simulated world. *Proceedings. IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*.
- Krajcik, J., McNeill, K. L., & Reiser, B. J. (2007). Learning-goals-driven design model: Developing curriculum materials that align with national standards and incorporate project-based pedagogy. *Science Education*, 92(1), 1–32.
- Krajcik, J., & McNeill, K. (2009). Designing Instructional Materials to Support Students' in Writing Scientific Explanations: Using Evidence and Reasoning Across the Middle School Years. Paper Presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Hyatt Regency Orange County, Garden Grove, CA.
- Leach, J. & Scott, P. (2000). The concept of learning demand as a tool for designing teaching sequences. Paper presented at the meeting Research-based teaching sequences, Universite Paris VII, France, November
- Lin, S.-W. (2004). Development and Application of a Two-Tier Diagnostic Test for High School Students' Understanding of Flowering Plant Growth and Development. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 175–199.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J, Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In Lovett, M & Shah, P (Eds.) *Thinking with Data: the*

Proceedings of the 33rd Carnegie Symposium on Cognition. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53–78.

Métioui, A., Matoussi, F., & Trudel, L. (2015). The Teaching of Photosynthesis in Secondary School: A History of the Science Approach. *Journal of Biological Education*, 50(3), 275–289.

Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishino F. (1994), Augmented reality: a class of displays on the reality- virtuality continuum, *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351, 282-292

Mosothwane, M. (2011). Senior Secondary School Children's Understanding Of Plant Nutrition. *Journal of College Teaching and Learning*, 8(8), 15-24

National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy 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.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.

Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argument in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553–576.

Özay E. & Öztaş H. (2003): Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition, *Journal of Biological Education*, 37(2), 68-70

Ryu, S., & Sandoval, W. A. (2012). Improvements to elementary children's epistemic understanding from sustained argumentation. *Science Education*, 96(3), 488–526.

Scamp, K. (2012). *Teaching Primary Science Constructively* (4th ed.). South Melbourne: Cengage Learning Australia

Tobin, K. (Ed.). 1993, *The Practice of Constructivism in Science and Mathematics Education*, AAAS Press, Washington DC.

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Watts, M., & Bentley, D. (1994). Humanizing and feminizing school science: reviving anthropomorphic and animistic thinking in constructivist science education. *International Journal of Science Education*, 16(1), 83–97.

Yoon, S. A., Elinich, K., Wang, J., Steinmeier, C., & Tucker, S. (2012). Using augmented reality and knowledge-building scaffolds to improve learning in a science museum. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 7(4), 519–541.

Zangori, L., & Forbes, C. T. (2016). Development of an Empirically Based Learning Performances Framework for Third-Grade Students' Model-Based Explanations About Plant Processes. *Science Education*, 100(6), 961–982.

## **Βιβλιογραφία Ελληνόγλωσση**

Γαβαλάς Δ., Κασαπάκης Β., Χατζηδημήτρης Θ. (2015), *Κινητές Τεχνολογίες- Κινητός Ιστός-Κινητές Εφαρμογές στην Πλατφόρμα Android-Επαυξημένη Πραγματικότητα*, Αθήνα:NewTech Pub

Ζόγκα Β. & Οικονομοπούλου Π. (1999), *Οι νοητικές παραστάσεις των παιδιών ηλικίας 10 έως 14 ετών για τη θρέψη των φυτών και τη φωτοσύνθεση*, 75-96.

Κολιόπουλος, Δ. (2001). Σχεδιασμός διδακτικού υλικού για την έννοια της ενέργειας, Στο: Κολιόπουλος, Δ., Κουλαϊδής, Β., Τσατσαρώνη, Α., Χατζηνικήτα, Β., Χρηστίδου, Β. & Ogborn, J. (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Τόμος Β', σ. 367-409)*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Κόκκοτας, Π. (2001). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (4η εκδ.). Αθήνα : Εκδόσεις Γρηγόρης

ΟΟΣΑ (2006). *PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World*. Ανακτήθηκε από: [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)

Πλακίτση, Κ., Σπύρτου, Α., Παπαδοπούλου, Π., Τσαπαρλής, Γ., Καλογιαννάκης, Μ., Μαλανδράκης, Γ., Σούλιος, Ι., Ζουπίδης, Α., Κολιός, Ν., Ριζάκη, Α., Σταμούλης, Ε., (2014). Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών για την Υποχρεωτική Εκπαίδευση – Προτεινόμενο Εκπαιδευτικό Υλικό. Στο Χ. Σκουμπορδή, Μ. Σκουμιός (Επιμ.), *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»*, 17-18 Οκτωβρίου 2014 (σ.137-151). Ρόδος

Σκουμιός, Μ. & Σκουμπορδή, Χ. (2014). Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες. Στο Χ. Σκουμπορδή, Μ. Σκουμιός (Επιμ.), *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»*, 17-18 Οκτωβρίου 2014 (σ.14-38). Ρόδος

Σκουμιός Μ. & Χατζηνικήτα Β. (2014), Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση, τ.3, 9-19.

Σκουμιός, Μ. & Μητακίδη, Β. (2016). Η επίδραση ενός εκπαιδευτικού υλικού για το πεπτικό σύστημα στις αντιλήψεις παιδιών προσχολικής ηλικίας, Στο Χ. Σκουμπουρδή, Μ. Σκουμιός (Επιμ.), 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Το εκπαιδευτικό υλικό στα Μαθηματικά και το εκπαιδευτικό υλικό στις Φυσικές Επιστήμες: μοναχικές πορείες ή αλληλεπιδράσεις;», 541-556. Ρόδος

Σκουμιός Μ. & Ανθούλα Χ. (2018). Βελτιώνοντας το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Β΄ τάξης του Γυμνασίου στις Φυσικές Επιστήμες, Στο Χ. Σκουμπουρδή, Μ. Σκουμιός (Επιμ.), 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Το εκπαιδευτικό υλικό στα Μαθηματικά και το εκπαιδευτικό υλικό στις Φυσικές Επιστήμες: μοναχικές πορείες ή αλληλεπιδράσεις;», 521-530. Ρόδος

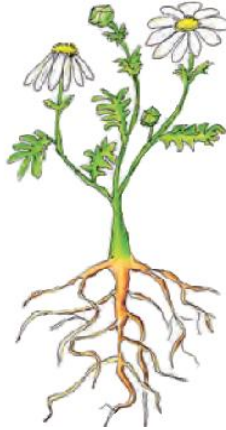
Χατζηνικήτα Β., Κουλαϊδής Β. & Ζόγκα Β. (1999), Αντιλήψεις μαθητών ( 5 έως 7 χρονών ) για τη θρέψη και την ανάπτυξη των φυτών, 209-227.

Χατζηνικήτα, Β. και Χρηστίδου, Β. (2001α). Σημασία της έρευνας σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών. Στο: J. Bliss, G. Cooper, Δ. Κολιόπουλος, Β. Κουλαϊδής, Κ. Ραβάνης, J. Solomon, Α. Τσατσαρώνη, Β. Χατζηνικήτα, Β. Χρηστίδου. (Επιμ.). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Α (σελ. 51-74). Πάτρα: ΕΑΠ.

## Παραρτήματα

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Δραστηριότητα 1.1:



Τι χρειάζεται ένα φυτό για να αναπτυχθεί;

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

Κατασκευάστε ένα σχέδιο που να δείχνει τα μέρη ενός φυτού και όλα όσα χρειάζεται για να αναπτυχθεί.

A large, empty rectangular box with a double green border, intended for the student to draw a diagram of a plant and its requirements for growth.



Παρουσίασε στην ομάδα σου το σχέδιο που κατασκεύασες.

Υπάρχουν ομοιότητες και διαφορές ανάμεσα στα σχέδια που έχετε φτιάξει; Αν ναι ποιες είναι αυτές;

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

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου για τη άποψη που έχεις προτείνει.

Παρουσίασε στους συμμαθητές σου τους λόγους για τους οποίους υποστηρίζεις τη δική σου άποψη.

Μετά τη συζήτηση που έκανες με τους συμμαθητές σου υποστηρίζεις ακόμα αυτό που είχες προτείνει; Γιατί;

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



Ομαδοποιήστε τα σχέδια ή τις απόψεις της ομάδας και παρουσιάστε τα στην τάξη.

Σαν ομάδα καταλήξαμε στα παρακάτω ερωτήματα:

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

## Δραστηριότητα 1.2

Δύο παιδιά έχουν φασόλια και θέλουν να τα φυτέψουν στις γλάστρες. Ο Κώστας πιστεύει ότι δεν είναι απαραίτητο να ρίξουν νερό στο φασόλι που θα φυτέψουν. Ο Πέτρος πιστεύει ότι το νερό είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη του φασολιού. Επίσης, λέει ότι αν γίνει αυτό που πιστεύει ο Κώστας το φασόλι δεν θα αναπτυχθεί. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα. Όμως, χρειάζονται τη βοήθειά σας για να οργανώσουν την έρευνα.

- ❖ Ποιο ερώτημα έχουν να ερευνήσουν;

..... είναι απαραίτητο .....

- ❖ Ποια είναι η δική σου απάντηση στο παραπάνω ερώτημα;

.....  
.....

Στην έρευνα που θα κάνουν, τι θα αλλάξουν, τι θα κρατήσουν ίδιο και τι θα μετρήσουν;

- ❖ Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα.

Τι αλλάζω;	Τι κρατάω σταθερά;	Τι μετράω;

- ❖ Τι θα χρειαστούν για την έρευνα που θα κάνουν;

Υλικά	Όργανα Μέτρησης

❖ Τι θα κάνουν;

Βήμα 1: .....

Βήμα 2:  
.....  
.....

**Κάνε και εσύ την έρευνα αυτή και συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:**

**Πίνακας 1**

	.....	.....
1η μέρα		
2η μέρα		
3η μέρα		
4η μέρα		
5η μέρα		
6η μέρα		
7η μέρα		

❖ Τι διαπίστωσης από την έρευνα που έκανες;

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

❖ Αυτό που διαπίστωσης ήταν αυτό που περίμενες;

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



- ❖ Τι δυσκολίες συνάντησες σε αυτή την έρευνα;

.....  
.....

- ❖ Κατασκεύασε ξανά ένα σχέδιο που να δείχνει τα μέρη ενός φυτού και όλα όσα χρειάζεται για να αναπτυχθεί.



### **Δραστηριότητα 1.3**

Δύο παιδιά θέλουν να φυτέψουν φασόλια στις γλάστρες. Η Μαρία πιστεύει ότι τα φυτά δεν πρέπει να είναι στον ήλιο καθώς δεν είναι απαραίτητο το φως για την ανάπτυξη του φυτού, γι'αυτό πρέπει να τοποθετήσουν τις γλάστρες σε ένα μέρος που να μην έχει ήλιο. Ο Θανάσης διαφωνεί και υποστηρίζει ότι ο ήλιος είναι απαραίτητος για να αναπτυχθεί ένα φυτό σωστά. Επειδή διαφωνούν, αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα. Όμως, χρειάζονται τη βοήθειά σας για να οργανώσουν αυτή την έρευνα.

- ❖ Ποιο ερώτημα έχουν να ερευνήσουν;

..... είναι απαραίτητο.....;

- ❖ Ποια είναι η δική σου απάντηση στο παραπάνω ερώτημα;

.....  
.....

Στην έρευνα που θα κάνουν, τι θα αλλάξουν, τι θα κρατήσουν ίδιο και τι θα μετρήσουν;

- ❖ Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα.

Τι αλλάζω;	Τι κρατάω σταθερά;	Τι μετρώ;

- ❖ Τι θα χρειαστούν για την έρευνα που θα κάνουν;

Υλικά	Όργανα Μέτρησης

- ❖ Τι θα κάνουν;

Βήμα 1:

.....

Βήμα 2:

.....

.....

Κάνε και εσύ την έρευνα αυτή και συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2

	.....	.....
1η μέρα		
2η μέρα		
3η μέρα		
4η μέρα		
5η μέρα		
6η μέρα		
7η μέρα		

❖ Τι διαπίστωσης από την έρευνα που έκανες;

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

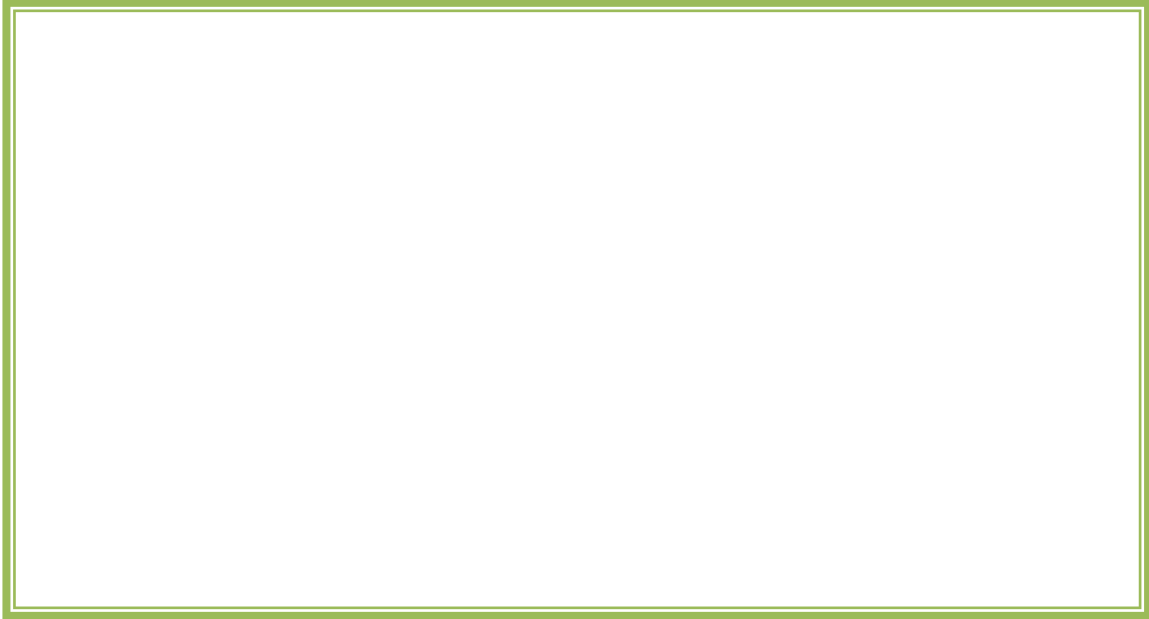
❖ Αυτό που διαπίστωσης ήταν αυτό που περίμενες;

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

❖ Τι δυσκολίες συνάντησες σε αυτή την έρευνα;

.....  
.....

❖ Κατασκεύασε ξανά ένα σχέδιο που να δείχνει τα μέρη ενός φυτού και όλα όσα χρειάζεται για να αναπτυχθεί.



#### **Δραστηριότητα 1.4**

Δύο παιδιά έχουν φασόλια και θέλουν να τα φυτέψουν στις γλάστρες. Όμως, πρόσεξαν ότι δεν έχουν χώμα. Ο Παναγιώτης είπε ότι είναι απαραίτητο να βρουν χώμα γιατί θεωρεί ότι είναι αναγκαίο για την ανάπτυξη των φασολιών. Ο Φάνης πιστεύει ότι δεν πρέπει να ανησυχούν και ότι μπορούν να το αντικαταστήσουν με βαμβάκι. Για να εξετάσουν αν το χώμα είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των φασολιών αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα. Όμως, χρειάζονται τη βοήθειά σας για να οργανώσουν αυτή την έρευνα.

- ❖ Ποιο ερώτημα έχουν να ερευνήσουν;

..... είναι απαραίτητο.....;

- ❖ Ποια είναι η δική σου απάντηση στο παραπάνω ερώτημα;

.....  
.....

Στην έρευνα που θα κάνουν, τι θα αλλάξουν, τι θα κρατήσουν ίδιο και τι θα μετρήσουν;

- ❖ Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα.

Τι αλλάζω;	Τι κρατάω σταθερά;	Τι μετρώ;

- ❖ Τι θα χρειαστούν για την έρευνα που θα κάνουν;

Υλικά	Όργανα Μέτρησης

- ❖ Τι θα κάνουν;

Βήμα 1:

.....

Βήμα 2:

.....

.....

Κάνε και εσύ την έρευνα αυτή και συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3

	.....	.....
1η μέρα		
2η μέρα		
3η μέρα		
4η μέρα		
5η μέρα		
6η μέρα		
7η μέρα		

❖ Τι διαπίστωσης από την έρευνα που έκανες;

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

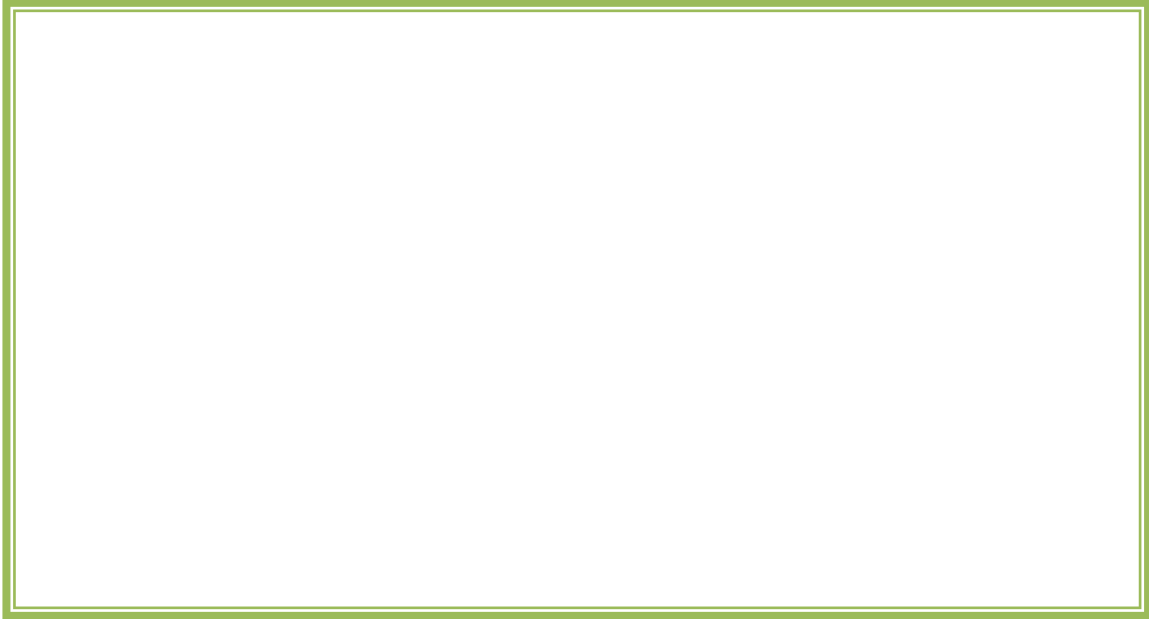
❖ Αυτό που διαπίστωσης ήταν αυτό που περίμενες;

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

❖ Τι δυσκολίες συνάντησες σε αυτή την έρευνα;

.....  
.....

❖ Κατασκεύασε ξανά ένα σχέδιο που να δείχνει τα μέρη ενός φυτού και όλα όσα χρειάζεται για να αναπτυχθεί.



### Δραστηριότητα 1.5

Δύο παιδιά έχουν φασόλια και θέλουν να τα φυτέψουν στις γλάστρες. Ο Δημήτρης πιστεύει ότι αν σκεπάσουν τη γλάστρα με μια διαφανή μεμβράνη, το φασόλι θα αναπτυχθεί πιο γρήγορα. Η Γεωργία πιστεύει ότι η γλάστρα δεν πρέπει να καλυφθεί για να παίρνει το φυτό αέρα και έτσι θα αναπτυχθεί. Επίσης, λέει ότι αν γίνει αυτό που πιστεύει ο Δημήτρης το φασόλι δεν θα αναπτυχθεί. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα. Όμως, χρειάζονται τη βοήθειά σας για να οργανώσουν την έρευνα.

- ❖ Ποιο ερώτημα έχουν να ερευνήσουν;

..... είναι απαραίτητο.....;

- ❖ Ποια είναι η δική σου απάντηση στο παραπάνω ερώτημα;

.....  
.....

Στην έρευνα που θα κάνουν, τι θα αλλάξουν, τι θα κρατήσουν ίδιο και τι θα μετρήσουν;

- ❖ Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα.

Τι αλλάζω;	Τι κρατάω σταθερά;	Τι μετρώ;

❖ Τι θα χρειαστούν για την έρευνα που θα κάνουν;

Υλικά	Όργανα Μέτρησης

❖ Τι θα κάνουν;

Βήμα 1:

.....

Βήμα 2:

.....  
.....

**Κάνε και εσύ την έρευνα αυτή και συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:**

	.....	.....
1η μέρα		
2η μέρα		
3η μέρα		
4η μέρα		
5η μέρα		
6η μέρα		
7η μέρα		



❖ Τι διαπίστωσης από την έρευνα που έκανες;

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

❖ Αυτό που διαπίστωσης ήταν αυτό που περίμενες;

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

❖ Τι δυσκολίες συνάντησες σε αυτή την έρευνα;

.....  
.....

❖ Κατασκεύασε ξανά ένα σχέδιο που να δείχνει τα μέρη ενός φυτού και όλα όσα χρειάζεται για να αναπτυχθεί.



## Δραστηριότητα 1.6

Λαμβάνοντας υπόψη σου το συμπέρασμα της έρευνας απάντησε ξανά στα ερευνητικά ερωτήματα.

### Ερώτημα 1

- ❖ Το νερό είναι απαραίτητο στοιχείο για την θρέψη των φυτών;

Όταν γράφεις την απάντησή σου, μην ξεχάσεις να την αιτιολογήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Πώς γράφω επιχειρήματα

Ένα επιχειρήμα αποτελείται από 3 μέρη:

- Ισχυρισμός: Μία πρόταση που απαντά σε μία ερώτηση ή ένα πρόβλημα.
- Αποδεικτικά στοιχεία: Δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό.
- Συλλογισμός: Συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό και αιτιολογεί τον τρόπο που τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό συνήθως χρησιμοποιώντας μια επιστημονική αρχή (ένα νόμο).

*Ας δούμε λοιπόν πως θα γράφαμε ξανά ένα επιχειρήμα για την ερώτηση 1.*

Ισχυρισμός

Αποδεικτικά στοιχεία

Συλλογισμός

## Ερώτημα 2

**Ο ήλιος είναι απαραίτητο στοιχείο για την θρέψη των φυτών;**

*Για να απαντήσεις γράψε ένα ισχυρισμό που απαντά στο ερώτημα, γράψε αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό και τέλος γράψε ένα συλλογισμό που να συνδέει ένα ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία.*

Ισχυρισμός

Αποδεικτικά στοιχεία

Συλλογισμός

Τώρα αξιολόγησε το επιχειρήμα σου συμπληρώνοντας τον πιο κάτω πίνακα.

Ερώτηση	Ναι	Όχι
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό;		
Στον ισχυρισμό σου έχεις αναφέρει ότι ο ήλιος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη του φυτού;		
Έχεις γράψει αποδεικτικά στοιχεία (δεδομένα) που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις χρησιμοποιήσει ως αποδεικτικά στοιχεία αυτά που υπάρχουν στον Πίνακα 2 της δραστηριότητας 1.3;		
Έχεις γράψει έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;		
Στο συλλογισμό σου έχεις συνδέσει τα αποδεικτικά στοιχεία του Πίνακα 1 της Δραστηριότητας 1.3. με τον ισχυρισμό;		
Στο συλλογισμό έχεις αναφέρει ότι αφού το φυτό μεγάλωσε περισσότερο όταν είχε ήλιο, άρα ο ήλιος είναι αναγκαίος για την ανάπτυξη του φυτού.		

Γράψε παρακάτω ξανά ένα βελτιωμένο επιχειρήμα για την ερώτηση 2.

**Ισχυρισμός**

- Ο ήλιος είναι απαραίτητος για .....

**Αποδεικτικά στοιχεία**

- Τα στοιχεία που υποστηρίζουν ..... είναι .....

**Συλλογισμός**

- Επειδή ..... πιστεύω ότι .....

### Ερώτημα 3

Το χώμα είναι απαραίτητο στοιχείο για την θρέψη των φυτών;

Ισχυρισμός

Αποδεικτικά στοιχεία

Συλλογισμός

Τώρα αξιολόγησε την εξήγησή σου συμπληρώνοντας τον πιο κάτω πίνακα.

Ερώτηση	Ναι	Όχι
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό;		
Στον ισχυρισμό σου έχεις αναφέρει ότι το χώμα είναι απαραίτητο την ανάπτυξη του φυτού;		
Έχεις γράψει αποδεικτικά στοιχεία;		
Έχεις χρησιμοποιήσει ως αποδεικτικά στοιχεία αυτά που υπάρχουν στον Πίνακα 3 της δραστηριότητας 1.4;		
Έχεις γράψει έναν συλλογισμό;		

Στο συλλογισμό σου έχεις συνδέσει τα αποδεικτικά στοιχεία του Πίνακα 3 της Δραστηριότητας 1.4. με τον ισχυρισμό:		
Στο συλλογισμό έχεις αναφέρει ότι αφού το φυτό μεγάλωσε περισσότερο όταν είχε χώμα, άρα το χώμα είναι αναγκαίος για την ανάπτυξη του φυτού.		

### Ισχυρισμός

- Το χώμα είναι απαραίτητο για.....

### Αποδεικτικά στοιχεία

- Τα στοιχεία που υποστηρίζουν ..... είναι .....

### Συλλογισμός

- Επειδή ..... πιστεύω ότι .....

#### Ερώτημα 4

Ο αέρας είναι απαραίτητο στοιχείο για την θρέψη των φυτών;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Τώρα αξιολόγησε την εξήγησή σου συμπληρώνοντας τον πιο κάτω πίνακα.

Ερώτηση	Ναι	Όχι
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό;		
Στον ισχυρισμό σου έχεις αναφέρει ότι ο αέρας είναι απαραίτητο την ανάπτυξη του φυτού;		
Έχεις γράψει αποδεικτικά στοιχεία;		
Στο συλλογισμό σου έχεις συνδέσει τα αποδεικτικά στοιχεία του Πίνακα 4 της Δραστηριότητας 1.5. με τον ισχυρισμό;		
Έχεις γράψει έναν συλλογισμό;		
Στο συλλογισμό σου έχεις συνδέσει τα αποδεικτικά στοιχεία του Πίνακα 4 της Δραστηριότητας 1.5. με τον ισχυρισμό;		
Στο συλλογισμό έχεις αναφέρει ότι αφού το φυτό μεγάλωσε περισσότερο όταν έχει αέρα, άρα ο αέρας είναι απαραίτητο την ανάπτυξη του φυτού.		

### Ισχυρισμός

- Τείνει απαραίτητος για

.....

### Αποδεικτικά στοιχεία

- Τα στοιχεία που υποστηρίζουν ..... είναι .....

### Συλλογισμός

- Επειδή ..... πιστεύω ότι

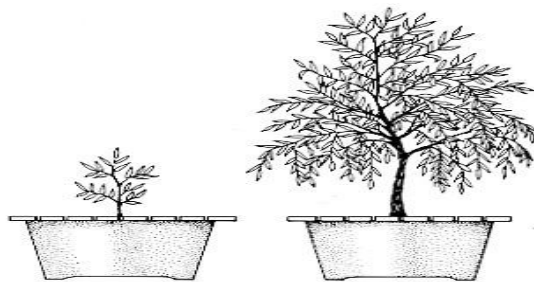
.....

### Δραστηριότητα 1.7

Τρεις ομάδες μαθητών φύτεψαν ένα φυτό που ζύγιζε 100γρ. σε μια γλάστρα γεμάτη με 1000γρ χώμα χωρίς υγρασία(χωρίς νερό).Το άφησαν να μεγαλώσει για έξι εβδομάδες τοποθετώντας το σε σημείο όπου είχε ήλιο και αέρα και ποτίζοντας το κάθε μέρα. Όταν πέρασαν έξι εβδομάδες, έβγαλαν προσεκτικά το φυτό από τη γλάστρα χωρίς να σπάσουν τις ρίζες και το ζύγισαν. Το φυτό ζύγιζε 230 γραμμάρια, δηλαδή 130 γραμμάρια περισσότερο. Τότε ρώτησε η δασκάλα πόσο πίστευαν ότι θα ζυγίσει το χώμα χωρίς υγρασία. Η μία ομάδα απάντησε ότι το βάρος του χώματος θα έχει αυξηθεί. Η δεύτερη ομάδα είπε ότι θα είναι λιγότερο το βάρος του χώματος, ενώ η τρίτη ομάδα διαφώνησε και με τις δύο και υποστήριξε ότι το βάρος του χώματος παρέμεινε το ίδιο.

- Ποια ομάδα είχε δίκιο και γιατί;  
Όταν γράφεις την απάντησή σου να έχεις ένα ισχυρισμό που απαντά στο ερώτημα, αποδεικτικά στοιχεία που να υποστηρίζουν τον ισχυρισμό και ένα συλλογισμό που να συνδέει ένα ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία.

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



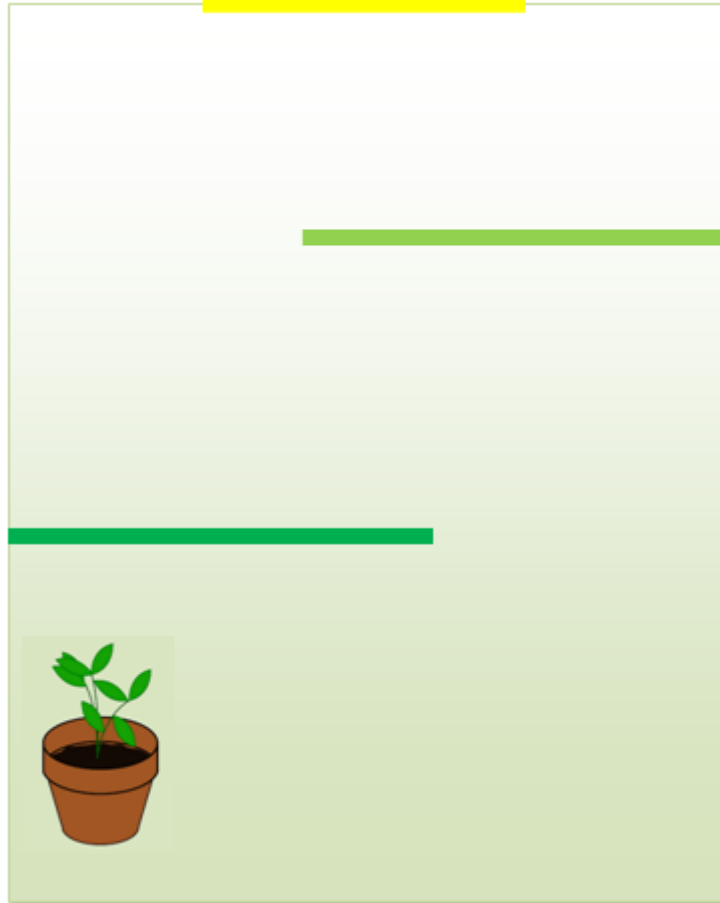
### Δραστηριότητα 1.8

Οι μαθητές αποφάσισαν να κάνουν ένα πείραμα. Με το πείραμα αυτό οι μαθητές ήθελαν να ελέγξουν αν το φυτό θα αναπτυχθεί και με ποιο τρόπο. Πήραν ένα κουτί και έφτιαξαν έναν λαβύρινθο όπως το παρακάτω σχήμα. Στη πάνω πλευρά τα παιδιά έκαναν μια τρύπα και στη κάτω έβαλαν το φυτό. Το φυτό είχε και νερό και ανέπνεε μέσα στο κουτί. Ο Γιάννης υποστήριξε ότι το φυτό θα έμενε το ίδιο. Ο Σταύρος θεωρούσε ότι το φυτό όσο μεγάλωνε θα στρεφόταν προς το φως ενώ ο Σωτήρης ισχυρίστηκε ότι το φυτό θα μεγάλωνε κάθετα προς τα πάνω. Ποια είναι η δική σου άποψη.

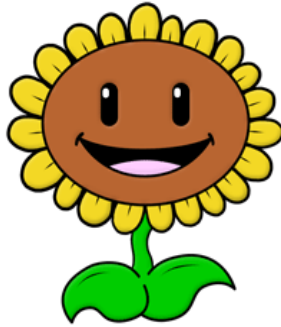
- Κατασκεύασε ένα σχέδιο, που να αναπαριστά την άποψη σου.
- Στη συνέχεια γράψε το επιχείρημά σου.



Όταν γράφεις την απάντησή σου να έχεις ένα ισχυρισμό που απαντά στο ερώτημα, αποδεικτικά στοιχεία που να υποστηρίζουν τον ισχυρισμό και ένα συλλογισμό που να συνδέει ένα ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία.



## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ



### Δραστηριότητα 1.9:

Δες ξανά το αρχικό σχέδιο που αναπαριστούσε τα μέρη ενός φυτού και όλα όσα χρειάζεται για να αναπτυχθεί.

Συμφωνείς ή όχι με το σχέδιο που έκανες στην αρχή;

.....

Τι ήταν εκείνο που πίστευες σχετικά με τη θρέψη των φυτών και είχες κάνει εκείνο το αρχικό σχέδιο;

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

Αν δεν συμφωνείς με το αρχικό σου σχέδιο, κατασκευάστε ένα σχέδιο που να δείχνει τα μέρη ενός φυτού και όλα όσα χρειάζεται για να αναπτυχθεί.

