



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

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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

από την

ΓΡΗΓΟΡΑΤΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ

(Α.Μ. 4282016004)

ΘΕΜΑ:

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΥΚΛΟ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ»**

ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΜΙΧΑΗΛ ΣΚΟΥΜΙΟΣ	ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Π.Τ.Δ.Ε.	ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΧΡΥΣΑΝΘΗ ΣΚΟΥΜΠΟΥΡΑΗ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ.	ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	ΜΕΛΟΣ
ΒΑΣΙΛΗΣ ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ.	ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	ΜΕΛΟΣ

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.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Διδακτική των Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» του τμήματος της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σκουμιού Μιχαήλ.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σκουμιό Μιχαήλ, επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, για την υπομονή, την ενθάρρυνση και για τη σωστή καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Η επιστημονική του κατάρτιση ήταν ο οδηγός μου για ασφαλή βήματα στην πορεία της επιστημονικής μου έρευνας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια κ. Σκουμπουρδή Χρυσάνθη και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Παπαβασιλείου Βασίλη, μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, για τις καίριες παρατηρήσεις τους.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και στους Καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών για τις επιστημονικές παιδαγωγικές γνώσεις που μας πρόσφεραν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ και σε όλους όσους, άμεσα ή έμμεσα, βοήθησαν ώστε να ολοκληρωθεί η εργασία καθώς και στους μαθητές που συμμετείχαν σε αυτήν. Παρά τον αρχικό τους δισταγμό, συνεργάστηκαν, δούλεψαν ομαδικά και έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύζυγό μου Ιωάννη και την κορούλα μου Ελευθερία-Καθολική, για την υπομονή τους και τη συμπαράστασή τους, κατά τη διάρκεια της προσπάθειάς μου για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Η στήριξή τους ήταν η δύναμή μου σε αυτή την προσπάθεια...

*Στην κορούλα μου
Ελευθερία- Καθολική...*

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Κατάλογος Πινάκων.....	8
Περίληψη.....	14
Abstract	15
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	16
1.1.Οριοθέτηση και αναγκαιότητα της εργασίας	16
1.2.Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα	17
1.3. Σημασία της εργασίας.....	18
1.4. Δομή της εργασίας.....	19
1.5. Ανακεφαλαίωση	20
Κεφάλαιο 2° : Θεωρητικό πλαίσιο.....	21
2.1. Εισαγωγή	21
2.2. Αντιλήψεις μαθητών για τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών	21
2.2.1. Η έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών	21
2.2.2. Κοινά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών.....	24
2.3. Η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών.....	25
2.3.1. Βασικές θέσεις της εποικοδομητικής προσέγγισης για τη μάθηση.....	25
2.3.2. Προσωπικός και κοινωνικός εποικοδομητισμός.....	26
2.4. Μάθηση των Φυσικών Επιστημών μέσω επιστημονικών πρακτικών	27
2.4. 1. Οι επιστημονικές πρακτικές και η σημασία τους στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών.....	27
2.4.2. Μάθηση μέσω πρακτικών: το μαθησιακό μοντέλο 5 E.....	29
2.5. Τα επιχειρήματα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες.....	31
2.5.1. Συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών.....	31
2.5.2. Ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών.....	33
2.6. Ανακεφαλαίωση.....	33
Κεφάλαιο 3°: Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών	34
3.1. Εισαγωγή	34
3.2. Ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν αντιλήψεις μαθητών για τον κύκλο του νερού.	34
3.3. Ανασκόπηση ερευνών που αφορούν διδακτικές παρεμβάσεις για τον κύκλο του νερού	46
3.4. Συζήτηση- Πρωτοτυπία της εργασίας	50
3.5. Ανακεφαλαίωση.....	50
Κεφάλαιο 4°: Μεθοδολογία.....	51

4.1. Εισαγωγή	51
4.2. Το δείγμα της έρευνας	51
4.3. Φάσεις της ερευνητικής διαδικασίας.....	51
4.4. Το εκπαιδευτικό υλικό.....	52
4.4.1. Η συγκρότηση του εκπαιδευτικού υλικού.....	52
4.4.2. Οι δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού	61
4.5.Ερευνητικό εργαλείο συλλογής δεδομένων	73
4.5.1. Η επιλογή του ερωτηματολογίου ως μέσο συλλογής δεδομένων	73
4.5.2.Το ερωτηματολόγιο για τη μελέτη των αντιλήψεων και της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για τον κύκλο του νερού	73
4.6.Συλλογή δεδομένων.....	77
4.7.Ανάλυση δεδομένων.....	79
4.8. Ανακεφαλαίωση	98
Κεφάλαιο 5 ^ο : Αποτελέσματα.....	99
5.1. Εισαγωγή	99
5.2. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών για τον κύκλο του νερού.....	99
5.2.1. Οι αντιλήψεις των μαθητών για την εξάτμιση του νερού	100
5.2.2. Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη σύσταση των σύννεφων.....	101
5.2.3. Οι αντιλήψεις των μαθητών για την προέλευση της βροχής.....	103
5.2.4. Οι αντιλήψεις των μαθητών για την πορεία των υπόγειων υδάτων.....	104
5.2.5. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις αντιλήψεις των μαθητών	106
5.3. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στη δομή, στο περιεχόμενο και στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού	107
5.3.1. Δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού	107
5.3.2. Περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού	110
5.3.3. Γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για την εξάτμιση του νερού	112
5.4. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στη δομή, στο περιεχόμενο και στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.....	115
5.4.1. Δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.....	115
5.4.2. Περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.....	118

5.4.3. Γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος	120
5.5. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στη δομή, στο περιεχόμενο και στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού από τα στρώματα του εδάφους	123
5.5.1. Δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους	123
5.5.2. Περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού από τα στρώματα του εδάφους.....	126
5.5.3. Γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους.....	128
5.5.4. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών	131
5.6. Ανακεφαλαίωση.....	138
Κεφάλαιο 6° : Συμπεράσματα.....	139
6.1. Εισαγωγή	139
6.2. Κύρια ευρήματα της έρευνας και σχολιασμός τους	140
6.2.1. Αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού.....	140
6.2.2. Ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για τον κύκλο του νερού .	142
6.3. Περιορισμοί της εργασίας και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	143
6.4. Ανακεφαλαίωση.....	143
ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	144
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	147
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι(ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ)	152
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ(ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Ι).....	161
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ(ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΙ).....	175

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 4.1. Οι φάσεις διδασκαλίας, οι δραστηριότητες και οι Επιστημονικές Πρακτικές διδασκαλίας της ενότητας «Εξάτμιση του νερού».....	53
Πίνακας 4.2. Οι φάσεις διδασκαλίας, οι δραστηριότητες και οι Επιστημονικές Πρακτικές διδασκαλίας της ενότητας «Σύσταση σύννεφων- Προέλευση βροχής- πορεία υπόγειων υδάτων».....	54
Πίνακας 4.3. Ζητήματα προς διερεύνηση και αριθμός ερωτήσεων.....	75
Πίνακας 4.6.1. Διδακτικές ώρες ανά δραστηριότητα στα δύο φύλλα εργασίας.....	78
Πίνακας 4.7.1. Συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και επίπεδα αξιολόγησης ενός γραπτού επιχειρήματος ως προς τη δομή.....	80
Πίνακας 4.7.2. Συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και επίπεδα αξιολόγησης ενός γραπτού επιχειρήματος ως προς το περιεχόμενο.....	81
Πίνακας 4.7.3. Συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και επίπεδα αξιολόγησης ενός γραπτού επιχειρήματος ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά.....	81
Πίνακας 5.1. Συχνότητες και εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την εξάτμιση του νερού πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.....	100
Πίνακας 5.2. Αντιλήψεις μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών, σχετικά με την εξάτμιση του νερού πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	101
Πίνακας 5.3. Συχνότητες και εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για τη σύσταση των σύννεφων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.....	102
Πίνακας 5.4. Αντιλήψεις μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών, σχετικά με τη σύσταση των σύννεφων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	103
Πίνακας 5.5. Συχνότητες και εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την προέλευση της βροχής, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.....	103
Πίνακας 5.6. Αντιλήψεις μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών, σχετικά με την προέλευση της βροχής, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	104

Πίνακας 5.7. Συχνότητες και εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την πορεία των υπόγειων υδάτων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.....	105
Πίνακας 5.8. Αντιλήψεις μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών, σχετικά με την πορεία των υπόγειων υδάτων, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	106
Πίνακας 5.9. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις αντιλήψεις των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	106
Πίνακας 5.10. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	108
Πίνακας 5.11. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	108
Πίνακας 5.12. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	109
Πίνακας 5.13. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	110
Πίνακας 5.14. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	111
Πίνακας 5.15. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	112
Πίνακας 5.16. Τα επίπεδα που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα στη συγκρότηση προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	113

Πίνακας 5.17. Τα επίπεδα που αφορούν στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	113
Πίνακας 5.18. Τα επίπεδα που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	114
Πίνακας 5.19. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	116
Πίνακας 5.20. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	116
Πίνακας 5.21. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	117
Πίνακας 5.22. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	118
Πίνακας 5.23. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	119
Πίνακας 5.24. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	120

Πίνακας 5.25. Τα επίπεδα που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα στη συγκρότηση προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	121
Πίνακας 5.26. Τα επίπεδα που αφορούν στη χρήση του λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	121
Πίνακας 5.27. Τα επίπεδα που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	122
Πίνακας 5.28. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	124
Πίνακας 5.29. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	124
Πίνακας 5.30. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	125
Πίνακας 5.31. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	126
Πίνακας 5.32. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	127

Πίνακας 5.33. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	128
Πίνακας 5.34. Τα επίπεδα που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	129
Πίνακας 5.35. Τα επίπεδα που αφορούν στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	129
Πίνακας 5.36. Τα επίπεδα που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	130
Πίνακας 5.37. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν την επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	131
Πίνακας 5.38. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	132
Πίνακας 5.39. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	133
Πίνακας 5.40. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	133
Πίνακας 5.41. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....	134

Πίνακας 5.42. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....135

Πίνακας 5.43. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....136

Πίνακας 5.44. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....137

Πίνακας 5.45. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.....137

Περίληψη

Η αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών και η συγκρότηση τεκμηριωμένων επιχειρημάτων από τους μαθητές αποτελούν βασικούς στόχους της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Όμως, η έρευνα που διερευνά τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού και στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών είναι περιορισμένη. Η παρούσα εργασία μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση επιστημονικών πρακτικών για τον κύκλο του νερού, στις αντιλήψεις και στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης του δημοτικού σχολείου. Συγκροτήθηκε εκπαιδευτικό υλικό που βασίστηκε στο μαθησιακό μοντέλο 5 E με χρήση επιστημονικών πρακτικών το οποίο εφαρμόστηκε σε 36 μαθητές της Δ' τάξης, του δημοτικού σχολείου. Το μέσο συλλογής των δεδομένων της έρευνας αποτέλεσε το γραπτό ερωτηματολόγιο το οποίο συγκροτήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από τους μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι γραπτές απαντήσεις των μαθητών (επιχειρήματα μαθητών). Η ανάλυση των επιχειρημάτων των μαθητών πραγματοποιήθηκε με κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων που αξιολογούν τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων. Προέκυψε ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση περισσότεροι μαθητές είχαν εναλλακτικές αντιλήψεις για τον κύκλο του νερού, μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές παρουσίαζαν αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι μέσω της διδακτικής παρέμβασης βελτιώθηκαν σημαντικά η δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

Λέξεις- κλειδιά

Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού, επιστημονικές πρακτικές, ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών, κύκλος του νερού

Abstract

Changing students conceptions and setting up substantiated arguments is one of the main goals of Science Education. However, the research that studies the contribution of didactic interventions the conceptions of students for the water cycle and the quality of students arguments is limited. This survey aims the contribution of the teaching intervention based on integrated instructional materials using scientific practices about the water cycle, for the perceptions and the quality of written arguments of 4th graders' students in elementary school. The instructional material based on the 5E learning model, using scientific practices applied to 36 students of elementary school. The collecting data was a questionnaire which set up for the purpose of this study. The questionnaire was completed by students before and after the didactic intervention. The survey data was the written answers of the students (students' argument). Students' arguments were analyzed using graded scale criteria that assess the structure, content and language characteristics of the arguments. It emerged that while before the didactic intervention, more students had alternative conceptions about the water cycle, after the didactic intervention, most pupils presented conceptions of the direction of school knowledge. It was also found that through the didactic intervention, the structure, content and language characteristics of students' written arguments were greatly improved.

Keywords

Development of instructional material, scientific practices, quality of students' arguments, water cycle.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1.Οριοθέτηση και αναγκαιότητα της εργασίας

Η παρούσα εργασία συντελείται στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος σπουδών με τίτλο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και Επικοινωνίας στην εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση». Εντάσσεται στο ευρύτερο σώμα ερευνών που μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που αναπτύσσουν οι μαθητές. Ειδικότερα η εργασία μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση επιστημονικών πρακτικών για τον κύκλο του νερού στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού.

Η συγκρότηση τεκμηριωμένων επιχειρημάτων είναι αναγκαία όχι μόνο για αυτούς που σκοπεύουν να ασχοληθούν ενεργά με ένα επιστημονικό πεδίο αλλά και για όλους τους πολίτες. Οι πολίτες είναι αναγκαίο να αξιολογούν επιχειρήματα που τους παρουσιάζονται μέσα από τα ΜΜΕ και χρειάζεται να έχουν αναπτύξει την ικανότητα να παράγουν επιχειρήματα που υποστηρίζονται από αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς (Krajcik & McNeill, 2009).

Ο κύκλος του νερού επιλέχθηκε ως θέμα της εργασίας για τους παρακάτω κυρίως λόγους. Αρχικά ο κύκλος του νερού σχετίζεται με την καθημερινότητα των μαθητών. Καθημερινά, οι μαθητές παρατηρούν φαινόμενα που σχετίζονται με την εξάτμιση ή τη συμπύκνωση του νερού(σύννεφα, βροχή, χαλάζι). Παρατηρώντας τα φυσικά φαινόμενα προσπαθούν να δώσουν εξηγήσεις στηριζόμενοι στις εμπειρίες τους. Οι παράγοντες που διαμορφώνουν τις αντιλήψεις των μαθητών είναι το ευρύτερο οικογενειακό περιβάλλον, το τεχνολογικό περιβάλλον, το φυσικό και σχολικό περιβάλλον (Καρανίκας, 1996). Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν πως οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών αποτελούν νοητικές κατασκευές τις οποίες χρησιμοποιούν οι μαθητές για να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα (Gilbert, Osborne & Fensham, 1982). Παράλληλα, ο κύκλος του νερού υπάρχει στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών του Δημοτικού. Εμπεριέχεται στην ύλη των μαθημάτων του Δημοτικού όπως της Μελέτης Περιβάλλοντος (βιβλίο μαθητή και τετράδιο εργασιών) στη Β' και Δ' Δημοτικού, της Γλώσσας (Βιβλίο μαθητή και τετράδιο εργασιών) στη Β' και Δ' Δημοτικού καθώς της Φυσικής (Βιβλίο μαθητή) στην Ε' τάξη του Δημοτικού.

Έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες που μελετούν τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τον κύκλο του νερού (Piaget, 1930; Driver, 1998; Savva, 2014; Bar & Travis, 1991; Bar, 1989; Taiwo, 1999; Z'arour, 1976;Villarroel & Ros ,2013; Assaraf & Orion & Alamour, 2012). Ειδικότερα, έχουν διερευνηθεί οι αντιλήψεις των μαθητών για τη δημιουργία των σύννεφων

και της βροχής, για φαινόμενα όπως της εξάτμισης ή της συμπύκνωσης. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν εργαλεία όπως συνεντεύξεις, σχέδια μαθητών και ερωτηματολόγια. Από τις έρευνες προέκυψε το συμπέρασμα πως τα περισσότερα παιδιά προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα παραπάνω φαινόμενα με βάση τις προσωπικές τους εμπειρίες. Οι ερμηνείες που δίνουν διαφέρουν από την επιστημονική γνώση. Παρά τον μεγάλο αριθμό ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού, περιορισμένες είναι οι έρευνες που αφορούν διδακτικές παρεμβάσεις με επιστημονικές πρακτικές (Forbes & Vo, 2015; Vo & Forbes & Zangori & Schwarz, 2015). Οι έρευνες εστιάζουν στις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τον κύκλο του νερού και δεν εστιάζουν στη μελέτη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών. Ένας από τους λόγους που οι μαθητές δυσκολεύονται στην συγκρότηση ποιοτικών εξηγήσεων είναι γιατί στην προσπάθειά τους να συγκροτήσουν κάποιο επιχείρημα υποστηρίζονται σπάνια από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Newton, Driver, Osborne, 1999).

Προκύπτει λοιπόν ότι απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τον κύκλο του νερού στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών. Συνεπώς, αναδύεται η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας έρευνας προς αυτή την κατεύθυνση. Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι διερευνά την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού για τον κύκλο του νερού και πώς αυτά τα επιχειρήματα μεταβάλλονται μετά από διδακτική παρέμβαση που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με τη χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

1.2. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στην ανάπτυξη και την αξιολόγηση ενός «ενοποιημένου» εκπαιδευτικού υλικού για τον κύκλο του νερού.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών για τον κύκλο του νερού, στις αντιλήψεις και την **ποιότητα** των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού.

Συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας είναι τα ακόλουθα:

Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών για τον κύκλο του νερού, στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού;

Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών για τον κύκλο του νερού, στην **δομή** των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ΄ τάξης του Δημοτικού;

Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών για τον κύκλο του νερού, στο **περιεχόμενο** των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ΄ τάξης του Δημοτικού;

Ερευνητικό ερώτημα 4: Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών για τον κύκλο του νερού, στα **γλωσσικά χαρακτηριστικά** των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ΄ τάξης του Δημοτικού;

1.3. Σημασία της εργασίας

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν σε δύο επίπεδα: σε επίπεδο ερευνητικής δραστηριότητας και σε επίπεδο διδακτικής πράξης.

Σε επίπεδο *ερευνητικής δραστηριότητας*, τα συμπεράσματα – αποτελέσματα της εργασίας αναμένεται ν' αξιοποιηθούν στην εκπαιδευτική έρευνα, γιατί θα συμβάλλουν:

- Στην αξιολόγηση της εξέλιξης της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται σε πρακτικές των Φυσικών Επιστημών.
- Στη μελέτη των λόγων που θεμελιώνουν τη χαμηλή ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά τους.
- Στη μελέτη των λόγων που θεμελιώνουν τη βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά τους μέσω διδακτικών παρεμβάσεων.

Σε επίπεδο *διδακτικής πράξης*, τα αποτελέσματα της εργασίας θα συμβάλλουν:

- Στη συστηματική αξιολόγηση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών από τον εκπαιδευτικό μέσω των εργαλείων που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα εργασία.
- Στον προσδιορισμό των στοιχείων των διδακτικών παρεμβάσεων που μπορούν να οδηγήσουν στη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών.
- Στη παροχή προς τους εκπαιδευτικούς υλικού που μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να βελτιώσουν την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών τους.

1.4. Δομή της εργασίας

Η παρούσα εργασία είναι χωρισμένη σε 6 κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται η οριοθέτηση και η αναγκαιότητα της εργασίας. Παρουσιάζονται ο σκοπός, τα ερευνητικά ερωτήματα, η σημασία της εργασίας και η δομή της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας. Παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της έρευνας για τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών καθώς και τα γνωρίσματα των αντιλήψεων των μαθητών. Επίσης, παρουσιάζονται βασικές θέσεις της εποικοδομητικής προσέγγισης στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών, της μάθησης των Φυσικών Επιστημών μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται τα συστατικά στοιχεία των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο του κύκλου του νερού καθώς και ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν σε διδακτικές παρεμβάσεις για τον κύκλο του νερού. Στο τρίτο κεφάλαιο τεκμηριώνεται και η πρωτοτυπία της εργασίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας. Περιγράφεται η ερευνητική διαδικασία, το δείγμα των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα, η διδακτική παρέμβαση, τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και ο τρόπος συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας που αφορούν στη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίστηκε σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση επιστημονικών πρακτικών για τον κύκλο του νερού, στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα της έρευνας και εξάγονται τα συμπεράσματα της έρευνας. Επίσης, παρουσιάζονται οι περιορισμοί της και διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Στο τέλος της εργασίας παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές και τα παραρτήματα.

1.5. Ανακεφαλαίωση

Η παρούσα εργασία διερευνά τη συμβολή διδακτικής παρέμβασης που βασίστηκε σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση επιστημονικών πρακτικών για τον κύκλο του νερού, στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού. Τα αποτελέσματα της εργασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε ερευνητικό επίπεδο όσο και σε διδακτικό επίπεδο μέσω της αξιοποίησης του εκπαιδευτικού υλικού που σχεδιάστηκε.

Κεφάλαιο 2^ο : Θεωρητικό πλαίσιο

2.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας που περιλαμβάνει τρεις ενότητες. Στην πρώτη ενότητα γίνεται αναφορά στην έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών γύρω από έννοιες των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.2.). Η δεύτερη ενότητα εστιάζεται στη μάθηση μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.3). Η τρίτη ενότητα αναφέρεται στην επιχειρηματολογία των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (βλ. ενότητα 2.4).

2.2. Αντιλήψεις μαθητών για τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών

Η ενότητα αυτή αποτελείται από τρεις υποενότητες. Στην πρώτη ενότητα γίνεται αναφορά στην έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών (βλ. υπο-ενότητα 2.2.1). Στη δεύτερη υποενότητα (ενότητα 2.2.2.) γίνεται αναφορά στα κοινά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών.

2.2.1. Η έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 και μετά παρατηρήθηκε μια έντονη ερευνητική δραστηριότητα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, η οποία επηρέασε το πλαίσιο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Σύμφωνα με μελέτες κυρίαρχο ρόλο στη μάθηση παίζουν οι αντιλήψεις των μαθητών. Τα παιδιά μέσω των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων καθώς επίσης και μέσα από την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα οικοδομούν αντιλήψεις για το πώς λειτουργεί ο κόσμος. Οι αντιλήψεις των μαθητών για τα φαινόμενα ομαδοποιούνται και συγκροτούν ερμηνευτικά πρότυπα που καταγράφονται συνήθως ως εναλλακτικές ιδέες, ή παρανοήσεις, προϋπάρχουσες ιδέες αυθόρμητες αντιλήψεις, διαισθητικές ιδέες, επιστήμη των παιδιών, αναπαραστάσεις ή ως νοητικά μοντέλα (Κόκκοτας, 2003).

Οι αντιλήψεις των μαθητών έχουν διαχρονική ισχύ ενώ κάποιες από αυτές διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη του μαθητή ή με την επίδραση της διδασκαλίας. Οι αντιλήψεις αυτές είναι επαρκείς για τους μαθητές ενώ επηρεάζονται ελάχιστα από την παραδοσιακή ή την τυπική διδασκαλία(Ψύλλος, 1993). Οι αντιλήψεις αυτές μπορούν να παραμείνουν όχι μόνο μετά το τέλος της διδασκαλίας αλλά και μετά την ενηλικίωση των μαθητών((Viennot, 1979).

Οι αντιλήψεις των μαθητών για τα διάφορα φυσικά φαινόμενα ενσωματώνονται σε εννοιολογικές δομές και παρέχουν μια συνεπή και λογική κατανόηση του κόσμου από τη πλευρά των παιδιών (Osborne & Gilbert, 1980). Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών δεν αποτελούν τα συνηθισμένα λάθη χωρίς σημασία. Αποτελούν νοητικές αναπαραστάσεις και περιγραφικές διατυπώσεις, τις οποίες χρησιμοποιούν τα παιδιά για να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα.

Ως προς τις περιγραφικές διατυπώσεις σημαντικό ρόλο παίζει η γλώσσα. Εκφράσεις που χρησιμοποιούν οι ενήλικες στην καθημερινότητά τους μπορούν να διαμορφώσουν τις ιδέες των παιδιών. Όταν οι μαθητές ακούνε μια επιστημονική πρόταση από τους δασκάλους τους δυσκολεύονται να την ερμηνεύσουν ανάλογα με το περιεχόμενό της (Gilbert, Osborne & Fensham, 1982). Ο δάσκαλος προσπαθεί να μεταδώσει κάποιες ιδέες με λέξεις, σύμβολα, σχήματα ή διαγράμματα. Στην προσπάθεια των μαθητών να τα ερμηνεύσουν όλα αυτά δημιουργούνται παρανοήσεις (Osborne & Freyberg, 1985).

Σύμφωνα με την εποικοδομητική προσέγγιση, μια ουσιαστική μαθησιακή διαδικασία περιλαμβάνει την ερμηνεία των νέων πληροφοριών υπό το πρίσμα των υφιστάμενων αντιλήψεων (Driver & Oldham, 1986). Πολλές από τις αρχικές μας πεποιθήσεις και αντιλήψεις είναι αρκετά διαφορετικές από την αποδεκτή επιστημονική άποψη (Greeno, Collins, Resnick, 1996). Ως εκ τούτου, ένα μεγάλο μέρος των ερευνών της επιστημονικής εκπαίδευσης που έχει πραγματοποιηθεί τις δύο τελευταίες δεκαετίες, επικεντρώθηκε στον εντοπισμό αυτών των "Παρανοήσεων" ή "εναλλακτικών εννοιών". Οι αντιλήψεις είναι ο πρωταρχικός δεσμός που μπορεί να έχει το παιδί με τη νέα γνώση, είναι το προσωπικό μοντέλο για του οποίου την εξέλιξη πρέπει να φροντίσουμε. Δεν μπορούμε να τις αγνοήσουμε για έναν απλό λόγο: αν αγνοήσουμε τις αντιλήψεις αυτές δεν εξαφανίζονται, απλώς απωθούνται (Σκουμιός, 2012).

Τα κυριότερα συμπεράσματα ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών (Driver et al., 1985; Driver et al., 1994) είναι τα εξής:

- Οι μαθητές πριν έρθουν στο σχολείο, έχουν διαμορφώσει αντιλήψεις με βάση τις αισθητηριακές τους εμπειρίες από το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον, για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών διαφέρουν από τις απόψεις της επιστημονικής γνώσης και της σχολικής της εκδοχής.
- Οι αντιλήψεις των μαθητών συχνά αντιστέκονται σε οποιαδήποτε προσπάθεια τροποποίησής τους και τους ακολουθούν μέχρι την ενηλικίωσή τους, ενώ ελάχιστα επηρεάζονται από την παραδοσιακή διδασκαλία και συνήθως το οποιοδήποτε μαθησιακό αποτέλεσμα δεν έχει χρονική διάρκεια.

- Ορισμένες αντιλήψεις που καταγράφονται από την έρευνα φαίνεται να είναι αρκετά διαδεδομένες ανάμεσα στους μαθητές.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις οι μαθητές μπορεί να διατηρούν μετά τη διδασκαλία τόσο την εξήγηση του δασκάλου από τη «σχολική επιστήμη», όσο και τις δικές τους προϋπάρχουσες αντιλήψεις. Είναι δυνατόν επίσης να προκύψει ένα είδος συγχώνευσης ή αλληλεπίδρασης των δύο συστημάτων αντιλήψεων.
- Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των αντιλήψεων των μαθητών παίζει το πολιτιστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο ζουν και κυρίως η γλώσσα μέσω της οποίας επικοινωνούν (Σκουμιός, 2012)

Στο σχολικό πλαίσιο, οι μαθητές κατασκευάζουν οι ίδιοι μια καινούργια γνώση μέσα από μια διαδικασία αλληλεπίδρασης των αρχικών τους αντιλήψεων και του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (Phillips, 2000). Η οικοδόμηση της γνώσης είναι μια δυναμική διαδικασία που απαιτεί την ενεργό συμμετοχή του υποκειμένου και εδράζεται στην αρχική του γνώση σε αντίθεση με τη συμπεριφοριστική και γνωστική θεωρία.

Είναι γενικά αποδεκτό από την εκπαιδευτική κοινότητα της επιστήμης πως τα παιδιά έρχονται στο σχολείο με τη δική τους κατανόηση των διαφόρων επιστημονικών φαινομένων γύρω τους (Henriques, 2002). Καθώς τα παιδιά προσπαθούν να ερμηνεύσουν επιστημονικά φαινόμενα με τις υπάρχουσες γνώσεις τους δημιουργούνται παρανοήσεις (Βοσνιάδου, 1994; Βάρδα, 1989; Taiwo, 1999). Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με τον τρόπο που τα παιδιά βλέπουν τον κόσμο και να βγάλουν νόημα από αυτό, προκειμένου να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τις παρανοήσεις και να αμφισβητήσουν τον τρόπο σκέψης των παιδιών κατάλληλα. Τα ευρήματα ερευνών όπως είναι οι μελέτες του Bar (1989), Za'tour (1976) και Sackes et al. (2010), προσδιορίζουν ότι οι εξηγήσεις των παιδιών γίνονται πιο επιστημονικά ακριβής καθώς μεγαλώνουν.

Σύμφωνα με τη Βοσνιάδου (1994), υπάρχουν δύο είδη της εννοιολογικής αλλαγής:

- **ο εμπλουτισμός**, όταν νέα γεγονότα που συνάδουν με την ήδη υπάρχουσα γνώση του παιδιού προστίθενται στη γνώση του και
- **η αναθεώρηση**, όταν νέα στοιχεία έρχονται σε αντίθεση με ό, τι το παιδί ήδη γνωρίζει και έτσι τα ανακριβή στοιχεία πρέπει να αναθεωρηθούν και να αλλάξουν.

Πολλές έρευνες που έχουν διεξαχθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών προσπάθησαν να αποκαλύψουν τις θεωρίες του νου των παιδιών, δηλαδή να προσδιορίσουν την ικανότητα των παιδιών να αποκρυπτογραφούν αυτό που οι άλλοι άνθρωποι σκέφτονται, γνωρίζουν και πιστεύουν. Για να λύσουν προβλήματα, τα παιδιά συχνά οικοδομούν νοητικά μοντέλα του έργου και του τι χρειάζεται να κάνουν για να το λύσουν (Gentner & Stevens, 1983; Johnson, 1983). Ακόμα και τα μικρά παιδιά σχηματίζουν μοντέλα του πώς λειτουργούν πολύπλοκα

συστήματα. Ο εγκέφαλος δεν είναι ένας παθητικός καταναλωτής πληροφοριών, αλλά εποικοδομεί ενεργά τις δικές του ερμηνείες των πληροφοριών και βγάζει συμπεράσματα από αυτές (Driver & Oldham, 1986). Όπως οι επιστήμονες, έτσι και τα παιδιά συγκεντρώνουν στοιχεία και χτίζουν μοντέλα για να ερμηνεύσουν τα γεγονότα και να κάνουν προβλέψεις. Ο σχηματισμός νοητικών μοντέλων συχνά απαιτεί από τα παιδιά να συμβιάσουν ό, τι τους έχουν πει οι άλλοι άνθρωποι με τις δικές τους εμπειρίες. Τα παιδιά έχουν την τάση να ερμηνεύουν καινούργιες καταστάσεις σύμφωνα με εκείνο που ήδη ξέρουν, ενισχύοντας έτσι τις προηγούμενες αντιλήψεις τους. Οι ιδέες των παιδιών αποτελούν αυτοδύναμα σχήματα που όμως διαφέρουν από το επιστημονικό πρότυπο στο ότι ερμηνεύουν διαφορετικά τα φαινόμενα.

2.2.2. Κοινά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών

Οι εμπειρικές έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών όλων των βαθμίδων, για την ποικιλία θεμάτων της φυσικο-επιστημονικής γνώσης, έχουν δείξει ότι οι αντιλήψεις των μαθητών έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά (Driver et al., 1985; Driver et al., 1994; Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

- **Κυριάρχηση της σκέψης από τα αντιληπτικά δεδομένα.** Όταν οι μαθητές βρίσκονται αντιμέτωποι μ' ένα πρόβλημα, τότε τείνουν να προβαίνουν σε μια «ανάγνωση» της κατάστασης που στηρίζεται αρχικά σε δεδομένα που γίνονται αντιληπτά μέσω των αισθήσεων.
- **Περιορισμένη εστίαση.** Οι μαθητές εμφανίζουν την τάση να επικεντρώνουν την προσοχή τους και να λαμβάνουν υπόψη τους ορισμένες μόνο όψεις των καταστάσεων που μελετούν, αγνοώντας κάποιες άλλες.
- **Εξάρτηση των αντιλήψεων από το πλαίσιο χρήσης τους.** Οι μαθητές συχνά ενεργοποιούν διαφορετικές αντιλήψεις προκειμένου να ερμηνεύσουν καταστάσεις που θεωρούνται ισοδύναμες σύμφωνα με την επιστημονική γνώση. Στο βαθμό που οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται την αναγκαιότητα για συνεπή θεώρηση, διαμορφώνουν για πανομοιότυπες καταστάσεις, διαφορετικά ακόμη κι αντιφατικά μεταξύ τους νοήματα, ανάλογα με το εκάστοτε πλαίσιο των συμφραζόμενων.
- **Έννοιες που δε διαχωρίζονται.** Οι μαθητές συνήθως χρησιμοποιούν αδιακρίτως έννοιες, οι οποίες έχουν διαφορετική σημασία σύμφωνα με την επιστημονική γνώση. Η μετάβαση από τη μια σημασία στην άλλη γίνεται χωρίς να το συνειδητοποιήσουν οι μαθητές. Για παράδειγμα, οι μαθητές συγχέουν την έννοια της θερμοκρασίας με την έννοια της θερμότητας (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000).

- **Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός.** Οι μαθητές, εξαιτίας της εφαρμογής μιας τοπικής κι όχι ολικής θεώρησης των εξεταζόμενων συστημάτων, τείνουν να περιγράφουν και να ερμηνεύουν τις αλλαγές των συστημάτων με τη βοήθεια γραμμικών, χρονικών ή και τοπικών αιτιακών αλυσίδων, κάθε τμήμα των οποίων αναφέρεται σ' ένα απλό φαινόμενο.
- **Οι αντιλήψεις είναι ανθεκτικές στην αλλαγή.** Η εμπειρική έρευνα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών όλων των βαθμίδων για μια ποικιλία θεμάτων της φυσικο-επιστημονικής γνώσης έχει αναδείξει τον ιδιαίτερο σταθερό και ανθεκτικό χαρακτήρα τους. Η σταθερότητα και η ανθεκτικότητα που χαρακτηρίζει τις αντιλήψεις, συνάγεται επίσης με την εννοιολογική αλλαγή, η οποία όποτε λαμβάνει χώρα, συνιστά μια μακρόχρονη και βραδεία διαδικασία, που υπερβαίνει τις συνήθεις βραχύχρονες σχολικές διαδικασίες μάθησης.

2.3. Η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών

Η ενότητα αυτή αποτελείται από τρεις υπο-ενότητες. Στην πρώτη υπο-ενότητα (ενότητα 2.3.1) γίνεται αναφορά στις βασικές θέσεις της εποικοδομητικής προσέγγισης για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Στην δεύτερη (υπο-ενότητα 2.3.2.) γίνεται διάκριση ανάμεσα στον προσωπικό και κοινωνικό εποικοδομητισμό.

2.3.1. Βασικές θέσεις της εποικοδομητικής προσέγγισης για τη μάθηση

Στην εποικοδομητική προσέγγιση η γνώση κατασκευάζεται από τον μαθητή(Skamp, 2012). Η γνώση οικοδομείται με την ενεργή συμμετοχή του μαθητή και στηρίζεται στις αρχικές του γνώσεις και αντιλήψεις. Ο μαθητής μαθαίνει όταν εμπλέκεται ενεργά στην επεξεργασία ενός ερωτήματος ή ενός προβλήματος με αφορμή τον φυσικό ή τον κατασκευασμένο κόσμο. Κινητοποιείται έτσι η σκέψη του έτσι ώστε να επέλθει η εννοιολογική αλλαγή και η κατάκτηση της νέας γνώσης. Σύμφωνα με τους Chin & Brewer (1998) η εννοιολογική αλλαγή προσδιορίζεται αν αποτυπώσουμε τις γνώσεις ενός μαθητή σε δύο διαφορετικές εποχές. Η αντιπαραβολή των διαφορετικών αποτυπώσεων θα οδηγούσε τον μαθητή στην εννοιολογική αλλαγή. Οποιαδήποτε αλλαγή των γνώσεων των μαθητών λαμβάνεται ως εννοιολογική αλλαγή. Αντίθετα ο Duit (2003) χρησιμοποιεί τον όρο εννοιολογική αλλαγή για εκείνες τις περιοχές της γνώσης όπου οι προϋπάρχουσες εννοιολογικές δομές των μαθητών πρέπει ριζικά να αναδομηθούν για να επιτρέψουν την κατάκτηση των επιστημονικών εννοιών.

Από τη σχετική βιβλιογραφία προκύπτουν οι ακόλουθες αρχές σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση (Driver, 1989; Watts, 1994; Tobin, 1993; Duit & Tregust, 1998; Matthews, 1998; Phillips, 2000; Widolo, Duit & Muller, 2002, Σκουμιάς, 2012).

- Οι μαθητές έχουν σχηματίσει αντιλήψεις πριν τη διδασκαλία.
- Οι μαθητές κατασκευάζουν ενεργητικά τη γνώση και η μάθηση είναι μια ενεργός διαδικασία οικοδόμησης της νέας γνώσης που βασίζεται στην υπάρχουσα γνώση
- Οι μαθησιακές εμπειρίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν γνωστική σύγκρουση στους μαθητές
- Η μάθηση θεωρείται ως διαδικασία αλλαγής των αντιλήψεων των μαθητών
- Η διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης επηρεάζεται από το κοινωνικό πλαίσιο
- Οι μαθητές είναι υπεύθυνοι για τη μάθησή τους(Σκουμιάς, 2012)

2.3.2. Προσωπικός και κοινωνικός εποικοδομητισμός

Στον προσωπικό εποικοδομητισμό, η γνώση κατασκευάζεται από τον μαθητή ενώ αγνοούνται οι τρόποι με τους οποίους αλληλεπιδρούν παράγοντες στην οικοδόμηση της νέας γνώσης. Τα βασικά στοιχεία του προσωπικού εποικοδομητισμού είναι (Χαλκιά, 2011):

- Η γνώση των ατόμων για τον κόσμο κατασκευάζεται και δεν μεταβιβάζεται.
- Οι προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών επηρεάζουν τη μαθησιακή διαδικασία.
- Ο τρόπος που τα άτομα σκέφτονται για τον φυσικό κόσμο παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες.
- Ο τρόπος που τα άτομα σκέφτονται είναι τοπικός δηλ. περιορίζεται στην εξήγηση των φαινομένων που εξετάζονται κι όχι γενικός δηλ. δεν κάνει γενικεύσεις.
- Η κατασκευή αποτελεσματικών δομών γνώσης απαιτεί εμπλοκή των ατόμων σε κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες.

Στον κοινωνικό εποικοδομητισμό η μάθηση είναι μια κοινωνική δραστηριότητα. Οι μαθητές εμπλέκονται σε συζητήσεις – ανταλλαγή απόψεων με τους συμμαθητές τους αλλά και με τους διδάσκοντες (Skamp, 2012). Η μάθηση των Φυσικών Επιστημών στο πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομητισμού θεωρείται ως διαδικασία όπου οι μαθητές κατασκευάζουν τη γνώση μέσω ατομικών και κοινωνικών διαδικασιών(Driver at al., 1994). Στους μαθητές παρέχονται δυνατότητες να ελέγχουν νέες ιδέες με τη βοήθεια των συμμαθητών τους και να συνδέσουν αυτές τις ιδέες με την προσωπική τους εμπειρία και τις υπάρχουσες ιδέες τους(Mc Robbie & Tobin, 1997). Σύμφωνα με τον κοινωνικό εποικοδομητισμό , η νοητική εξέλιξη του μαθητή, είναι ένα ουσιαστικό μέρος της διαδικασίας της μάθησης και εμπλέκει την άρθρωση, την αιτιολόγηση, την επεξεργασία, τη διαπραγμάτευση και την επίτευξη της συμφωνίας: «Οι

μαθητές θα μπορούσαν να ενθαρρυνθούν ώστε να εμπλακούν σε μια έκφραση των αντιλήψεών τους, σε έναν έλεγχο όσων έχουν κατανοήσει μαζί με άλλους συμμαθητές τους και σε μια συνειδητοποίηση των αντιλήψεων των άλλων συμμαθητών τους»(Mc Robbie & Tobin, 1997).

Οι μαθητές μπορούν ν' αναγνωρίσουν και να συνθέσουν τις ιδέες τους, ν' ανταλλάξουν ιδέες και ν' αναστοχαστούν πάνω στις ιδέες των άλλων συμμαθητών τους αλλά και τις δικές τους κι όπου είναι απαραίτητο, ν' αναδιοργανώσουν τις ιδέες τους και να διαπραγματευτούν τις γνώσεις.

2.4. Μάθηση των Φυσικών Επιστημών μέσω επιστημονικών πρακτικών

Η ενότητα αυτή αποτελείται από δύο υποενότητες. Στην πρώτη υπο-ενότητα γίνεται αναφορά στις επιστημονικές πρακτικές που έχουν προταθεί για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες και τη συμβολή τους στη διδασκαλία (βλ. υπο-ενότητα 2.4.1). Στη δεύτερη υπο-ενότητα αναφέρεται το μαθησιακό μοντέλο των 5 E που μπορεί να υποστηρίξει μια διδασκαλία που εμπλέκει επιστημονικές πρακτικές (βλ. υπο-ενότητα 2.4.2).

2.4. 1. Οι επιστημονικές πρακτικές και η σημασία τους στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών

Η διανοητική εργασία που σχετίζεται με τη διδακτική επεξεργασία και την αναθεώρηση των αντιλήψεων των μαθητών εδράζεται στην εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (NRC, 2012). Αυτές είναι οι πρακτικές που ακολουθούν οι επιστήμονες όταν μελετούν το φυσικό κόσμο.

Έχουν προταθεί οκτώ επιστημονικές πρακτικές για την εκπαίδευση μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (NRC, 2012).

- 1. Υποβολή ερωτημάτων:** Αναφέρεται σε υποβολή ερωτήσεων που μπορούν να απαντηθούν μέσω εμπειρικής έρευνας, αξιολόγηση ερωτήσεων και υποβολή ερωτήσεων πάνω στην εργασία άλλων.
- 2. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων:** Αναφέρεται σε συγκρότηση και χρήση μοντέλων που βοηθούν στην υποβολή ερωτήσεων, στην υποβολή και στον έλεγχο εξηγήσεων, στην αναπαράσταση αυτών που έχουν επεξεργαστεί οι μαθητές. Αναφέρεται στην ευέλικτη μετατόπιση ανάμεσα σε διαφορετικούς τύπους επιστημονικών μοντέλων, αναγνώριση και αξιολόγηση των ορίων των επιστημονικών μοντέλων καθώς και στην αναθεώρηση τους.

3. **Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας :** Αναφέρεται στην υποβολή μιας ερώτησης που μπορεί να διερευνηθεί ή στην εκφορά μιας υπόθεσης βασισμένης σε ένα επιστημονικό μοντέλο ή μια θεωρία. Περιλαμβάνει αναγνώριση και εξέταση μεταβλητών, παρατήρηση και έλεγχο μεταβλητών, εξέταση της αξιοπιστίας και της ακρίβειας των δεδομένων, σχεδίαση πλάνων για έρευνα(ατομικά και ομαδικά), καθώς επίσης και στην αξιολόγηση πλάνων για έρευνα.
4. **Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων:** Περιλαμβάνει χρήση πινάκων και διαγραμμάτων για αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων. Εξαγωγή πληροφορίας από πίνακες και διαγράμματα δεδομένων, αναγνώριση και σύγκριση των τάσεων στα δεδομένα καθώς και χρήση δεδομένων ως αποδεικτικό στοιχείο.
5. **Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης:** Περιλαμβάνει την οπτική αναπαράσταση των δεδομένων, το μετασχηματισμό των δεδομένων ανάμεσα στον πίνακα και το διάγραμμα, στατιστική ανάλυση των δεδομένων, αναγνώριση και εξαγωγή ποσοτικών σχέσεων καθώς και την εφαρμογή των ποσοτικών σχέσεων.
6. **Συγκρότηση εξηγήσεων:** Αναφέρεται στην εφαρμογή και συγκρότηση εξηγήσεων στα φαινόμενα, στη συγκρότηση συλλογισμών και διατύπωση ισχυρισμών. Επίσης, στη χρήση αποδεικτικών στοιχείων ή στην αντίκρουση μιας εξήγησης, καθώς και στην αναγνώριση κενών ή αδυναμιών σε μια εξήγηση.
7. **Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία:** Σχετίζεται με όποια επιχειρήματα στηρίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία καθώς επίσης και στην παροχή κριτικής σε εργασία άλλων, αναγνώριση αδυναμιών σε ένα επιχειρήμα, τροποποίηση μιας εργασίας υπό το πρίσμα των αποδεικτικών στοιχείων. Επίσης, σχετίζεται με την αναγνώριση δυνατών και αδύνατων στοιχείων σε αναφορές των Φυσικών Επιστημών καθώς και με την αναγνώριση του τρόπου με τον οποίο οι ισχυρισμοί αιτιολογούνται από την επιστημονική κοινότητα.
8. **Απόκτηση , αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών:** Αναφέρεται στην προφορική και γραπτή επικοινωνία ιδεών, στην επικοινωνία ιδεών μέσω διαγραμμάτων, πινάκων εκτενών συζητήσεων, άντληση νοημάτων από επιστημονικά άρθρα, αξιολόγηση της αξιοπιστίας των επιστημονικών πληροφοριών και ενοποίηση των πληροφοριών που προέρχονται από διαφορετικές πηγές.

2.4.2. Μάθηση μέσω πρακτικών: το μαθησιακό μοντέλο 5E

Ένα από τα διδακτικά μοντέλα που έχουν προταθεί για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μέσω των πρακτικών, είναι και το μαθησιακό μοντέλο 5E (Bybee et al., 2006). Περιλαμβάνει πέντε φάσεις.

Ενεργοποίηση (Engagement)

Η πρώτη φάση εμπλέκει τους μαθητές στο μαθησιακό έργο. Οι μαθητές επικεντρώνονται σε μια κατάσταση. Μια ερώτηση που καθορίζει ένα πρόβλημα που δείχνει μια αντιφατική περίπτωση και ενεργώντας έξω από μια προβληματική κατάσταση είναι τρόποι για να συμμετέχουν και να επικεντρωθούν οι μαθητές στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ο ρόλος του δασκάλου είναι να παρουσιάσει την εκπαιδευτική κατάσταση και να προσδιορίσει το εκπαιδευτικό έργο. Ο δάσκαλος επίσης θέτει τους κανόνες και τις διαδικασίες. Επιτυχές είναι το αποτέλεσμα όταν οι μαθητές εμπλέκονται σε προβληματισμό και αποκτούν ενεργά κίνητρα που σχετίζονται με τις δραστηριότητες μάθησης. Ο όρος «δράση» αναφέρεται τόσο στην ψυχική όσο και την σωματική δραστηριότητα.

Διερεύνηση (Exploration)

Διερεύνηση των ιδεών των μαθητών μέσω των εμπειριών τους και θα οδηγηθούν στην διαμόρφωση εννοιών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλο εκπαιδευτικό λογισμικό, το οποίο θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί κατάλληλα και προσεκτικά, το οποίο θα παρέχει ακριβείς και επαρκείς επιστημονικές έννοιες. Στόχος των δραστηριοτήτων εξερεύνησης είναι οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές να μπορούν μέσα από την εμπειρία τους να συζητούν έννοιες, διαδικασίες ή δεξιότητες. Ο ρόλος του δασκάλου στη φάση της εξερεύνησης είναι καθοδηγητικός. Ο δάσκαλος ξεκινά τη δραστηριότητα και επιτρέπει στους μαθητές να ερευνήσουν αντικείμενα, υλικά έτσι ώστε να ανακατασκευάσουν τις απόψεις τους.

Επεξήγηση (Explanation)

Η λέξη «εξήγηση» σημαίνει την πράξη ή τη διαδικασία κατά την οποία ιδέες ή διαδικασίες ή δεξιότητες γίνονται απλές, κατανοητές, σαφείς. Σε αυτή τη φάση ο δάσκαλος κατευθύνει την προσοχή των μαθητών σε συγκεκριμένες περιοχές γνώσης και επεξήγησης.

1^{ov}: Ο δάσκαλος ζητά από τους μαθητές να δώσουν τις εξηγήσεις τους για κάποιο φυσικό φαινόμενο.

2^{ov}: Ο δάσκαλος εισάγει επιστημονικές εξηγήσεις με σαφή τρόπο.

Εξηγήσεις είναι οι τρόποι επεξήγησης των διερευνητικών εμπειριών. Ο εκπαιδευτικός στηρίζεται στις αρχικές εξηγήσεις των μαθητών του, οι οποίες συνδέονται με τις εμπειρίες τους. Το κλειδί σε αυτή τη φάση είναι ο εκπαιδευτικός να παρουσιάσει έννοιες, διαδικασίες, δεξιότητες απλά, ξεκάθαρα και άμεσα για να προχωρήσουν στην επόμενη φάση. Οι

εκπαιδευτικοί με ποικιλία τεχνικών και στρατηγικών εκμαιεύουν και αναπτύσσουν εξηγήσεις από τους μαθητές. Οι εκπαιδευτικοί συνήθως χρησιμοποιούν προφορικές εξηγήσεις. Όμως υπάρχουν πολυάριθμες στρατηγικές, όπως βίντεο, ταινίες και εκπαιδευτικά λογισμικά. Στο τέλος οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να εξηγήσουν τις εμπειρίες τους με τη χρήση κοινών όρων.

Επεξεργασία/ εφαρμογή (Elaboration)

Όταν οι μαθητές έχουν μια εξήγηση για τη διαδικασία μάθησης είναι σημαντικό να εμπλέκονται οι μαθητές και να επεξεργάζονται έννοιες. Η φάση αυτή διευκολύνει τη μεταφορά εννοιών σε στενά συνδεδεμένα πλαίσια μάθησης ή σε νέες καταστάσεις. Σε μερικές περιπτώσεις σε κάποιους μαθητές μπορεί να έχουν δημιουργηθεί παρανοήσεις. Μπορούν ακόμα να καταλάβουν μια έννοια που να σχετίζεται με δραστηριότητες εκπόνησης έτσι ώστε να παρέχουν περισσότερο χρόνο και εμπειρίες που συμβάλλουν στη μάθηση. Κατά τη φάση της επεξεργασίας οι μαθητές συμμετέχουν σε συζητήσεις και δραστηριότητες. Στόχος της ομάδας είναι να προσδιορίσει και να εκτελέσει έναν αριθμό προσεγγίσεων για την εργασία. Κατά τη διάρκεια της συζήτησης της ομάδας, οι μαθητές υπερασπίζονται τις προσεγγίσεις τους κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Αυτή η συζήτηση έχει ως αποτέλεσμα έναν καλύτερο ορισμό των προσεγγίσεων τους, καθώς και τη συγκέντρωση πληροφοριών που είναι απαραίτητες για την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου. Ο κύκλος μάθησης δεν κλείνει με εξωτερική πληροφόρηση. Οι μαθητές ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους, ενώ ο δάσκαλος τυπώνει συγκεντρωτικό υλικό, ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων και πειράματα που διεξάγουν. Αυτό ονομάζεται βάση πληροφοριών. Ως αποτέλεσμα συζήτησης και συμμετοχής σε ομάδες είναι μεμονωμένοι μαθητές να είναι σε θέση να επεξεργάζονται τις βάσεις πληροφοριών και τις πιθανές στρατηγικές για την ολοκλήρωση του έργου τους. Οι αλληλεπιδράσεις εντός των ομάδων μαθητών σημειώνονται ως μέρος της διαδικασίας επεξεργασίας. Ομάδες συζητήσεων και καταστάσεις μαθησιακής συνεργασίας παρέχουν ευκαιρίες για τους μαθητές να εκφράσουν την κατανόηση ενός θέματος και να λάβουν ανατροφοδότηση από τους άλλους που είναι πολύ κοντά στο επίπεδο κατανόησης. Η φάση αυτή αποτελεί μια ευκαιρία ώστε να εμπλακούν οι μαθητές σε νέες καταστάσεις και προβλήματα που απαιτούν παρόμοιες εξηγήσεις. Γενίκευση των εννοιών, διαδικασιών και δεξιοτήτων είναι ο πρωταρχικός στόχος.

Αξιολόγηση (Evaluation)

Σε αυτή τη φάση οι μαθητές έχουν την ευκαιρία ν' αξιολογήσουν τις δεξιότητες που έχουν αποκτήσει. Η φάση αυτή έχει χαρακτήρα ανατροφοδότησης. Άτυπη αξιολόγηση πραγματοποιείται κατά την έναρξη και κατά τη διάρκεια του μοντέλου 5E.Ο δάσκαλος μπορεί να ολοκληρώσει μια αξιολόγηση μετά τη φάση της επεξεργασίας. Οι εκπαιδευτικοί αξιολογούν τ' αποτελέσματα της εκπαιδευτικής διαδικασίας δηλ. τα αποτελέσματα της

διδασκαλίας τους. Σε αυτή τη φάση οι εκπαιδευτικοί μπορούν να κάνουν εκτιμήσεις ώστε να προσδιορίσουν το επίπεδο κατανόησης του κάθε μαθητή.

Στόχος του μοντέλου μάθησης 5 E είναι η οικοδόμηση της νέας γνώσης μέσα από επιστημονικές πρακτικές.

2.5. Τα επιχειρήματα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες

Η ενότητα αυτή αποτελείται από δύο υποενότητες. Στην πρώτη υπο-ενότητα γίνεται αναφορά στα συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών(βλ. υπο-ενότητα 2.5.1). Στη δεύτερη υπο-ενότητα αναφέρονται τα στοιχεία αξιολόγησης της ποιότητας των επιχειρημάτων των (βλ. υπο-ενότητα 2.5.2).

2.5.1. Συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών

Η κατάκτηση της επιστημονικής γνώσης με επιστημονικές πρακτικές αποτελεί μέρος ενός συνόλου δραστηριοτήτων που στηρίζονται και σε επιστημονικά επιχειρήματα (Christodoulou & Osborne, 2014). Ένα επιστημονικό επιχείρημα συνδέεται με σύνολο δράσεων από τους μαθητές με τις οποίες αιτιολογούν, αξιολογούν, αναθεωρούν αρχικές γνώσεις, με τελικό σκοπό την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης (Ford, 2012). Τα τελευταία χρόνια ένας από τους βασικούς στόχους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι η ανάπτυξη της πρακτικής παραγωγής και αξιολόγησης επιχειρημάτων από τους μαθητές (Driver, 2000; Chin & Brown, 2000; Yao, 2016). Υποστηρίζεται η διαδικασία συγκρότησης τεκμηριωμένων εξηγήσεων από τους μαθητές. Με τις τεκμηριωμένες απαντήσεις τους οι μαθητές οδηγούνται στην κατανόηση της φύσης της επιστημονικής γνώσης(Sandoval & Reiser, 2004). Επίσης, οι μαθητές μπορούν να αναστοχαστούν πάνω σε αυτά που έχουν μάθει (Tishman & Perkins, 1997) να σκεφτούν κριτικά και να οικοδομήσουν νέα γνώση (Klein, 2004; Rivard & Straw, 2000; Zohar & Nemet, 2002). Επίσης, η άσκηση των μαθητών στην πρακτική της επιχειρηματολογίας μπορεί να βελτιώσει την κατανόηση του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών(McNeil & Krajcik, 2007) ενώ είναι δυνατόν να συμβάλλει στην αλλαγή της εικόνας που έχουν διαμορφώσει οι μαθητές για τις Φυσικές Επιστήμες (Bell & Linn, 2000).

Οι επιστημονικές εξηγήσεις αναφέρονται στο πώς και γιατί συμβαίνει ένα φαινόμενο (Chinn & Brown, 2000). Η τεκμηρίωση των επιστημονικών εξηγήσεων πραγματοποιείται μέσω επιχειρημάτων. Ο όρος εξήγηση αναφέρεται στην απάντηση ενός μαθητή σ' ένα ερώτημα που του τίθεται καθώς και στην αιτιολόγηση που προτείνει προκειμένου να υποστηρίξει την απάντησή του (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).

Στο επίπεδο της τάξης οι στόχοι που σχετίζονται με την πρακτική της επιχειρηματολογίας σχετίζονται με την αναγνώριση των συστατικών στοιχείων ενός επιστημονικού επιχειρήματος, τη δυνατότητα σύνθεσης τεκμηριωμένων επιχειρημάτων καθώς και την αναγνώριση αδυναμιών τόσο των δικών τους επιχειρημάτων όσο και των επιχειρημάτων σε επίπεδο σχολικής γνώσης (NRC, 2012).

Σύμφωνα με τον Toulmin (1958) τα επιχειρήματα περιλαμβάνουν:

- ισχυρισμούς ή συμπεράσματα (claims) που απαντούν στο αρχικό ερώτημα και πρέπει ν' αποδειχθούν,
- δεδομένα (data) που υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς,
- εγγυήσεις (warrants) που περιλαμβάνουν στοιχεία τα οποία αποδεικνύουν την αξιοπιστία των δεδομένων,
- υποστηρίξεις (backings) που είναι πληροφορίες που στηρίζουν τις εγγυήσεις,
- πιστοποιήσεις (qualifiers) που είναι στοιχεία τα οποία επιβεβαιώνουν την ισχύ των εγγυήσεων και
- αντικρούσεις (rebuttals) που υποδεικνύουν τις συνθήκες κάτω από τις οποίες τα δεδομένα μαζί με τις εγγυήσεις αντικρούουν τους ισχυρισμούς.

Η ποιότητα ενός επιχειρήματος καθορίζεται από την ποιότητα των επιμέρους συστατικών των στοιχείων του. Το μοντέλο του Toulmin (1958) εμφάνισε δυσκολίες στη χρήση του στην ανάλυση γραπτού ή προφορικού λόγου. Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών που εντοπίστηκαν κατά την εφαρμογή του μοντέλου του Toulmin προτάθηκε μια απλουστευμένη εκδοχή του από τον McNeil (2006). Ένα επιχειρήμα του μαθητή περιλαμβάνει τρία συστατικά στοιχεία: τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό. Στη συνέχεια προστέθηκε κι ένα τέταρτο στοιχείο, η αντίκρουση (rebuttal) (McNeil & Krajcik, 2012). Αναλυτικότερα:

- **Ο ισχυρισμός** είναι ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση ή ένα πρόβλημα.
- **Τα αποδεικτικά στοιχεία** είναι τα δεδομένα εκείνα που στηρίζουν τον ισχυρισμό.
- **Ο συλλογισμός** συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία και φανερώνει το λόγο για τον οποίο τα δεδομένα θεωρούνται ως αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό χρησιμοποιώντας επιστημονικές αρχές (McNeil & Krajcik, 2012; Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2014).
- **Η αντίκρουση** αιτιολογεί πώς ή γιατί ένας εναλλακτικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος (McNeil & Krajcik, 2012)

2.5.2. Ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών

Τα επιχειρήματα των μαθητών αξιολογούνται ως προς τη δομή τους, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά τους (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014). Αναλυτικότερα:

Ως προς τη δομή των επιχειρημάτων, εξετάζεται η ύπαρξη καθώς και η επάρκεια των στοιχείων ενός επιχειρήματος. Επαρκής χαρακτηρίζεται ένα επιχείρημα που περιλαμβάνει έναν ισχυρισμό που απαντά σε μια ερώτηση, αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον συλλογισμό, έναν συλλογισμό που εμπλέκει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό και μια αντίκρουση με επαρκή αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό.

Ως προς το περιεχόμενο των επιχειρημάτων εξετάζεται η καταλληλότητα των στοιχείων των εξηγήσεων όταν αυτά αξιολογούνται με βάση την επιστημονική γνώση. Μια εξήγηση θεωρείται κατάλληλη όταν περιλαμβάνει έναν ισχυρισμό, κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές και συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό και την αντίκρουση με κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό.

Ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων, μελετάται η συγκρότηση των προτάσεων, το λεξιλόγιο και η ορθότητα των λογικών συμβάσεων(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).

2.6. Ανακεφαλαίωση

Οι μαθητές έχουν τις δικές τους αντιλήψεις σχετικά με τα φαινόμενα, ακόμη κι αν αυτές τις περισσότερες φορές μπορεί να φαίνονται ασύνδετες και ασυνάρτητες μεταξύ τους. Οι αντιλήψεις μπορεί και να παραμείνουν σταθερές και αμετάβλητες ακόμη και μετά τα πειραματικά αποτελέσματα ή τις εξηγήσεις των εκπαιδευτικών. Οι αντιλήψεις επηρεάζουν και τον τρόπο με τον οποίο αποκτώνται οι πληροφορίες. Ο προσωπικός τρόπος προσέγγισης οδηγεί στον τρόπο με τον οποίο δημιουργούνται οι επιστημονικές γνώσεις (Driver, 1985). Μέσω διαδικασιών αλληλεπίδρασης που στηρίζονται στην επιστημονική έρευνα μπορεί να γίνει αλλαγή των αντιλήψεων αυτών((Driver, 2000). Οι διαδικασίες που θα οδηγήσουν στην εννοιολογική αλλαγή ενισχύονται από εργαλεία(φύλλα εργασίας, εκπαιδευτικά λογισμικά) αλλά και από την αλληλεπίδραση των ενεργειών μεταξύ των μαθητών(επιχειρηματολογία).

Κεφάλαιο 3ο: Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών

3.1. Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που σχετίζονται με το θέμα της παρούσας εργασίας. Αρχικά πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού (βλ. ενότητα 3.2). Στη συνέχεια παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα των ερευνών που αφορούν σε διδακτικές παρεμβάσεις για τον κύκλο του νερού (βλ. ενότητα 3.3). Στο τέλος του κεφαλαίου σχολιάζονται τ' αποτελέσματα των ερευνών και τεκμηριώνεται η πρωτοτυπία της εργασίας (βλ. ενότητα 3.4).

3.2. Ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν αντιλήψεις μαθητών για τον κύκλο του νερού.

Τα τελευταία σαράντα χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που διερευνούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού.

Ο Piaget (1930) σε έρευνά του για τις ιδέες των μαθητών σχετικά με τα σύννεφα και τον σχηματισμό της βροχής, ταξινόμησε τις εξηγήσεις των μαθητών για τον σχηματισμό των σύννεφων σε τρία στάδια. Συγκεκριμένα:

- Στάδιο 1^ο: Τα σύννεφα φτιάχνονται από τους θεούς
- Στάδιο 2^ο: Τα σύννεφα είναι φτιαγμένα από καπνό
- Στάδιο 3^ο: Τα σύννεφα είναι φτιαγμένα από νερό

Επίσης, ταξινόμησε τις ιδέες των μαθητών σχετικά με το σχηματισμό της βροχής σύμφωνα με τ' αναπτυξιακά τους στάδια: Συγκεκριμένα:

- Στάδιο 1^ο: Τα σύννεφα κι η βροχή είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους
- Στάδιο 2^ο: Τα σύννεφα προμηγύουν τη βροχή
- Στάδιο 3^ο: Η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα

Ο Z'arour (1976) πραγματοποίησε έρευνα σε παιδιά ηλικίας 6-9 ετών, με βασικό ερώτημα «πού ήταν το νερό της βροχής πριν γίνει βροχή;». Περίπου το 50% του δείγματος απάντησε «πως ήταν σύννεφο». Το 44% έδωσε αρνητική απάντηση στο «αν η βροχή ήρθε από τη θάλασσα». Ένα μικρό ποσοστό του δείγματος συσχέτισε το νερό της βροχής με την εξάτμιση και τον κύκλο του νερού. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως λίγα παιδιά συνδέουν την πηγή της βροχής με την εξάτμιση (Z'arour, 1976).

Οι Osborne και Cosgrove (1983) μελέτησαν τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τα φαινόμενα της εξάτμισης, του βρασμού, της συμπύκνωσης και της υγροποίησης. Τα εργαλεία της έρευνας ήταν ερωτηματολόγια, ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και προσωπικές συνεντεύξεις σε παιδιά ηλικίας 8-17 ετών. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι μαθητές χρησιμοποιούσαν όρους όπως της εξάτμισης και της συμπύκνωσης χωρίς όμως οι απαντήσεις τους να συνδέονται με το επιστημονικό πρότυπο. Η επικράτηση κοινών αντιλήψεων αλλά και αντιλήψεις μη-επιστημονικές φαίνονται να αυξάνονται με την ηλικία (Osborne & Cosgrove, 1983).

Η Driver (1989) πραγματοποίησε έρευνα σε μαθητές ηλικίας 5-15 ετών σχετικά με τις αντιλήψεις τους για τον κύκλο του νερού. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσω συνεντεύξεων. Από την έρευνα προέκυψε πως παιδιά ηλικίας 5-7 ετών πίστευαν πως η βροχή πέφτει όταν κάποιος, πιθανότατα ο Θεός, άνοιγε τα αποθέματα νερού. Επίσης, τα παιδιά αυτής της ηλικίας πίστευαν πως τα σύννεφα είναι φτιαγμένα από καπνό και βαμβάκι. Μια ακόμη άποψη ήταν ότι τα σύννεφα στη σκέψη των παιδιών είχαν τη μορφή σακούλας νερού και φυλάσσονταν πάνω ή μέσα στον ουρανό. Με τη σύγκρουση των σύννεφων θα μπορούσαν να εκραγούν οι σακούλες, να ανοίξουν, να σχιστούν ή να διαχωριστούν κι έτσι να πέσει η βροχή. Στις ηλικίες 6-8 ετών τα παιδιά πίστευαν ότι τα σύννεφα μάζευαν νερό από τη θάλασσα, έπειτα κινούνταν σε άλλα μέρη κι έδιναν τη βροχή. Στις ηλικίες 6-9 ετών τα παιδιά θεωρούσαν ότι τα σύννεφα είναι φτιαγμένα από ατμό, ο οποίος δημιουργείται από τη θάλασσα όταν αυτή θερμαίνεται από τον ήλιο ή ότι είναι φτιαγμένα από ατμό που προέρχεται από κατσαρόλες. Θεωρούν ότι ο ήλιος θερμαίνει το νερό και οι ατμοί που δημιουργούνται με αυτό τον τρόπο, εισέρχονται στα σύννεφα. Αυτά ανοίγουν και πέφτει η βροχή. Στις ηλικίες των 7-10 ετών, τα παιδιά φαντάζονται τα σύννεφα σαν σφουγγάρια τα οποία έχουν σταγόνες νερού μέσα τους. Όταν βρέχει, οι σταγόνες πέφτουν από τις μικρές τρυπούλες των σύννεφων – αυτό συμβαίνει όταν τα σύννεφα κινούνται από τον αέρα. Κάποια παιδιά πίστευαν πως η βροχή πέφτει όταν τα σύννεφα κρυώσουν ή ζεσταθούν. Στις ηλικίες 9-10 ετών, τα παιδιά υποστήριζαν ότι τα σύννεφα είναι φτιαγμένα από νερό που έχει εξατμιστεί από λακκούβες. Έτσι η βροχή πέφτει όταν τα σύννεφα κρυώσουν ή βαρύνουν. Στις ηλικίες των 11-15 ετών οι μαθητές θεωρούσαν ότι τα σύννεφα δημιουργούνται όταν ο ατμός κρυώνει. Η βροχή πέφτει όταν οι σταγόνες του νερού μεγαλώνουν και βαραίνουν. Κανένα παιδί από το δείγμα της έρευνας δεν εξήγησε πως τα σύννεφα ψύχονται (Driver, 1989)

Μεταγενέστερες έρευνες της Bar (1989) επιβεβαίωσαν τ' αποτελέσματα της έρευνας του Piaget. Σε μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών, ηλικίας 5-15 ετών, για τον κύκλο του νερού εντόπισε τρία επίπεδα στην κατανόηση του φαινομένου. Στο 1^ο Επίπεδο (5-7 ετών) οι αντιλήψεις των μαθητών επηρεάζονται από πολιτισμικές πεποιθήσεις όπως αυτές πως τα

σύννεφα περιέχουν σακούλες νερού που ανοίγουν και σχηματίζεται βροχή. Στο 2^ο Επίπεδο(7-9 ετών) οι αντιλήψεις των μαθητών είναι ψευδο-επιστημονικές. Πιστεύουν πως η βροχή δημιουργείται από τον ήλιο που ζεσταίνει το νερό της θάλασσας για να γίνει ο σχηματισμός των σύννεφων. Τα σύννεφα ανακατεύονται από τον άνεμο κι έτσι σχηματίζεται η βροχή. Στο 3^ο Επίπεδο (9-15 ετών) οι αντιλήψεις είναι δομημένες . Οι μαθητές δίνουν εξηγήσεις πλησιέστερες στο επιστημονικό πρότυπο σχετικά με το σχηματισμό των σύννεφων, την φύση τους καθώς και με την ελεύθερη πτώση(Bar, 1989).

Οι Bar και Travis (1991) πραγματοποίησαν έρευνα σε παιδιά 5-15 ετών σχετική με ατμοσφαιρικές έννοιες του κύκλου του νερού όπως συμπύκνωση και εξάτμιση και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τέτοιου είδους έννοιες γίνονται αντιληπτές στα 11 χρόνια(Bar & Travis, 1991).

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι μαθητές υπεραπλουστεύουν τον κύκλο του νερού με την παλινδρομική πορεία του νερού από τα σύννεφα στη θάλασσα και πίσω σε σύννεφα. Οι Fetherstonhaugh και Bezzi (1992), οι οποίοι χρησιμοποίησαν τη μέθοδο ευρετήριο πλέγματος (repertory grid) , αναφέρουν ότι οι μαθητές περιγράφουν τα υπόγεια ύδατα ως "μη τρεχούμενα ή κινούμενα" και "το νερό δεν σταματά σε αδιαπέραστα πετρώματα". Οι Fetherstonhaugh και Bezzi (1992) ανέφεραν ότι μαθητές Γυμνασίου εξέφρασαν δυσκολίες στην κατανόηση της διαδικασίας της εξάτμισης στο φυσικό της πλαίσιο (Fetherstonhaugh & Bezzi, 1992).

Οι Bar και Galili (1994) ανίχνευσαν στην μελέτη τους ότι οι μαθητές έχουν δυσκολίες στην κατανόηση διαφορών που σχετίζεται με τους υδρατμούς και τον αέρα(Bar & Galili, 1994).

Οι Boschhuizen και Brinkman (1995) απέδειξαν στην ερευνά τους η οποία πραγματοποιήθηκε σε μαθητές 15-17 ετών, ότι παιδιά Λυκείου δεν έχουν επαρκή αποτελεσματικά νοητικά μοντέλα σε γνωστικά αντικείμενα όπως ο κύκλος του νερού (Boschhuizen & Brinkman, 1995).

Σε μελέτη που έγινε στη Botswana από τους Taiwo, Ray, Motswiri & Masene (1999), εξετάστηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού σε τρεις διαφορετικές περιοχές (απομακρυσμένοι οικισμοί, ημι-αστικές, αστικές περιοχές). Σκοπός της έρευνας ήταν να μελετηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού στις τρεις διαφορετικές περιοχές που επιλέχθηκαν καθώς και οι διαφορές που θα μπορούσαν να υπάρξουν ανάμεσα σε διαφορετικές ομάδες παιδιών. Τα εργαλεία συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι συνεντεύξεις καθώς και τεστ με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

καθώς και διδακτικά σενάρια. Οι αναλύσεις των δεδομένων της έρευνας πραγματοποιήθηκαν με ποιοτικές και ποσοτικές μεθόδους. Από τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται πως:

- Οι αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού επηρεάζονταν από τα κοινωνικο- πολιτιστικά στοιχεία του τόπου που ζούσαν.
- Οι αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού επηρεάζονταν αρνητικά από τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις τους.
- Η πλειοψηφία των μαθητών της 4^{ης} τάξης έδωσε απαντήσεις με βάση τις αρχικές τους αντιλήψεις για τον κύκλο του νερού. Αντίθετα οι μαθητές της 5^{ης}- 6^{ης} και 7^{ης} τάξης έδωσαν εξηγήσεις για το φαινόμενο. Οι εξηγήσεις αυτές ήταν πλησιέστερες στο επιστημονικό πρότυπο.
- Το φύλο δεν επηρέασε τις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού.
- Ο κύκλος του νερού είναι ένα πολύ σημαντικό φυσικό φαινόμενο λόγω της σημασίας του νερού στη διατήρηση της ζωής.

Η σημασία του φαινομένου τονίζεται σε περιοχές όπως η Botswana όπου κυριαρχεί η ξηρασία. Η διατήρηση του νερού είναι ζωτικής σημασίας για τις οικονομίες των χωρών αυτών. Σε πολλά φυσικά φαινόμενα (εξάτμιση, συμπύκνωση κ.ά.), διαφορετικές ηλικιακές ομάδες τέτοιων πολιτισμών, δίνουν διαφορετικές ερμηνείες στα κοινά φυσικά φαινόμενα, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η εκπαίδευση των νέων σε αυτές τις περιοχές. Είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη τις επικρατέστερες παγκόσμιες απόψεις και τ' αποτελέσματα των ερευνών τα οποία θα οδηγήσουν στη σωστή εκπαίδευση των νέων. Πολλοί ερευνητές έχουν στηρίξει τις μελέτες τους στη σχέση μεταξύ ιδεών των μαθητών και του επιστημονικού πρότυπου. Έχουν επικεντρώσει την προσοχή τους στην επίδραση των πολιτισμικών πεποιθήσεων των Αφρικανών μαθητών οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν τη σχολική γνώση (Cole, 1975; Jegede & Okebukola, 1991; Ogunniyi, 1989; Ramorogo et al., 1994; Taiwo, 1976, 1978, 1993). Οι ερευνητές πιστεύουν πως οι ιδέες των Αφρικανών μαθητών σχετικά με τα φυσικά φαινόμενα επηρεάζονται από την κουλτούρα του/της, από τις αντιλήψεις τους, από την τάση να επικεντρώνεται σε ορισμένες πτυχές μιας δομημένης κατάστασης και από την τάση του να επικεντρώνονται σε ασήμαντες αλλαγές μιας δεδομένης κατάστασης. Τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας τονίζουν τη σημασία της σχέσης μεταξύ επιστήμης και σχολείου σχετικά με τις έννοιες της επιστήμης κι αποτελεί την κινητήρια δύναμη πίσω από την έρευνα για την εκτίμηση του φαινομένου του κύκλου του νερού (Taiwo, Ray, Motswiri & Masene, 1999).

Ο Tytler(2000) μελέτησε τις ιδέες των μαθητών (ηλικίας 1-6 ετών). Οι μαθητές έπαιρναν μέρος σε δραστηριότητες σχετικές με την εξάτμιση και τη συμπύκνωση. Το εργαλείο

συλλογής δεδομένων ήταν οι συνεντεύξεις ενώ έγινε ποιοτική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Τα μεγαλύτερα παιδιά συνέδεαν τις εξηγήσεις με τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων ενώ τα μικρότερα παιδιά κατασκεύαζαν εξηγήσεις χωρίς να προσέχουν τ' αποτελέσματα (Tytler, 2000).

Η Agelidou et al. (2001) αναφέρει στις έρευνες της ότι οι περισσότεροι μαθητές διατηρούσαν την αντίληψη για τα υπόγεια ύδατα ως στατικά, δηλαδή λίμνες κάτω από την επιφάνεια της γης. Επίσης υποστήριξαν ότι ο εμπειρισμός συνιστά εμπόδιο όταν προσπαθούμε να κατασκευάσουμε μια αποτελεσματική αναπαράσταση του κύκλου του νερού, δεδομένου ότι το συγκρότημα εννοιών ενός κύκλου δεν βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα. Οι περισσότεροι από τους μαθητές παράγουν ανεπαρκή συστήματα του κύκλου του νερού, τα οποία για παράδειγμα δεν έχουν υπόγεια ύδατα, νερό στην ατμόσφαιρα και νερό σε ζωντανούς οργανισμούς (Agelidou, 2001).

Με έρευνά του ο Ramadas (2001) μελέτησε τις αντιλήψεις των μαθητών που σχετίζονται με τον καιρό, την ποιότητα και τις πηγές του νερού εστιάζοντας στη διεπιστημονική διάσταση των εννοιών αυτών. Στόχος της έρευνας ήταν η βελτίωση των προγραμμάτων σπουδών της Φυσικής. Τ' αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι μαθητές της 4^{ης} τάξης δυσκολεύτηκαν στην κατανόηση της υλικής υπόστασης του αέρα ενώ κατανόησαν έννοιες όπως της εξάτμισης και της συμπύκνωσης (Ramadas, 2001).

Οι Orion, (2002) και Gudovitch, (1997) εστίασαν στις γνωστικές πτυχές που εμπλέκονται εντός της εκπαιδευτικής προσέγγισης για τα συστήματα της γης. Γνωστικές πτυχές που περιλαμβάνουν υψηλής τάξης δεξιότητες της σκέψης, όπως συστήματα-κυκλικής σκέψης και αντιλήψεις των μεγεθών, των αναλογιών και των ποσοστών των διαδικασιών μεταξύ των διαφόρων συστημάτων της γης (Orion, 2002; Gudovitch, 1997).

Οι Lin και Hu (2003) προκάλεσαν 106 μαθητές της Α Γυμνασίου να σχεδιάσουν εννοιολογικούς χάρτες σχετικά με την ροή της ενέργειας και τον κύκλο της ύλης και μετά να τους αναλύσουν. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αποδεικνύουν ότι η πλειοψηφία των μαθητών απέτυχε να καθορίσει σχέσεις μεταξύ των διαφόρων εννοιών σχετικά με τον κύκλο της ύλης και τη ροή της ενέργειας (Lin & Hu, 2003).

Οι Kali, et al. (2003) πρότειναν ότι τα περιβαλλοντικά θέματα που σχετίζονται με την υδρόσφαιρα θα πρέπει να παρουσιάζονται στα πλαίσια των σχέσεων μεταξύ υδρόσφαιρας και των άλλων συστατικών του συστήματος της γης. Για παράδειγμα, ο κύκλος του νερού που είναι ένα πολύπλοκο σύστημα, για να το καταλάβουν οι μαθητές ουσιαστικά, θα πρέπει να κατανοήσουν την ακόλουθη σχέση μεταξύ των σφαιρών της γης: (α) της υδρόσφαιρας και

γεώσφαιρας (π.χ., χημική αποσάθρωση με διάλυση και καταβύθιση των μετάλλων σε θαλασσινό νερό), (β) της υδρόσφαιρας και της ατμόσφαιρας (π.χ., εξάτμιση και συμπύκνωση) και (γ) της υδρόσφαιρας, βιόσφαιρας και ατμόσφαιρας (π.χ., διαπνοή) (Kali, 2003). Επιπλέον διαπίστωσαν ότι η κατανόηση γύρω απ' τη δυναμική και την κυκλική φύση του φλοιού της γης επηρεάζεται από την ικανότητα των μαθητών να συνθέτουν τα συστατικά σε ένα συνεκτικό σύστημα. Η κυκλική σκέψη είναι η ικανότητα να αντιλαμβάνονται τη μετατροπή της ύλης, εντός και μεταξύ των συστημάτων της γης, ως μέρος μιας κυκλικής διαδικασίας, όπου το συνολικό ποσό της ύλης συντηρείται. Η αντίληψη αυτή περιλαμβάνει επίσης την κατανόηση ότι δεν υπάρχει αρχή ή τέλος στο πλαίσιο του κύκλου (Gudovitch, 1997, Kali, et al. 2003). Ωστόσο, οι περισσότερες δημοσιευμένες έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού, δεν έλαβαν υπόψη τη κυκλική δυναμική του συστήματος (Kali et al., 2003).

Η μελέτη των Nir Orion και Orit Ben-zvi-Assar (2005) διερεύνησε τις αντιλήψεις των μαθητών Γυμνασίου για τον κύκλο του νερού εντός των συστημάτων της γης. Το δείγμα ήταν 1.000 μαθητές από έξι αστικά σχολεία στο Ισραήλ. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές κατανοούν διάφορες υδροβιογεωλογικές διαδικασίες, αλλά οι περισσότεροι έχουν ανεπαρκή την κυκλική, δυναμική και συστημική αντίληψη ως προς το σύνολο του συστήματος. Είχαν μια ελλιπή εικόνα του κύκλου του νερού συμπεριλαμβανομένου προκαταλήψεων και παρανοήσεων γύρω από αυτό. Το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος της έρευνας ήταν ενήμερο για τα ατμοσφαιρικά μέρη του κύκλου του νερού, αλλά αγνοούσαν τα μέρη των υπόγειων υδάτων. Συγκεκριμένα οι μαθητές που είχαν συμπεριλάβει τα υπόγεια μέρη του συστήματος στον κύκλο του νερού, αντίληφθηκαν τα υπόγεια ύδατα ως στατικά, λίμνες κάτω από την επιφάνεια της γης. Αναμφίβολα μια σημαντική πηγή που προτείνεται από τα εναλλακτικά πλαίσια (Alternative frameworks) στον τρόπο διδασκαλίας αναφέρουν στην έρευνα τους οι Orion και Assarf (2005) είναι το επίπεδο αφαίρεσης που είναι απαραίτητο για την κατανόηση κρυμμένων φαινομένων και διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στα υπόγεια της γης. Φαίνεται ότι το νοητικό μοντέλο των μαθητών σχετικά με τα υπόγεια ύδατα ως μια στατική λίμνη κάτω από την επιφάνεια, προκύπτει από την πραγματική εμπειρία τους με το σύστημα νερού πάνω από την επιφάνεια της γης (Nir Orion & Orit Ben-zvi-Assar, 2005).

Οι Χρηστίδου και Χατζηνικήτα (2006) μελέτησαν τις αντιλήψεις παιδιών προσχολικής ηλικίας σχετικά με την ανάπτυξη των φυτών και το σχηματισμό βροχής. Στην έρευνα συμμετείχαν παιδιά προσχολικής ηλικίας (4,5 -6,5 ετών). Τα παιδιά κλήθηκαν να ζωγραφίσουν μια εικόνα από μια βροχερή μέρα. Οι μαθητές έδωσαν «νατουραλιστικές», «μη νατουραλιστικές» και «Συνθετικές» απαντήσεις. Οι συνθετικές απαντήσεις περιείχαν

στοιχεία των δύο πρώτων. Στις νατουραλιστικές απαντήσεις που δόθηκαν, τα παιδιά θεωρούσαν ότι το νερό προϋπήρχε σε κάποιο μέρος, κατέληγε στα σύννεφα κι έπεφτε σαν βροχή. Στις μη νατουραλιστικές απαντήσεις που δόθηκαν, υπήρχε το μεταφυσικό στοιχείο(ο θεός ρίχνει βροχή) ή το τελεολογικό στοιχείο(η βροχή είναι απαραίτητη για τα φυτά και τα ζώα γι' αυτό και υπάρχει)(Χρηστίδου & Χατζηνικήτα, 2006).

Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να εξηγήσουν απλά φαινόμενα της ατμόσφαιρας. Ο Rappaport (2009) πραγματοποίησε έρευνα με 8 φοιτητές του Πανεπιστημίου Maine με σκοπό τη διερεύνηση του επιπέδου στο οποίο κατανοούν οι φοιτητές το σχηματισμό των σύννεφων στην ατμόσφαιρα και πόσο αποτελεσματικά ενσωματώνουν θεμελιώδεις αρχές της ύλης και της ενέργειας στις εξηγήσεις τους. Μέσω συνεντεύξεων, δόθηκαν στους φοιτητές ερωτήσεις ως σενάρια καιρικών συνθηκών προκειμένου να τους δοθεί η ευκαιρία να σκέφτονται ολικά κι όχι να κάνουν διαχωρισμό διακριτών γεγονότων. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν χαμηλό επίπεδο εξηγήσεων των φοιτητών για φαινόμενα όπως της εξάτμισης και της συμπύκνωσης (Rappaport, 2009).

Στη μελέτη των Shepardson, Wee, Priddy και Harbor (2009) διερευνήθηκε κατά πόσο οι αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού διαφέρουν ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης καθώς και απ' το περιβάλλον απ' το οποίο προέρχονται οι μαθητές. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 1.298 μαθητές οι οποίοι φοιτούσαν σε σχολεία αστικών, ημιαστικών και αγροτικών περιοχών του Midwest των ΗΠΑ. Η εργασία για τον κύκλο του νερού αποτελούνταν από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος ζητήθηκε από τα παιδιά να σχεδιάσουν και να περιγράψουν τον κύκλο του νερού. Τα σχέδια των μαθητών αντιπροσωπεύουν πολλές φορές τις αντιλήψεις τους(Glynn & Duitt, 1995). Οι αντιλήψεις μπορούν να αναπαρασταθούν στα σχέδιά τους με λιγότερους περιορισμούς αφού οι μαθητές δεν μπορούν να δώσουν προκαθορισμένες απαντήσεις(White & Gunstone, 1992). Στο δεύτερο μέρος της εργασίας δόθηκαν διαγράμματα με τον κύκλο του νερού από τα βιβλία της Φυσικής χωρίς τις ετικέτες και τα βέλη. Στα διαγράμματα περιέχονταν παραδείγματα ανθρώπινων δραστηριοτήτων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τον κύκλο του νερού. Οι μαθητές κλήθηκαν παρατηρώντας τις εικόνες να περιγράψουν πώς παρουσιαζόταν ο κύκλος του νερού. Από την ανάλυση των περιπτώσεων εντοπίστηκαν 30 αντιλήψεις για τον κύκλο του νερού οι οποίες ομαδοποιήθηκαν στις 4 κατηγορίες:

1. Ο κύκλος του νερού ως αποθήκευση, μετασχηματισμός και μεταφορά σε πολλαπλά μονοπάτια
2. Ο κύκλος του νερού ως αποθήκευση και μετασχηματισμός του νερού
3. Ο κύκλος του νερού ως μετεωρολογικό φαινόμενο

4. Ο κύκλος του νερού ως σύνολο

Αντιλήφθηκαν περισσότερο τον κύκλο του νερού ως εξάτμιση, συμπύκνωση και βροχόπτωση και δεν εστίασαν στη μεταφορά του νερού στα ποτάμια ή στα ρεύματα. Από την έρευνα προέκυψε πως οι αντιλήψεις τους δεν επηρεάζονταν σημαντικά από τη βαθμίδα εκπαίδευσης τους ούτε από την κοινότητα των μαθητών. Οι περισσότεροι μαθητές αντιλήφθηκαν τον κύκλο του νερού ως μετατροπή του νερού από τη μια κατάσταση στην άλλη κι όχι ως μια διαδικασία που πραγματοποιείται μέσα στο σύστημα (Shepardson, Wee, Priddy & Harbor, 2009).

Στην έρευνα του Cardak (2009) συμμετείχαν 156 φοιτητές (ηλικίας 20-26) του Selcuk University Education Faculty της Τουρκίας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με εργαλεία τα σχέδια και τις συνεντεύξεις των φοιτητών του πανεπιστημίου με σκοπό τη διαπίστωση των παρανοήσεων της επιστημονικής εκπαίδευσης για τον κύκλο του νερού. Ζητήθηκε από τους φοιτητές να ζωγραφίσουν σε μια λευκή κόλλα τον κύκλο του νερού. Οι ζωγραφιές κατηγοριοποιήθηκαν σε πέντε επίπεδα με βάση τα εργαλεία των Kose (2008) και Reiss & Tunnicliffe (2001). Παρατηρήθηκε ότι περισσότεροι από τους μισούς φοιτητές είχαν περιεκτική ή μερική γνώση αφού πίστευαν ότι ο κύκλος του νερού σχετιζόταν με στοιχεία όπως επιφανειακά νερά, εξάτμιση, υγραποίηση και με την ατμόσφαιρα. Ενώ λιγότεροι από τους μισούς παρουσίασαν στοιχεία όπως είναι συμπύκνωση, υπόγεια νερά, έμβια όντα, έδαφος, ήλιος, αναπνοή, φωτοσύνθεση, διαπνοή και σπατάλη νερού στα σχέδια που έφτιαξαν. Όλα τα παραπάνω δείχνουν ότι η γνώση των φοιτητών σχετικά με τον κύκλο του νερού περιορίζεται στη ροή του νερού σε μη έμβια συστήματα. Πιστεύουν δηλαδή, ότι ο κύκλος του νερού είναι μόνο η εξάτμιση νερού από τη γη προς την ατμόσφαιρα και η επιστροφή στη γη από την ατμόσφαιρα με συμπύκνωση. Περισσότεροι από τους μισούς δεν έχουν λάβει καθόλου υπόψη τον ήλιο ο οποίος ενεργοποιεί τον κύκλο του νερού. Ακόμη φάνηκε ότι οι περισσότεροι δεν κατανοούν ότι τα στενά υπόγεια νερά λαμβάνονται από τις ρίζες των φυτών και ανατροφοδοτούνται στην ατμόσφαιρα από την επιφάνεια των φύλλων των φυτών κατά τις διαδικασίες της διαπνοής και φωτοσύνθεσης. Μια σημαντική πλειοψηφία φοιτητών δεν έδωσε έμφαση στη διαδικασία αναπνοής που γίνεται στους ζωντανούς οργανισμούς (Cardak, 2009).

Στην έρευνα των Havu-Nuutinen, Kärkkäinen και Keinonen (2011) μελετήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών για το νερό. Συγκεκριμένα στόχος της έρευνας ήταν να μελετηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών για το νερό πριν και μετά τη διαδικασία διδασκαλίας της μάθησης καθώς και η μελέτη της αλλαγής των αντιλήψεων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας διδασκαλίας και εκμάθησης. Στην έρευνα συμμετείχαν 67 μαθητές των βαθμίδων

4 και 5, ενός δημοτικού σχολείου στα ανατολικά της Φινλανδίας. Στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης ζητήθηκε από τους μαθητές να σχεδιάσουν κάτι σχετικά με το νερό καθώς και να γράψουν τα όσα γνώριζαν γι' αυτό. Οι μαθητές στην φάση αυτή της έρευνας συσχέτισαν το ρόλο του νερού με καθημερινές συνήθειες όπως πλύσιμο, κατανάλωση νερού, κολύμπι και ψάρεμα. Είναι δύσκολο να κατανοηθεί το νερό ως ένα σύστημα στο οποίο αλληλοσυνδέονται πολλά υποσυστήματα. Οι μαθητές δεν κατανοούν τις επιστημονικές αντιλήψεις σχετικά με τμήματα συστημάτων τα οποία δεν είναι εμφανή όπως το νερό στους υδροφόρους ορίζοντες, το νερό στα συστήματα επεξεργασίας νερού ή οι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα. Ακόμη κι όταν οι μαθητές αναγνωρίζουν πως υπάρχει νερό υπόγεια, οι συνδέσεις με άλλα συστήματα, όπως τα συστήματα επιφανειακών υδάτων ή τ' ανθρώπινα συστήματα, παραμένουν ασαφή για πολλούς. Η ατελής κατανόηση του νερού ως συστημική διαδικασία δυσχεραίνει τους μαθητές να εντοπίζουν και να διατηρούν το νερό που εισέρχεται ή εξέρχεται από τα συνδεδεμένα συστήματα ύδατος (Covit et. al., 2009). Ακολούθησαν διδασκαλίες από καθηγητές Φυσικής. Οι μαθητές πειραματίστηκαν κι ασχολήθηκαν με δραστηριότητες σχετικές με το νερό. Στη συνέχεια τους ζητήθηκε να καταγράψουν τις ιδέες τους σχετικά με το νερό. Οι αντιλήψεις τους και οι απόψεις τους διατυπώθηκαν με όρους φυσικής, τεχνολογίας αναφερόμενοι οι περισσότεροι και στον κύκλο του νερού (Havu-Nuutinen & Kärkkäinen & Keinonen, 2011).

Μια έρευνα των Ben, Assaraf, Eshach, Orion και Alamour (2012) στόχευε στη μελέτη των διαφορών των αντιλήψεων των μαθητών, που ζουν σε αγροτικές και ημι-αστικές περιοχές του Ισραήλ, για τον κύκλο του νερού. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με 72 μαθητές εκ των οποίων οι 36 ζούσαν σ' ένα μικρό οικισμό Βεδουίνων και ζούσαν σε σκηνές. Οι υπόλοιποι 36 μαθητές ήταν Εβραίοι ανήκαν στη μεσαία τάξη, ζούσαν σε μια μικρή πόλη στο βόρειο τμήμα του Ισραήλ. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα ήταν: ζωγραφιές, ανοιχτές συνεντεύξεις και Repertory Grids. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι μαθητές της αγροτικής περιοχής έδωσαν απαντήσεις πλησιέστερες στα νοητικά μοντέλα και επιστημονικά πρότυπα για τον κύκλο του νερού. Οι μαθητές απάντησαν σε ερωτήσεις σχετικές με τα θέματα: α) εξάτμιση και συμπύκνωση, σχηματισμός σύννεφων β) υδρόσφαιρα, το νερό πέφτει στη γη ως βροχόπτωση γ) βιόσφαιρα, το νερό είναι απαραίτητο στοιχείο για τη φύση δ) γεώσφαιρα, το νερό από τη βροχή πέφτει στη γη, διεισδύει στο έδαφος και στα υπόγεια ύδατα. Σχετικά λοιπόν με την ατμόσφαιρα οι μαθητές επικεντρώνονται μόνο στο άνω μισό του κύκλου του νερού μεταξύ της επιφάνειας της γης και της ατμόσφαιρας. Οι μαθητές παρουσιάζουν ιδιαίτερες δυσκολίες στην κατανόηση του φαινομένου της εξάτμισης. Δεν συνδέουν τις ανθρώπινες καθημερινές δραστηριότητες όπως η κατανάλωση του νερού και η ρύπανση με τον κύκλο του νερού. Δεν καταλαβαίνουν πως αυτές οι δραστηριότητες επηρεάζουν τη διανομή υδάτινων πόρων. Οι μαθητές καταδεικνύουν μια κακή κατανόηση

της σχέσης των φυτών με τα υπόγεια ύδατα. Απ' όλα τα συστήματα της γης η κατανόηση της γεώσφαιρας από τους μαθητές είναι πιο ανεπαρκής. Οι περισσότεροι μαθητές αντιλαμβάνονται το νερό ως ένα αποσυνδεδεμένο σύστημα ως μια στατική λίμνη. Οι ζωγραφιές των μαθητών αναλύθηκαν με την τεχνική Grid. Σε αυτές οι ερευνητές διέκριναν στοιχεία όπως της βροχής, των σύννεφων, του ήλιου, του ατμού, των φυτών, του εδάφους και των βράχων (Ben, Assaraf, Eshach, Orion & Alamour, 2012).

Με βάση τα σχέδια των παιδιών αλλά και με ημι-δομημένες συνεντεύξεις, οι Villarroel και Ros (2013) μελέτησαν την κατανόηση του μηχανισμού της βροχόπτωσης από μαθητές των πρώτων τάξεων του Δημοτικού. Το δείγμα της έρευνας αποτελούσαν 124 παιδιά από τέσσερα σχολεία της Ισπανίας. Τα παιδιά ανήκαν σε δύο διαφορετικές βαθμίδες, από την τελευταία τάξη της προσχολικής εκπαίδευσης(5-6 ετών) κι από την πρώτη τάξη του Δημοτικού(6-7 ετών). Οι ερευνητές έθεσαν στα παιδιά, με τη μορφή διαλόγου, τις εξής ερωτήσεις:

- Από πού προέρχεται η βροχή;
- Πού πηγαίνει η βροχή αφού πέσει;
- Μερικές φορές μετά τη βροχή υπάρχουν λακκούβες γεμάτες με νερό αλλά εξαφανίζονται, γιατί συμβαίνει αυτό;
- Από τι αποτελούνται τα σύννεφα;

Απ' τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει πως οι απόψεις των μαθητών για το πού καταλήγει η βροχή ποικίλουν. Άλλες είναι επιστημονικού ενδιαφέροντος κι άλλες είναι απλοποιημένες με βάση τις εμπειρίες των μαθητών. Ως προς τις ζωγραφιές των μαθητών οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μεταξύ πέντε και επτά ετών, τα παιδιά αναπτύσσουν εννοιολογική κατανόηση τους σχηματισμού της βροχής, αρχίζουν να περιλαμβάνουν στα σχέδια τους στοιχεία όπως δεξαμενές νερού. Μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα παιδιά ηλικίας 5 ετών έχουν μια πιο εμπλουτισμένη αναπαράσταση του σχηματισμού βροχής, δεδομένου ότι στα σχέδια τους έχουν περισσότερα στοιχεία που σχετίζονται με το νερό και την κατανόηση της βροχής (Villarroel & Ros, 2013).

Ο Savva (2014) εξέτασε τις απαντήσεις μιας ημι-δομημένης συνέντευξης και σχεδίων σε δείγμα 20 παιδιών ηλικίας 3 και 5 ετών, σχετικά με το θέμα του μηχανισμού των βροχοπτώσεων. Το ερευνητικό πρόγραμμα αναλύει την εννοιολογική κατανόηση του σχηματισμού της βροχής από τα παιδιά και συγκρίνει τις απαντήσεις και τα σχέδια με βάση την ομάδα ηλικίας τους. Γίνεται σύγκριση και εντοπισμός των διαδρομών των σχεδίων των μαθητών που ζούσαν στο Kent- England και στο Basque- Country – Spain. Η απόδειξη της εννοιολογικής κατανόησης των παιδιών του μηχανισμού των βροχοπτώσεων στη μελέτη του

Stavros Savva (2014) προβλέπει ότι μπορεί να οδηγήσει σε μια προσέγγιση από τους δασκάλους περισσότερο εξοπλισμένη για την αντιμετώπιση των παρανοήσεων κατά την εισαγωγή των παιδιών στα επιστημονικά φαινόμενα, όπως ο κύκλος του νερού. Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στις τέσσερις έννοιες των βροχοπτώσεων είναι οι εξής:

- Ως προς τη φύση της βροχής η πιο συχνή απάντηση των παιδιών στην ερώτηση «τι πιστεύετε ότι είναι η βροχή;» ήταν «νερό» και στις 2 ηλικιακές ομάδες. Όταν ζητήθηκε από τα παιδιά να μιλήσουν για τον σχηματισμό των σταγόνων της βροχής τα περισσότερα παιδιά στην ομάδα των 3 ετών εξήγησαν πως το νερό είναι μπλε. Άλλες απαντήσεις συμπεριλάμβαναν συνδυασμούς του μπλε και γκρι, μαύρου και τυρκουάζ. Κάποια παιδιά απάντησαν πως το νερό είναι μπλε άρα και η βροχή αλλά επειδή η βροχή πέφτει γρήγορα δεν βλέπεις το χρώμα τους.
- Ως προς την πηγή της βροχής η πλειοψηφία των παιδιών και στις 2 ομάδες εξήγησε πως η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα. Αν και τα δύο από τα τρία παιδιά αναφέρουν τον Θεό ως αιτία βροχής στις απαντήσεις τους περιλάμβαναν και τα σύννεφα ή τον ουρανό που εμπλέκονται στο σχηματισμό της βροχής.
- Η πλειοψηφία των παιδιών που δεν αναγνώρισαν τα σύννεφα ως πηγή βροχής αναγνώρισαν τον ουρανό ως στοιχείο απ' όπου προέρχεται η βροχή. Κάποια από τα μεγαλύτερα παιδιά έδειξαν να κατανοούν τον κύκλο του νερού και κυρίως το φαινόμενο της εξάτμισης. Αυτό όμως έγινε αργότερα φανερό όταν τέθηκαν ερωτήσεις σχετικές με το φαινόμενο.
- Ως προς τη σύνδεση βροχής και σύννεφων μόνο ένα παιδί από τα είκοσι παιδιά που συμμετείχαν σε συνέντευξη ηλικίας 3 ετών δεν ήταν σε θέση να προσδιορίσει τα σύννεφα που αλλάζουν χρώμα όταν βρέχει. Η πλειοψηφία των παιδιών έκανε σύνδεση του χρώματος των σύννεφων με τη βροχή ενώ στα παιδιά ηλικίας 5 ετών η πιο δημοφιλής σχέση με τη βροχή ήταν τα μαύρα σύννεφα. Πολλά παιδιά χρησιμοποίησαν συνδυασμό χρωμάτων για να περιγράψουν τη σχέση μεταξύ βροχής και σύννεφων (σύννεφα μαύρα γκρίζα και λευκά όταν βρέχει, τα σύννεφα είναι μαύρα ή γκρίζα όταν βρέχει, τα σύννεφα φαίνονται πιο σκούρα και γκρίζα όταν βρέχει). Η πλειοψηφία των παιδιών επέλεξε μόνο ένα χρώμα για να περιγράψει τη σχέση αυτή.
- Οι μαθητές στην περίπτωση «πού πηγαίνει το νερό της βροχής;» η πιο δημοφιλής απάντηση που έδωσαν ήταν ότι το έδαφος απορροφά το νερό της βροχής. Μόνο ένα παιδί συνέδεσε το νερό και τα σύννεφα με την έννοια της εξάτμισης. Μόνο ένα παιδί ηλικίας τριών ετών έδωσε απάντηση που να πλησιάζει την επιστημονική εξήγηση και υπήρχαν κάποια στοιχεία του κύκλου του νερού στην απάντησή του.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας συμπεραίνουμε πως τα παιδιά ηλικίας 5 ετών μπορούν να συμπεριλάβουν στις απαντήσεις τους τις έννοιες του κύκλου του νερού, σε σχέση με τα παιδιά ηλικίας 3 ετών. Σχεδόν καμιά από τις απαντήσεις των παιδιών 3 ετών δεν συνδεόταν με οποιαδήποτε αντίληψη σχετικά με την εξάτμιση και τη συμπύκνωση. Τις περισσότερες φορές, τα παιδιά που γνώριζαν τις αλλαγές στα χρώματα των νεφών πριν τη βροχόπτωση ήταν επίσης σε θέση να προσδιορίσουν τα σύννεφα ως πηγή βροχής. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι, αν τα παιδιά μπορούν να παρατηρήσουν τις αλλαγές στα σύννεφα όταν βρέχει, η σύνδεση μεταξύ σύννεφα και βροχή μπορεί στη συνέχεια να γίνει μια πιο εύκολη ιδέα για να καταλάβουν. Παρά το γεγονός ότι η πλειοψηφία των παιδιών και στις δυο ομάδες ήταν σε θέση να προσδιορίσουν τα σύννεφα ως πηγή της βροχής, δεν μπορούσαν να καταλάβουν από τι είναι κατασκευασμένα τα σύννεφα. Περισσότερα παιδιά ηλικίας 5 από ότι ηλικίας 3 δήλωσαν ότι τα σύννεφα είναι από νερό. Η πιο συχνή απάντηση των παιδιών ηλικίας 3, ανεξάρτητα από τι έγιναν τα σύννεφα, ανέφεραν ότι είναι αφράτα και μαλακά πράγματα, λαμβάνοντας υπόψη ότι στα παιδιά ηλικίας 5, η πιο συχνή απάντηση τους ήταν ότι τα σύννεφα είναι από νερό. Η σύνθεση των νεφών είναι ένα κρίσιμο στοιχείο για την κατανόηση του κύκλου του νερού, δεδομένου ότι περιλαμβάνει και τις δύο έννοιες της εξάτμισης και συμπύκνωσης. Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στη μελέτη του Savva, όλα τα παιδιά θα πρέπει να εμπλουτίσουν και να αναθεωρήσουν ορισμένες πτυχές της κατανόησής τους για τη βροχή, προκειμένου να αναπτύξουν μια επιστημονικά ακριβή αντίληψη του κύκλου του νερού. Η αναθεώρηση είναι σίγουρα ο πιο δύσκολος και χρονοβόρος τρόπος ανάπτυξης εννοιολογικής κατανόησης παιδιών. Ωστόσο, είναι απαραίτητο, διαφορετικά τα παιδιά εκτίθενται σε νέα δεδομένα που δεν ταιριάζουν με την τρέχουσα αντίληψη τους, με αποτέλεσμα η αλλαγή μπορεί να είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί. Στην πραγματικότητα, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να γνωρίζουν τις τρέχουσες εννοιολογικές αντιλήψεις των μαθητών τους, προκειμένου να δομήσουν τα μαθήματα, ώστε να δώσουν τη δυνατότητα στα παιδιά να αναθεωρούν τις αρχικές αντιλήψεις τους εάν είναι απαραίτητο και κατάλληλα να τις εμπλουτίζουν, βασισμένοι σε στέρεα θεμέλια (Savva, 2014).

Οι Romine, Schaffer και Barrow (2015) με έρευνα περιέγραψαν την ανάπτυξη και επικύρωση μιας διαγνωστικής δοκιμής τριών διαστημάτων για τον κύκλο του νερού (DTWC). Τα ερευνητικά τους ερωτήματα αφορούσαν την αποτελεσματικότητα του DTWC στην αποκάλυψη παρερμηνειών σχετικά με τον κύκλο του νερού. Επίσης μελετήθηκαν οι επίμονες παρερμηνείες των προπτυχιακών φοιτητών σε σχέση με τον κύκλο του νερού καθώς και η τάση να παρουσιάζουν αυτές τις παρερμηνείες σε σχέση με τις προηγούμενες εμπειρίες τους. Το δείγμα της έρευνας ήταν 130 προπτυχιακοί φοιτητές από δύο Κολέγια ενώ στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Rasch. Με το μοντέλο αυτό επεκτάθηκαν στην έρευνά τους σε μια πολυεπίπεδη προσέγγιση πολλαπλών ερμηνειών. Απ' την έρευνα διαπιστώθηκε πως η

τάση προπτυχιακών φοιτητών να εκφράζουν παρανοήσεις σχετικά με τον κύκλο του νερού δεν άλλαξε σημαντικά από τις προηγούμενες εμπειρίες τους. Αυτό απεικονίζει την αναποτελεσματικότητα της διδασκαλίας. Το DTWC αποτελεί ένα έγκυρο και αξιόπιστο όργανο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία για τη μέτρηση της εννοιολογικής κατανόησης του νερού από τους μαθητές έτσι ώστε οι παρερμηνείες τους να μπορούν ν' αντιμετωπιστούν με ενημερωμένο κι εστιασμένο τρόπο. Τα συμπεράσματα μπορούν ν' αξιοποιηθούν στη διδακτική πράξη και να οδηγήσουν στην ανάπτυξη πιο ενδεδειγμένων τρόπων και αποτελεσματικών διδακτικών παρεμβάσεων με στόχο την εξάλειψη των εμποδίων στην κατανόηση του κύκλου του νερού (Romine, Schaffer & Barrow, 2015).

Συνοψίζοντας τ' αποτελέσματα των ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως οι περισσότερες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί αφορούσαν στην εξάτμιση και συμπύκνωση του νερού καθώς και στη δημιουργία της βροχής και των σύννεφων. Λιγότερες είναι οι έρευνες γύρω από τα υπόγεια ύδατα καθώς και των πηγών απελευθέρωσης νερού στην ατμόσφαιρα.

3.3. Ανασκόπηση ερευνών που αφορούν διδακτικές παρεμβάσεις για τον κύκλο του νερού

Μολονότι έχουν διερευνηθεί εκτενώς οι αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού είναι περιορισμένη η έρευνα που μελετά τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού.

Οι Costu, Ayas, Niaz, Unal και Calik (2007) ερεύνησαν τους τρόπους που μπορούσαν να διευκολύνουν 52 φοιτητές φυσικών επιστημών στην κατανόηση της έννοιας του βρασμού. Δόθηκε στους φοιτητές τεστ με 9 ερωτήσεις το οποίο συμπληρώθηκε πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Η διδασκαλία στηρίχθηκε στην κατασκευή δραστηριοτήτων με σκοπό την κατανόηση του φαινομένου του βρασμού. Από τ' αποτελέσματα της έρευνας συμπεραίνουμε πως οι διδακτικές δραστηριότητες που κατασκευάστηκαν διευκόλυναν τους φοιτητές στην κατανόηση του έννοιας του βρασμού (Costu, Ayas, Niaz, Unal & Calik, 2007).

Οι Borton, Satre και Wilcox (2011) εφάρμοσαν ένα σχέδιο μαθήματος τριών διδακτικών ωρών για το σχηματισμό των σύννεφων. Οι μαθητές στηριζόμενοι στις αντιλήψεις τους δημιούργησαν τεστ με τα σενάρια που ταίριαζαν σε αυτές. Οι δάσκαλοι στηριζόμενοι στις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών τους μπορούσαν να τους οδηγήσουν στην επιστημονική γνώση (Borton, Satre & Wilcox, 2011).

Σε έρευνα των Forbes, Zangori και Schwarz (2015) μελετήθηκε η ερμηνεία, η διαπραγμάτευση και η αναθεώρηση των εξηγήσεων των μαθητών που βασίζονται σε επιστημονικά μοντέλα σχετικά με τα υδρολογικά φαινόμενα και ειδικότερα για τον κύκλο του νερού. Μελετήθηκε η ανάπτυξη ενός συνόλου εμπειρικών μαθησιακών επιδόσεων που ενσωματώνουν βασικές έννοιες επιστημονικής μοντελοποίησης. Παράλληλα έγινε ανάλυση των απόψεων των μαθητών που βασίζονται στο επιστημονικό μοντέλο. Τα νοητικά μοντέλα ορίζονται ως αναπαραστάσεις συστημάτων οι οποίες χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική κοινότητα με σκοπό την απεικόνιση, την πρόβλεψη και την εξήγηση ενός συστήματος. Η επιστημονική μοντελοποίηση θεωρείται ως βασική επιστημονική πρακτική στην οποία οι μαθητές πρέπει να συμμετέχουν (NGSS Lead States, 2013). Τα αποτελέσματα της μελέτης ενισχύουν τ' αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών σχετικά με την εννοιολογική κατανόηση. Οι μαθητές τόνισαν σε μεγάλο βαθμό την απόδοση της βροχής σε «βαριά σύννεφα» και ψύχους υδρατμών στον αέρα. Οι περισσότεροι μαθητές εστίασαν την προσοχή τους σε γεωσφαιρικά στοιχεία του κύκλου του νερού ενώ οι εξηγήσεις τους για έννοιες που αφορούσαν την αλλαγή κατάστασης του νερού ήταν σχετικά αδύναμες (Forbes, Zangori & Schwarz, 2015).

Οι Vo, Forbes, Zangori και Schwarz (2015), διερεύνησαν με τη χρήση ποιοτικών ερευνητικών μεθόδων τους τρόπους που οι εκπαιδευτικοί εντάσσουν την επιστημονική μοντελοποίηση στη διδασκαλία τους σχετικά με τον κύκλο του νερού. Σκοπός της έρευνας ήταν η εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές μοντελοποίησης καθώς και η βελτίωση των υλικών της διδασκαλίας καθώς και των προγραμμάτων σπουδών. Δεδομένου ότι οι εκπαιδευτικοί παίζουν καθοριστικό ρόλο στην καλλιέργεια των περιβαλλόντων μάθησης της επιστήμης, οι έρευνες σχετικά με τις ιδέες των εκπαιδευτικών για την επιστημονική μοντελοποίηση είναι περιορισμένες. Μελετήθηκαν οι βασικές γραμμές των ιδεών των εκπαιδευτικών σχετικά με την επιστημονική μοντελοποίηση καθώς και τις πρακτικές διδασκαλίας γύρω από τα επιστημονικά μοντέλα. Τόσο οι πρακτικές μοντελοποίησης όσο και οι επιστημολογικές σκέψεις είναι ιδιαίτερης σημασίας στα περιβάλλοντα μάθησης. Τ' αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν πως οι εκπαιδευτικοί διατυπώνουν ιδέες σχετικά με την επιστημονική μοντελοποίηση δίνοντας έμφαση σε αυτές κι όχι τόσο στις επιστημολογικές σκέψεις. Στις συνεντεύξεις τους οι 6 δάσκαλοι του δείγματος τόνισαν την κατασκευή και τη χρήση μοντέλων. Παρατηρήθηκαν σταθερές τάσεις μεταξύ των ιδεών των εκπαιδευτικών για την επιστημονική μοντελοποίηση και τις πρακτικές διδασκαλίας τους για την υποστήριξη της συλλογιστικής των μαθητών για τον κύκλο του νερού. Τα στοιχεία της έρευνας δείχνουν διαφορετικές ευκαιρίες συμμετοχής των μαθητών στην επιστημονική μοντελοποίηση. Οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν πρόσθετες υποστηρίξεις της διδασκαλίας τους με επιστημονικά μοντέλα προκειμένου οι μαθητές να έχουν ακριβείς αναπαραστάσεις της

πραγματικότητας και της κατανόησης του κύκλου του νερού. Οι εκπαιδευτικοί αξιοποίησαν τις αντιλήψεις τους για την επιστημονική μοντελοποίηση, ενεργοποίησαν το ενδιαφέρον των μαθητών, ώθησαν τους μαθητές στο άνοιγμα συζητήσεων για τα μοντέλα του νερού. Με την μελέτη αυτή ενισχύθηκαν τα ευρήματα τόσο για τις επιστημονικές πρακτικές όσο και για τις επιστημολογικές σκέψεις (Vo, Forbes, Zangori & Schwarz, 2015).

Σε πρόσφατη έρευνα των Zangori, Vo, Forbes και Schwarz (2017) μελετήθηκε η επιστημονική μοντελοποίηση ως βασική πρακτική που θα οδηγήσει τους μαθητές στην εννοιολογική κατανόηση των φυσικών συστημάτων της γης και ειδικότερα των συστημάτων που συνδέονται με τα υπόγεια ύδατα. Στην έρευνα συμμετείχαν φοιτητές που είχαν εμπλακεί σ' ένα πενταετές πρόγραμμα στις Ηνωμένες Πολιτείες, με σκοπό τη διαμόρφωση των εξηγήσεων των φοιτητών για τον κύκλο του νερού μέσω της βελτίωσης των υλικών του προγράμματος σπουδών. Διερεύνησαν τους τρόπους με τους οποίους οι εκπαιδευτικοί ενισχύουν στη διδασκαλία τους το επιστημονικό πρότυπο και κατά πόσο μια ενότητα διδακτέας ύλης με θέμα τον κύκλο του νερού μπορούσε να διδαχθεί με την επιστημονική μοντελοποίηση. Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να μεσολαβούν, να μετασχηματίζουν, να αναδιατάσσουν, να οργανώνουν, να ομαδοποιούν και να πλαισιώνουν την επιστημονική συλλογιστική των μαθητών τους για τα φαινόμενα μέσω της επιστημονικής μοντελοποίησης (Halloun, 2007). Θα πρέπει να δημιουργούν το κατάλληλο πλαίσιο για να είναι αποτελεσματική η διδασκαλία, μέσω συγκεκριμένων πρακτικών όπως:

- Να θέτουν ερωτήσεις στους μαθητές σχετικά με τις εμπειρίες τους
- Να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τα μοντέλα και να βοηθήσουν τους μαθητές στο να δίνουν εξηγήσεις για το πώς πώς αναθεώρησαν τις αρχικές τους αντιλήψεις,
- Να παρέχουν στους μαθητές ευκαιρίες συνεργασίας και ανάπτυξης μοντέλων συναίνεσης
- Να δημιουργούν εναλλακτικές αντιλήψεις γύρω από ένα φαινόμενο (Gilbert, 2004; Halloun, 2007; Oh & Oh, 2011; Zangori et. al., 2015).

Το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο στηρίχθηκε η έρευνα βασίζεται στην παραγωγή επιστημονικών εξηγήσεων μέσω επαναληπτικών κύκλων των πρακτικών της μοντελοποίησης (Clement, 2000; Forbes et.al., 2015; Gilbert, 2004). Οι φοιτητές ανέπτυξαν ένα αρχικό μοντέλο γνώσεων στηριζόμενοι στις προηγούμενες γνώσεις τους σχετικά με τα υπόγεια ύδατα. Χρησιμοποίησαν αυτό το μοντέλο για να κάνουν προβλέψεις και να δημιουργήσουν επιστημονικές εξηγήσεις για τον κύκλο του νερού. Στη συνέχεια αξιολόγησαν τις εκτιμήσεις τους και αναθεώρησαν το αρχικό μοντέλο εξηγήσεων με τη νέα κατανόηση. Από την έρευνα προέκυψε το συμπέρασμα πως στα περιβάλλοντα μάθησης όπως

είναι η σχολική τάξη θα πρέπει να προστεθούν τα επιστημονικά μοντέλα μάθησης όπου οι μαθητές θα έχουν την ευκαιρία ν' αναπτύξουν, ν' αξιολογήσουν, ν' αναθεωρήσουν τα αρχικά τους πρότυπα. Στη διδακτέα ύλη αλλά και στη διδασκαλία θα πρέπει να περιλαμβάνονται και να δίνονται ευκαιρίες στους μαθητές ώστε να εργάζονται με πολλαπλές αναπαραστάσεις προκειμένου ν' αναπτύξουν τις δικές τους εικόνες για κάποιο φαινόμενο (Gilbert, 2004). Τα υλικά σπουδών θα πρέπει να είναι κατάλληλα και να έχουν σχέση με την επιστημονική μοντελοποίηση. Με αυτόν τον τρόπο θα λειτουργούν τα υλικά αυτά υποστηρικτικά για τους μαθητές αλλά και για τους εκπαιδευτικούς αφού θα ενισχύουν τη διδασκαλία και τη μάθηση ενώ παράλληλα θα βελτιώνεται το πρόγραμμα σπουδών (Zangori, Vo, Forbes & Schwarz, 2017).

Σε έρευνα των Lee, Jones και Chesnutt (2017) μελετήθηκαν οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών με στοιχειώδη προϋπηρεσία, σε θέματα κατανόησης πολύπλοκων συστημάτων όπως τον κύκλο του νερού. Το δείγμα αποτέλεσαν 67 δάσκαλοι με προϋπηρεσία και 69 εκπαιδευτικοί με στοιχειώδη προϋπηρεσία. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή δεδομένων ήταν οι ημι-δομημένες συνεντεύξεις και τα ερωτηματολόγια.

Σύμφωνα με τ' αποτελέσματα της έρευνας και οι δύο ομάδες εκπαιδευτικών αντιμετώπισαν δυσκολίες κατά την εφαρμογή συστημάτων σκέψης και μοντέλα της επιστήμης για τον κύκλο του νερού. Παρουσιάστηκαν εμπόδια όπως δυσκολία στην ταυτοποίηση και στον εντοπισμό των πολλαπλών σχέσεων και αλληλεπιδράσεων στο σύστημα του κύκλου του νερού. Η αλληλεπίδραση δύο υποσυστημάτων όπως των στοιχείων της ατμόσφαιρας και των στοιχείων της υδρόσφαιρας ή στοιχεία που αφορούν τη γη με τα υπόγεια ύδατα, δημιουργούσαν δυσκολίες στους εκπαιδευτικούς του δείγματος. Οι εκπαιδευτικοί του δείγματος επέλεξαν τον κύκλο του νερού ως πλαίσιο και σύνθετο σύστημα αλληλεπιδράσεων μεταξύ των υποσυστημάτων. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δείχνουν πως οι δάσκαλοι εστιάζουν μόνο στις ατμοσφαιρικές συνιστώσες σχετικά με τον κύκλο του νερού αφού περιγράφουν περιορισμένες αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ατμόσφαιρας και της υδρόσφαιρας εξαιρώντας τη γεώσφαιρα. Οι εκπαιδευτικοί ήταν αβέβαιοι σχετικά με τη διατήρηση της ύλης ενώ δεν εφαρμόζαν στη διδασκαλία τους συστηματική προσέγγιση των επιστημονικών μεθόδων. Αυτό υποδηλώνει πως θα πρέπει να μελετηθούν τρόποι αναδιάρθρωσης των μαθημάτων μέσω επιστημονικών μεθόδων και πιο αποτελεσματικών παιδαγωγικών προσεγγίσεων (Lee, Jones & Chesnutt, 2017).

3.4. Συζήτηση- Πρωτοτυπία της εργασίας

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και αφορούν τη μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών για τον κύκλο του νερού (βλ. ενότητα 3.2) προκύπτει πως έχουν διερευνηθεί οι αντιλήψεις των μαθητών για φαινόμενα του κύκλου του νερού όπως η εξάτμιση, η συμπύκνωση, οι βροχοπτώσεις, τα σύννεφα κ. ά. Ειδικότερα, από το 1930 έως και σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί σχετικές έρευνες για τον κύκλο του νερού σε μεγάλο εύρος ηλικιών όπως σε μαθητές προσχολικής και σχολικής ηλικίας, σε φοιτητές ή ακόμα και εκπαιδευτικούς με ελάχιστη ή με μεγαλύτερη προϋπηρεσία. Σε αυτό το πλήθος των ερευνών έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα μέσα συλλογής δεδομένων όπως ερωτηματολόγια με ανοικτού και κλειστού τύπου ερωτήσεις, ατομικές συνεντεύξεις, ιχνογραφήματα κ.ά. Αυτά τα εργαλεία σε πολλές έρευνες χρησιμοποιήθηκαν μεμονωμένα και ξεχωριστά ενώ σε άλλες έρευνες χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά.

Παρόλο που έχουν διερευνηθεί εκτενώς οι αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού, η έρευνα που μελετά τη συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού, είναι περιορισμένη (βλ. ενότητα 3.3). Ιδιαίτερα περιορισμένη είναι και η έρευνα που εστιάζεται στη μελέτη της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων στις εξηγήσεις και τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών για τον κύκλο του νερού. Απ' τη βιβλιογραφία προκύπτει πως απουσιάζουν εργασίες που να μελετούν διακριτά τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

Οι παραπάνω διαπιστώσεις εγείρουν το θέμα της ανάπτυξης και αξιολόγησης εκπαιδευτικού υλικού με θέμα τον κύκλο του νερού σε μαθητές Δημοτικού που να προάγει την ποιότητα των επιχειρημάτων τους. Η πρωτοτυπία της εργασίας έγκειται στο ότι διερευνά την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης για τον κύκλο του νερού και πώς αυτά τα επιχειρήματα μεταβάλλονται μετά από διδακτική παρέμβαση με τη χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

3.5. Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού. Επίσης πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν διδακτικές παρεμβάσεις, όπως προκύπτει από την ελληνική και ξένη βιβλιογραφία. Τέλος, παρουσιάστηκε η συζήτηση των ερευνητικών αποτελεσμάτων και καταδείχθηκε η πρωτοτυπία της εργασίας.

Κεφάλαιο 4^ο: Μεθοδολογία

4.1. Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία. Αποτελείται από έξι ενότητες. Αναλυτικότερα, στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται το δείγμα της έρευνας (ενότητα 4.2.). Στην ενότητα 4.3. γίνεται αναφορά στις φάσεις της ερευνητικής διαδικασίας. Στην τρίτη ενότητα παρουσιάζονται τα ερευνητικά εργαλεία συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα(ενότητα 4.4.). Η τέταρτη ενότητα αναφέρεται στο εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε (ενότητα 4.5.). Στην ενότητα 4.6. παρουσιάζεται η μέθοδος συλλογής των δεδομένων. Στην ενότητα 4.7. παρουσιάζεται η μέθοδος ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας.

4.2. Το δείγμα της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2019, σε δημόσιο 12/Θ Δημοτικό σχολείο της Ρόδου. Το σχολείο βρισκόταν σε χωριό της Ρόδου κι όχι στην πόλη της Ρόδου.

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 36 μαθητές δύο τμημάτων της Δ' τάξης του Δημοτικού. Από το σύνολο του δείγματος, οι 20 μαθητές ήταν κορίτσια και οι 16 μαθητές ήταν αγόρια. Η ηλικία των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν 9-10 ετών. Ως προς το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο των μαθητών η πλειοψηφία ανήκε στο μεσαίο έως υψηλό επίπεδο και προέρχονται από οικογένειες με μέση έως υψηλή μόρφωση. Η υπηκοότητα των μαθητών είναι ελληνική.

Οι μαθητές είχαν διδαχθεί τον μήνα Νοέμβριο του 2018, την ενότητα της Γλώσσας του σχολικού εγχειριδίου με τίτλο «Πρώτα το νερό τι τρέχει». Σε αυτή την ενότητα έγινε απλή αναφορά για το φαινόμενο του κύκλου του νερού.

4.3. Φάσεις της ερευνητικής διαδικασίας

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη σε δύο φάσεις.

Στην πρώτη φάση αναπτύχθηκε το εκπαιδευτικό υλικό και διαμορφώθηκε ένα ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο περιείχε ερωτήσεις προκειμένου να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών για την εξάτμιση του νερού, τον σχηματισμό των σύννεφων και της βροχής καθώς και για την κατάληξη του νερού της βροχής. Επίσης, συγκροτήθηκε και το εκπαιδευτικό υλικό (φύλλα εργασίας, προσομοιώσεις στο Scratch).

Στη δεύτερη φάση, συμπληρώθηκε από τους μαθητές το ερωτηματολόγιο πριν τη διδακτική παρέμβαση. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι διδακτικές παρεμβάσεις όπου εφαρμόστηκε και το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε. Η διδακτική παρέμβαση διήρκησε περίπου 6 εβδομάδες. Τέλος, συμπληρώθηκε το αρχικό ερωτηματολόγιο από τους μαθητές προκειμένου να μελετηθούν οι αλλαγές στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών για τον κύκλο του νερού.

Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από τους μαθητές μέσα στην τάξη, τρεις μέρες πριν από τη διδακτική παρέμβαση. Επίσης, δόθηκε στους μαθητές να το συμπληρώσουν για δεύτερη φορά μια εβδομάδα μετά τη λήξη της διδακτικής παρέμβασης. Ακολούθως, έγινε η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας.

4.4. Το εκπαιδευτικό υλικό

4.4.1. Η συγκρότηση του εκπαιδευτικού υλικού

Το εκπαιδευτικό υλικό της παρούσας εργασίας συγκροτήθηκε από την ερευνήτρια κι είχε στόχο την αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών και τη βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για τον κύκλο του νερού. Το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, βασίστηκε διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω επιστημονικών πρακτικών» με χρήση του μαθησιακού μοντέλου 5E (Bybee et al., 2006) και των ΤΠΕ (βλ. Σχήμα 4.1.).



Σχήμα 4.1. Συγκρότηση ενοποιημένου διδακτικού υλικού για την μελέτη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για τον κύκλο του νερού.

Συγκεκριμένα, το διδακτικό υλικό που συγκροτήθηκε αποτελείται από δύο ενότητες: α) εξάτμιση του νερού(βλ. πίνακα 4.1.) και β) σύννεφα, βροχή, υπόγεια ύδατα(βλ. πίνακα 4.2.)

Πίνακας 4.1. Οι φάσεις διδασκαλίας, οι δραστηριότητες και οι Επιστημονικές Πρακτικές διδασκαλίας της ενότητας «Εξάτμιση του νερού»

Ενότητες	Φάσεις διδασκαλίας	Δραστηριότητες	Επιστημονικές Πρακτικές
Εξάτμιση νερού	Ενεργοποίηση	Δραστηριότητα Α	Υποβολή ερωτημάτων Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων
	Διερεύνηση	Δραστηριότητα Β	Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων
	Επεξήγηση	Δραστηριότητα Γ	Συγκρότηση εξηγήσεων Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία
	Επεξήγηση	Δραστηριότητα Δ	Συγκρότηση εξηγήσεων Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία
	Επεξήγηση	Δραστηριότητα Ε	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων Συγκρότηση εξηγήσεων
	Επεξεργασία/ Εφαρμογή	Δραστηριότητα ΣΤ'	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά

			στοιχεία Συγκρότηση εξηγήσεων
	Αξιολόγηση	Δραστηριότητα Ζ'	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία Συγκρότηση εξηγήσεων Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων

Πίνακας 4.2. Οι φάσεις διδασκαλίας, οι δραστηριότητες και οι Επιστημονικές Πρακτικές διδασκαλίας της ενότητας «Σύσταση σύννεφων- Προέλευση βροχής- πορεία υπόγειων υδάτων»

Ενότητες	Φάσεις διδασκαλίας	Δραστηριότητες	Επιστημονικές Πρακτικές
Σύσταση σύννεφων	Ενεργοποίηση	Δραστηριότητα Α	Υποβολή ερωτημάτων Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων
	Διερεύνηση	Δραστηριότητα Β	Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας Συγκρότηση εξηγήσεων Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία
Προέλευση βροχής	Επεξήγηση	Δραστηριότητα Γ	Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων
Πορεία υπόγειων υδάτων	Επεξήγηση	Δραστηριότητα Δ	Συγκρότηση εξηγήσεων Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων

	Επεξεργασία	Δραστηριότητα Ε	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων Συγκρότηση εξηγήσεων Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων
	Αξιολόγηση	Δραστηριότητα ΣΤ'	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία

Το εκπαιδευτικό υλικό που σχεδιάστηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας αφορά σε δύο Φύλλα εργασίας και στηρίχθηκε στο μαθησιακό μοντέλο των 5 E (Bybee et al., 2006) με χρήση επιστημονικών πρακτικών για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών.

Το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε βασίστηκε σε 5 φάσεις διδασκαλίας του μαθησιακού μοντέλου των 5 E (Bybee et al., 2006).

Η φάση της ενεργοποίησης (Engagement)

Στη φάση αυτή δίνεται ένα σενάριο- προβληματισμός(σε μορφή γραπτού κειμένου ή σε μορφή προσομοίωσης Scratch) στους μαθητές. Οι μαθητές γράφουν την άποψή τους, σε ατομικό επίπεδο, στην ερώτηση που τους έχει τεθεί. Στη συνέχεια ο κάθε μαθητής αιτιολογεί την απάντησή του και τη συζητάει με τα μέλη της ομάδας του. Εντοπίζονται και καταγράφονται οι ομοιότητες και διαφορές στις απόψεις τους ενώ στο τέλος τα μέλη κάθε ομάδας καταλήγουν σ' ένα κοινό συμπέρασμα το οποίο και καταγράφουν. Στη φάση αυτή δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να κατασκευάσουν ένα μοντέλο σχετικά με το αρχικό ερώτημα, το οποίο θ' αποτυπώνει και την άποψή τους(βλ. Δραστηριότητα Α, Φύλλο εργασίας 2). Ο ρόλος του δασκάλου στη φάση της ενεργοποίησης είναι καθοδηγητικός αφού δίνει οδηγίες στα παιδιά που αφορούν τις ανάλογες δραστηριότητες των Φύλλων Εργασίας. Στη συνέχεια , παρατίθεται ένα παράδειγμα απ' την ενότητα 2 του εκπαιδευτικού υλικού.

Από πού προέρχεται η βροχή; Από τα σύννεφα, τον ουρανό ή τη στέλνει ο Θεός;

«Σχηματισμός βροχής», Προβολή Προσομοίωσης Scratch

Στο σενάριο που παρακολούθησες τα τρία παιδιά αναρωτιούνται από που προέρχεται η βροχή. Με ποια άποψη συμφωνείς; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.

Κατασκεύασε ένα σχέδιο που να αναπαριστά από πού προέρχεται η βροχή;», το οποίο να αποτυπώνει την άποψη σου.

Συζήτησε με τα μέλη της ομάδας σου την άποψή σου...

Υπάρχουν ομοιότητες στις απόψεις σας; Σημειώστε τις ομοιότητες των απόψεων των μελών της ομάδας σου.

Υπάρχουν διαφορές στις απόψεις σας; Σημειώστε τις διαφορές των απόψεων των μελών της ομάδας σου.

Καταλήξατε σ' ένα κοινό συμπέρασμα; Καταγράψτε το συμπέρασμά σας.



Η βροχή προέρχεται ...

.....

.....

.....

Η φάση της διερεύνησης(Exploration)

Στη φάση της διερεύνησης, οι μαθητές σχεδιάζουν έρευνα προκειμένου να απαντήσουν σε διάφορα ερωτήματα όπως από τι επηρεάζεται η εξάτμιση του νερού(βλ. Δραστηριότητα Β,

Φύλλο εργασίας 1) ή αν η απορρόφηση του νερού της βροχής επηρεάζεται από το είδος του εδάφους(βλ. Δραστηριότητα Β, Πείραμα 2^ο , Φύλλο εργασίας 2). Ειδικότερα, τους ζητείται να διατυπώσουν το ερώτημα που έχουν να ερευνήσουν, να καταγράψουν την άποψή τους σχετικά με το ερώτημα ή να κάνουν υποθέσεις και στη συνέχεια εκτελούν την πειραματική διαδικασία. Οι μαθητές ακολουθούν τις γραπτές οδηγίες των φύλλων εργασίας για την εκτέλεση των πειραμάτων. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρακολουθούν πειράματα επίδειξης για λόγους ασφαλείας και προστασίας των μαθητών από πιθανά ατυχήματα. Σε άλλες περιπτώσεις πραγματοποιούνται πειράματα με χρήση προσομοιώσεων(βλ. Φύλλο εργασίας 2) Μετά την εκτέλεση των πειραμάτων οι μαθητές καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και στη συνέχεια την άποψή τους. Στο 1^ο Φύλλο εργασίας και πριν οι μαθητές μάθουν για τα βασικά στοιχεία ενός επιχειρήματος οι μαθητές κατέγραφαν τις παρατηρήσεις τους και την άποψή τους. Στο 2^ο φύλλο εργασίας οι απαντήσεις των μαθητών στηρίζονται στα βασικά σημεία ενός επιχειρήματος(ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός). Στόχος των πειραματικών δραστηριοτήτων είναι εκπαιδευτικοί και μαθητές να μπορούν να συζητούν έννοιες. Ο ρόλος του δασκάλου στη φάση της εξερεύνησης είναι καθοδηγητικός. Ο δάσκαλος ξεκινά την πειραματική δραστηριότητα και επιτρέπει στους μαθητές να ερευνήσουν αντικείμενα, υλικά έτσι ώστε να σχηματίσουν ολοκληρωμένη άποψη. Παρατίθεται σχετικό παράδειγμα.

Δραστηριότητα Β

✓ Τι έχω να ερευνήσω;

✓ Μπορείτε να κάνετε υποθέσεις για το τι έγινε με το νερό στο πιάτο του Ρεξ;

Δραστηριότητα 1^η

Υλικά

- Ένα βαθύ γυάλινο δοχείο
- Δοσομετρητής
- Νερό
- Ταινία μέτρησης

Τοποθετήστε στο γυάλινο δοχείο 50 ml νερού. Αφήστε το δοχείο στο αναμμένο καλοριφέρ της τάξης. Για τις τρεις επόμενες μέρες στις 10:00 θα μετράς τη στάθμη του νερού στο δοχείο. Σημειώστε τις μετρήσεις σας στον παρακάτω πίνακα.

	Ύψος νερού
Μέτρηση 1 ^{ης} μέρας	
Μέτρηση 2 ^{ης} μέρας	
Μέτρηση 3 ^{ης} μέρας	

Τι παρατηρείς;

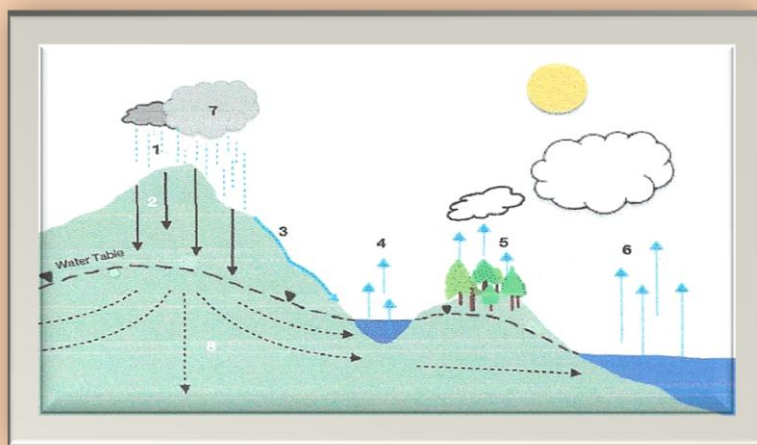
Πώς μπορείς να εξηγήσεις τι έγινε το νερό που ήταν στο δοχείο πάνω στο καλοριφέρ;.....

Η φάση της επεξήγησης(Explanation)

Στη φάση της εξήγησης ο δάσκαλος με προβολές προσομοιώσεων εισήγαγε επιστημονικές έννοιες και ενθάρρυνε τους μαθητές ν' αναπτύξουν τεκμηριωμένα επιχειρήματα. Επίσης, οι μαθητές συμπλήρωσαν λέξεις σε κείμενα προκειμένου να εξηγήσουν τα φαινόμενα του κύκλου του νερού, ενισχύοντας τις επιστημονικές τους εξηγήσεις. Παρατίθεται σχετικό παράδειγμα απ' το 2^ο Φύλλο Εργασίας.

Δραστηριότητα Γ

Θυμηθείτε την προσομοίωση που παρακολούθησατε και παρατηρήστε την εικόνα 1.



Εικόνα 1(Monet, 2014)

Παρατήρησε την εικόνα 1 και συμπλήρωσε τις προτάσεις με τις λέξεις που ταιριάζουν:

(υδρατμοί, βροχή ,συμπυκνωθούν, απορροφάται, θερμαίνεται, υπόγειων υδάτων, ατμό, εξατμίζεται, σύννεφα, συμπυκνώνονται, υδρατμοί)

Το νερό των θαλασσών, των ποταμών και των λιμνών, όταν

.....από τον ήλιο..... και μετατρέπεται σε..... Οι..... ανεβαίνουν προς τα πάνω, και δημιουργούνται τα

Ότανπολλοίστα σύννεφα , πέφτει ηΤο νερό της βροχής από το χόμα των

χωραφιών και μέσω των φτάνει ξανά στη θάλασσα.

Η φάση της επεξεργασίας/ εφαρμογής(Elaboration)

Στη φάση αυτή οι μαθητές εμπλέκονται σε νέες καταστάσεις και προβλήματα διαφορετικά από αυτά που έχουν επεξεργαστεί. Επιδιώκεται να διερευνηθεί κατά πόσο οι μαθητές ενεργοποιούν τη νέα γνώση που οικοδόμησαν στις προηγούμενες φάσεις ή αν χρησιμοποιούν ξανά τις αρχική τους γνώση. Παρατίθεται σχετικό παράδειγμα απ' το 1^ο Φύλλο Εργασίας.

Δραστηριότητα Ε

Η Λίνα, ο Κώστας και η Μαρίνα θέλουν να κάνουν ένα πείραμα. Τα τρία παιδιά έχουν τρία ίδια ποτήρια με την ίδια ποσότητα νερού(50 ml) αλλά με διαφορετική θερμοκρασία. Στο ποτήρι της Λίνας το νερό έχει θερμοκρασία 20° C.Στο ποτήρι του Κώστα το νερό έχει θερμοκρασία 50° C ενώ στο ποτήρι της Μαρίνας η θερμοκρασία του νερού είναι 90° C. Μέτρησαν το χρόνο εξάτμισης του νερού σε κάθε ποτήρι. Τ' αποτελέσματα των μετρήσεών τους τα κατέγραψαν στον παρακάτω πίνακα. Παρατήρησε τα δεδομένα του πίνακα και απάντησε στην ερώτηση:

Τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού;

	Ποσότητα νερού	Θερμοκρασία του νερού	Χρόνος εξάτμισης του νερού
Λίνα	50 ml	20° C	30 λεπτά
Κώστας	50 ml	50° C	18 λεπτά
Μαρίνα	50 ml	90° C	9 λεπτά

1. Γράψε έναν ισχυρισμό (την απάντησή σου)

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

1. Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου.

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

2. Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

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

Η φάση της αξιολόγησης(Evaluation)

Στη φάση της αξιολόγησης οι μαθητές συγκρίνουν την αρχική τους απάντηση σε σχέση με την τρέχουσα. Συνειδητοποιούν, σε αυτή τη φάση, οι μαθητές τι πίστευαν αρχικά και πως μέσα από τη διδακτική πορεία αποκτήθηκε η νέα γνώση. Παρατίθεται σχετικό παράδειγμα απ' το 2^ο Φύλλο Εργασίας.

Δραστηριότητα ΣΤ'

1. Θυμήσου την αρχική απάντηση που έδωσες στο ερώτημα «Από τι αποτελούνται τα σύννεφα;»

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

Πώς διαμορφώνεις τώρα την άποψή σου;

- Γράψε έναν ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

.....
.....

Χρησιμοποιήθηκε η προσομοίωση https://www.youtube.com/watch?v=0_c0ZzZfC8c για τον σχηματισμό των σύννεφων, την προέλευση της βροχής καθώς και την απορρόφηση του νερού της βροχής στα διάφορα είδη του εδάφους. Η συγκεκριμένη προσομοίωση αποτελεί μια δυναμική αναπαράσταση των παραπάνω φαινομένων για τον κύκλο του νερού.

Παράλληλα, στο 2^ο Φύλλο εργασίας, δύο απ' τα πιθανά σενάρια σχεδιάστηκαν στο Scratch, το οποίο αποτελεί ένα δυναμικό περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού το οποίο αναπτύσσει τις κινητικές και μαθησιακές δεξιότητες των μαθητών μέσω προσομοιώσεων, παιχνιδιών και διαδραστικών ιστοριών(Παπαδάκης, 2015; Kazakoff, 2015).

Επίσης, χρησιμοποιήθηκε η προσομοίωση «Το ταξίδι του νερού», η οποία σχεδιάστηκε στο Scratch απ' την ερευνήτρια. Στην προσομοίωση περιγράφεται το ταξίδι του νερού, βοηθώντας τους μαθητές μέσω της οπτικής αναπαράστασης, να κατακτήσουν την επιστημονική γνώση. Στο τέλος της προσομοίωσης σχεδιάστηκε παιχνίδι γνώσεων σχετικά με «Το ταξίδι του νερού». Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα μέσω του παιχνιδιού αυτού ν' απαντήσουν σε τέσσερις σχετικές ερωτήσεις με το θέμα της προσομοίωσης που παρακολούθησαν.

Ο σχηματισμός του παιχνιδιού στηρίχθηκε στα συμπεράσματα της μελέτης του Merchant (2014):

- Ένα παιχνίδι πρέπει να έχει στόχους και ανταμοιβές
- Ένα παιχνίδι δεν πρέπει να είναι πολύ εύκολο γιατί ο μαθητής χάνει το ενδιαφέρον του ενώ ένα είναι πολύ δύσκολο εγκαταλείπει την προσπάθεια
- Τα μαθησιακά περιβάλλοντα που περιλαμβάνουν και παιχνίδια είναι πιο αποτελεσματικά σε σχέση με αυτά που περιλαμβάνουν μόνο προσομοιώσεις
- Τα παιχνίδια και οι προσομοιώσεις είναι κατάλληλα για την ανάπτυξη των γνώσεων, των ικανοτήτων και των δεξιοτήτων των μαθητών.

Το διδακτικό υλικό που σχεδιάστηκε δόθηκε αρχικά σε έναν ερευνητή του πεδίου της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών καθώς και σε εκπαιδευτικούς που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό. Απ' τις παρατηρήσεις που προέκυψαν, έγιναν διορθώσεις και το διδακτικό υλικό πήρε την τελική του μορφή.

4.4.2. Οι δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού

Παρακάτω, περιγράφονται αναλυτικά οι δραστηριότητες των φύλλων εργασίας του διδακτικού υλικού.

Ενότητα 1: Εξάτμιση του νερού

«Το μυστήριο του χαμένου νερού»

Δραστηριότητα Α

Διδακτικός στόχος: Ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών για την εξάτμιση του νερού.

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Ενεργοποίηση

Επιστημονικές πρακτικές: Υποβολή ερωτημάτων, ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών

Η δραστηριότητα περιλαμβάνει υποθετικό σενάριο που αφορά την εξάτμιση του νερού. Συγκεκριμένα, η Άννα έχει ένα σκυλάκι, τον Ρεξ. Τα πιάτα του Ρεξ ήταν τοποθετημένα δίπλα στο καλοριφέρ του σαλονιού. Μια μέρα κι αφού έβαλε νερό στο πιάτο του Ρεξ, η Άννα με τις δύο αδερφές τη έβγαλαν τον Ρεξ για βόλτα. Μετά από αρκετές ώρες κι όταν επέστρεψαν στο σπίτι η Άννα διαπίστωσε πως το πιάτο του Ρεξ ήταν άδειο. Δίνονται πιθανές απαντήσεις, από τα τρία κορίτσια, για το μυστήριο του χαμένου νερού. Οι πιθανές απαντήσεις στο ερώτημα «Τι έγινε το νερό στο πιάτο του Ρεξ;», ήταν α) το νερό εξαφανίστηκε, β) το νερό πήγε στον αέρα και γ) το νερό απορροφήθηκε από το πιάτο. Η πιθανή απάντηση β παρουσιάζει την επιστημονική εξήγηση και οι άλλες δύο πιθανές απαντήσεις (α και γ) είναι αντιλήψεις των μαθητών από τη βιβλιογραφία.

Αρχικά, οι μαθητές καλούνται ν' απαντήσουν με ποια άποψη συμφωνούν και να δικαιολογήσουν την απάντησή τους. Στη συνέχεια, ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα σχέδιο που να αναπαριστά «τι έγινε το νερό στο πιάτο του Ρεξ;», το οποίο θ' αποτύπωνε τις απόψεις τους. Ο δάσκαλος προσπαθούσε να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών. Στη συνέχεια, συζήτησαν τις απαντήσεις τους σε επίπεδο ομάδας και κατέγραψαν ομοιότητες και διαφορές που μπορεί να υπήρχαν. Στο τέλος της δραστηριότητας κατέγραψαν το κοινό τους συμπέρασμα σε επίπεδο ομαδικό ενώ ο δάσκαλος τους παρότρυνε να παρουσιάσουν τ' αποτελέσματα της ομάδας τους.

Δραστηριότητα Β

Διδακτικός στόχος: Οργάνωση πειραματικής διαδικασίας και εμπλοκή με την πρακτική της σχεδίασης της έρευνας με σκοπό τη μεταβολή των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Εξερεύνηση

Επιστημονικές πρακτικές: Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας, συγκρότηση εξηγήσεων, ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.

Η Δραστηριότητα Β χωρίζεται σε δύο επιμέρους δραστηριότητες την 1^η και τη 2^η. Στη Δραστηριότητα Β οι μαθητές καλούνται να κάνουν υποθέσεις για το **τι έγινε με το νερό στο πιάτο του Ρεξ**. Στην 1^η δραστηριότητα οι μαθητές εκτελούν πείραμα σε επίπεδο ομαδικό, που σχετίζεται με την εξάτμιση του νερού. Ειδικότερα, η κάθε ομάδα τοποθετεί πάνω στο αναμμένο καλοριφέρ της τάξης δοχείο με συγκεκριμένη ποσότητα νερού(50 ml). Οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους για τις τρεις επόμενες μέρες, καθώς επίσης και τις εξηγήσεις τους σχετικά με το πείραμα. Στη συνέχεια οι μαθητές πρέπει να κατασκευάσουν ένα μοντέλο το οποίο θ' αποτυπώνει τις απόψεις τους για το τι έγινε το νερό του δοχείου που ήταν πάνω στο καλοριφέρ. Ο δάσκαλος σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής

διαδικασίας συντόνιζε τις κινήσεις των μαθητών του ενώ παράλληλα τους ενθάρρυνε να δουλέψουν ομαδικά, να συνεργαστούν αρμονικά. Τέλος, παρείχε τις απαραίτητες διευκρινήσεις για την εκτέλεση του πειράματος.

Στη 2^η δραστηριότητα εκτελείται πείραμα επίδειξης(για λόγους ασφαλείας) που σχετίζεται με την έννοια του βρασμού και της εξάτμισης του νερού. Σε κατσαρόλα που βράζει νερό τοποθετούμε το καπάκι πάνω από την κατσαρόλα. Οι μαθητές παρατηρούν και καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους σ' επίπεδο ατομικό για το τι βλέπουν στο καπάκι της κατσαρόλας. Στη συνέχεια γράφουν τις εξηγήσεις τους γι' αυτό που παρατήρησαν. Τέλος, σ' επίπεδο ομαδικό συζητούν με τα μέλη της ομάδας τους, τις απόψεις τους.

Δραστηριότητα Γ

Διδακτικός στόχος: κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με το φαινόμενο της εξάτμισης και δημιουργία εξηγήσεων που να θα σχετίζονται με την επιστημονική γνώση

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Εξήγηση

Επιστημονικές πρακτικές: Αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών, συγκρότηση εξηγήσεων

Στην παρούσα δραστηριότητα οι μαθητές θα πρέπει να συμπληρώσουν κενά, σε προτάσεις ,με λέξεις σχετικές με το φαινόμενο της εξάτμισης. Οι μαθητές έρχονται σ' επαφή με την επιστημονική γνώση μέσω του ορισμού της εξάτμισης. Στη συνέχεια καλούνται να ξαναδιατυπώσουν την άποψή τους σχετικά με το ερώτημα «**Τι έγινε με το νερό που ήταν στο δοχείο πάνω στο καλοριφέρ;**» της πειραματικής δραστηριότητας(Δραστηριότητα Β). Οι εξηγήσεις τους αναμένεται να είναι πλησιέστερες στην επιστημονική γνώση.

Σημαντικό είναι το επόμενο βήμα της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Ο δάσκαλος εισάγει την έννοια του επιχειρήματος στους μαθητές καθώς και ποια είναι τα βασικά στοιχεία ενός επιχειρήματος.

Δραστηριότητα Δ

Διδακτικός στόχος: Αναγνώριση των βασικών στοιχείων ενός επιχειρήματος(ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός)

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Εφαρμογή

Επιστημονικές πρακτικές: Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα οι μαθητές αξιολογούν το επιχείρημα που είχαν δώσει στην ερώτηση **Τι πιστεύεις πως έγινε με το νερό που ήταν στο δοχείο πάνω στο καλοριφέρ;** και καλούνται να ξαναδιατυπώσουν το επιχείρημά τους στηριζόμενοι στα βασικά στοιχεία του επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός).

Ο δάσκαλος σε αυτή τη φάση διδασκαλίας ενθαρρύνει τους μαθητές να επαναδιατυπώσουν την απάντησή τους.

Δραστηριότητα Ε

Διδακτικός στόχος: Διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την εξάτμιση του νερού

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Εξερεύνηση

Επιστημονικές πρακτικές: Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία, εμπλοκή με την πρακτική της σχεδίασης της έρευνας

Στη δραστηριότητα Ε δίνεται στους μαθητές υποθετικό σενάριο στο οποίο μια παρέα μαθητών θέλει να πειραματιστεί προκειμένου να εξετάσει τους παράγοντες που επηρεάζουν την εξάτμιση του νερού. Ειδικότερα, δίνεται στους μαθητές πίνακας με μία ανεξάρτητη (θερμοκρασία νερού) και με μία εξαρτημένη (ποσότητα του νερού) μεταβλητή. Επίσης, στον πίνακα υπάρχει ο χρόνος εξάτμισης του νερού σε σχέση με την αντίστοιχη θερμοκρασία. Οι μαθητές κλήθηκαν να παρατηρήσουν τα δεδομένα του πίνακα και ν' απαντήσουν με τεκμηριωμένα επιχειρήματα στην ερώτηση: **Τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού;** Αφού απάντησαν οι μαθητές στο παραπάνω ερώτημα, έπρεπε να συμπληρώσουν τον παρακάτω πίνακα προκειμένου ν' αξιολογήσουν το επιχείρημά τους.

Δες ξανά την απάντησή σου στην ερώτηση: **Τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού;**

Απάντησε με **ΝΑΙ** ή **ΟΧΙ**, βάζοντας √ στο κουτάκι του πίνακα.

Ερωτήσεις	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό (απάντηση στην ερώτηση);		
Έχεις αναφέρει ότι η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει την εξάτμισή του;		
Έχεις γράψει στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις γράψει πως όταν η θερμοκρασία του νερού ήταν 20° C το νερό εξατμίστηκε σε 30 λεπτά ενώ όταν η θερμοκρασία του νερού ήταν 90° C το νερό εξατμίστηκε σε 9 λεπτά;		
Έχεις γράψει πως επειδή όσο η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται τόσο γρηγορότερα εξατμίζεται το νερό, θα πρέπει η εξάτμιση του νερού να εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού;		

Στο τέλος της δραστηριότητας οι μαθητές έπρεπε να ξαναδιατυπώσουν το επιχείρημά τους προκειμένου να είναι βελτιωμένη η ποιότητά του και να προσεγγίζει την επιστημονική γνώση.

Δραστηριότητα ΣΤ΄

Διδακτικός στόχος: Εφαρμογή της νέας γνώσης σε νέες καταστάσεις καθώς και αναγνώριση των συστατικών του επιστημονικού επιχειρήματος

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Εφαρμογή

Επιστημονικές πρακτικές: Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία

Στην παρούσα δραστηριότητα δίνονται δύο παραδείγματα που σχετίζονται με την καθημερινή εμπειρία των μαθητών. Στην πρώτη περίπτωση οι μαθητές έπρεπε να απαντήσουν με τεκμηριωμένα επιχειρήματα στην ερώτηση: **Για να ξεθολώσουν τα τζάμια του αυτοκινήτου θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κρύο ή ζεστό αέρα;** Στη συνέχεια οι μαθητές κλήθηκαν να συμπληρώσουν έναν πίνακα για να διαπιστώσουν εάν το επιχείρημά τους περιλαμβάνει τα βασικά στοιχεία του συλλογισμού, των αποδεικτικών στοιχείων και του ισχυρισμού. Τέλος, έπρεπε να ξαναδιατυπώσουν το επιχείρημά τους ώστε να βελτιώσουν την ποιότητά του. Στη δεύτερη περίπτωση οι μαθητές κλήθηκαν ν' απαντήσουν με τεκμηριωμένο επιχείρημα στην ερώτηση: **Η μητέρα θέλει να στεγνώσει τα βρεγμένα ρούχα. Να τα βάλει πάνω στο καλοριφέρ ή μακριά από αυτό;** Η διαδικασία που ακολούθησαν οι μαθητές για την αξιολόγηση του επιχειρήματός τους καθώς και για την επαναδιατύπωσή του προκειμένου να βελτιώσουν την ποιότητα του, είναι όμοια με την πρώτη περίπτωση.

Στη φάση αυτή ο δάσκαλος ενθαρρύνει τους μαθητές να εφαρμόσουν τη νέα γνώση και να διατυπώσουν το δικό τους επιχείρημα.

Δραστηριότητα Ζ΄

Διδακτικός στόχος: Έλεγχος αρχικών αντιλήψεων και αναθεώρησή τους.

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Αξιολόγηση

Επιστημονικές πρακτικές: Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία

Η δραστηριότητα Ζ' είναι δραστηριότητα αναστοχασμού αφού οι μαθητές έπρεπε να θυμηθούν την αρχική τους απάντηση στο ερώτημα: **Τι έγινε με το νερό στο πιάτο του Ρεξ;** Στη συνέχεια κατέγραψαν με τεκμηριωμένο επιχειρήμα, πως διαμορφώθηκε η άποψή τους. Ο δάσκαλος παρότρυνε τους μαθητές να επαναδιατυπώσουν την άποψή τους με ποιοτικά επιχειρήματα αξιοποιώντας τη νέα γνώση. Επίσης, ζητήθηκε από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα σχέδιο που ν' αποτυπώνει την άποψή τους σχετικά με το αρχικό ερώτημα. Παρατίθεται το σχετικό παράδειγμα απ' το πρώτο Φύλλο Εργασίας.

Θυμήσου την απάντηση που είχες δώσει στο αρχικό ερώτημα: **Τι έγινε με το νερό στο πιάτο του Ρεξ;**

Αρχική απάντηση

Πώς διαμορφώνεις τώρα την άποψή σου; Γράψε το επιχειρήμά σου για να την υποστηρίξεις.

- Γράψε έναν ισχυρισμό

- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό

- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

Κατασκεύασε ένα σχέδιο που να αναπαριστά «τι έγινε με το νερό στο πιάτο του Ρεξ;», το οποίο να αποτυπώνει την άποψή σου.



Ενότητα 2. Σύννεφα, βροχή, υπόγεια ύδατα

Δραστηριότητα Α

Διδακτικός στόχος: Ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών για τη δημιουργία των σύννεφων, την προέλευση της βροχής και την απορρόφηση του νερού στα διάφορα υλικά της γης.

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Ενεργοποίηση

Επιστημονικές πρακτικές: Υποβολή ερωτημάτων, ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.

Η δραστηριότητα περιλαμβάνει τρία υποθετικά σενάρια που αφορούν τη δημιουργία των σύννεφων, την προέλευση της βροχής και την απορρόφηση του νερού στα διάφορα υλικά της γης. Ειδικότερα:

Το 1^ο διδακτικό σενάριο παρουσιάζεται με μια προσομοίωση στο Scratch όπου τρία παιδιά αναρωτιούνται «Από τι αποτελούνται τα σύννεφα;». Δίνονται τρεις πιθανές απαντήσεις : α) Τα σύννεφα αποτελούνται από καπνό β) Τα σύννεφα αποτελούνται από αέρα γ) Τα σύννεφα αποτελούνται από νερό. Η πιθανή απάντηση γ παρουσιάζει την επιστημονική εξήγηση και οι άλλες δύο πιθανές απαντήσεις (α και β) είναι αντιλήψεις των μαθητών από τη βιβλιογραφία. Αρχικά, οι μαθητές καλούνται ν' απαντήσουν με ποια άποψη συμφωνούν και να δικαιολογήσουν την απάντησή τους. Στη συνέχεια, ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα σχέδιο που να αναπαριστά «από τι αποτελούνται τα σύννεφα», το οποίο θ' αποτύπωνε τις απόψεις τους. Ο δάσκαλος προσπαθεί να ενθαρρύνει τους μαθητές να διατυπώσουν την άποψή τους. Στη συνέχεια, συζητούν τις απαντήσεις τους σε επίπεδο ομάδας και καταγράφουν ομοιότητες και διαφορές που μπορεί να υπάρχουν. Στο τέλος της δραστηριότητας καταγράφουν το κοινό τους συμπέρασμα σε επίπεδο ομαδικό ενώ ο δάσκαλος τους παρότρυνε να παρουσιάσουν το κοινό συμπέρασμα της ομάδας τους.

Το 2^ο διδακτικό σενάριο παρουσιάζεται και πάλι με μια προσομοίωση στο Scratch όπου τρία παιδιά αναρωτιούνται «Από πού προέρχεται η βροχή». Δίνονται τρεις πιθανές απαντήσεις : α) Η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα β) Η βροχή προέρχεται από τον ουρανό γ) Τη βροχή τη στέλνει ο Θεός. Η πιθανή απάντηση α παρουσιάζει την επιστημονική εξήγηση και οι άλλες δύο πιθανές απαντήσεις (β και γ) είναι αντιλήψεις των μαθητών από τη βιβλιογραφία. Αρχικά, οι μαθητές καλούνται ν' απαντήσουν με ποια άποψη συμφωνούν και να δικαιολογήσουν την απάντησή τους. Στη συνέχεια, ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα σχέδιο που να αναπαριστά «από πού προέρχεται η βροχή;», το οποίο θ' αποτύπωνε τις απόψεις τους. Στη συνέχεια, συζητούν τις απαντήσεις τους σε επίπεδο ομάδας

και καταγράφουν ομοιότητες και διαφορές που μπορεί να υπάρχουν. Στο τέλος της δραστηριότητας καταγράφουν το κοινό τους συμπέρασμα σε επίπεδο ομαδικό το οποίο παρουσιάζει ένας εκπρόσωπος τον οποίο έχει ορίσει η ομάδα.

Το 3^ο διδακτικό σενάριο παρουσιάζεται με τη μορφή γραπτού κειμένου. Σε αυτό το σενάριο η Μαρία είχε την εξής απορία: «**Πού πάει το νερό της βροχής;**» Η Μαρία προσπαθούσε να καταλήξει σ' ένα συμπέρασμα αφού είχε δύο πιθανές απαντήσεις στην απορία της: «**Το απορροφάει το χώμα και μένει εκεί ή φτάνει τελικά στη θάλασσα;**». Αρχικά, οι μαθητές κλήθηκαν να γράψουν τη δική τους άποψη σχετικά με το αρχικό ερώτημα του σεναρίου. Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα σχέδιο που να αναπαριστά «πού καταλήγει το νερό της βροχής;», το οποίο θ' αποτύπωνε τις απόψεις τους. Στη συνέχεια, συζήτησαν τις απαντήσεις τους σε επίπεδο ομάδας και κατέγραψαν ομοιότητες και διαφορές που μπορεί να υπήρχαν. Στο τέλος της δραστηριότητας κατέγραψαν το κοινό τους συμπέρασμα σε επίπεδο ομαδικό, το οποίο παρουσίασε ένας εκπρόσωπος από κάθε ομάδα.

Δραστηριότητα Β

Διδακτικός στόχος: Οργάνωση πειραματικής διαδικασίας και εμπλοκή με την πρακτική της σχεδίασης της έρευνας καθώς και διατύπωση τεκμηριωμένων επιχειρημάτων από τους μαθητές

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Εξερεύνηση

Επιστημονικές πρακτικές: Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας, συγκρότηση εξηγήσεων, ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, απόκτηση , αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών, εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία

Αρχικά οι μαθητές παρακολουθούν την προσομοίωση https://www.youtube.com/watch?v=0_c0ZzZfC8c που αφορά στη δημιουργία των σύννεφων, στο σχηματισμό της βροχής και την απορρόφηση του νερού στα διάφορα υλικά της γης. Η Δραστηριότητα Β χωρίζεται σε δύο επιμέρους μέρη. Στο πείραμα 1 και στο πείραμα 2. Ειδικότερα:

Στο πείραμα 1 οι μαθητές με αφορμή την προσομοίωση που παρακολούθησαν , πραγματοποιούν έρευνα προκειμένου ν' απαντήσουν στο ερώτημα «**Από πού προέρχεται η βροχή;**». έγινε πείραμα επίδειξης για λόγους ασφαλείας προς τους μαθητές. Σε βραστήρα βράσαμε νερό και ανοίξαμε το καπάκι. Οι μαθητές κατέγραψαν τις παρατηρήσεις τους σε ατομικό επίπεδο καθώς επίσης και τις εξηγήσεις τους γι' αυτό που παρατήρησαν. Στη συνέχεια τοποθετήσαμε ένα κρύο πιάτο πάνω από τον βραστήρα. Οι μαθητές κατέγραψαν τις παρατηρήσεις τους και τις εξηγήσεις τους γι' αυτό που παρατήρησαν. Τέλος, οι μαθητές

συμπλήρωσαν λέξεις σε κείμενο που περιέγραφε την επιστημονική γνώση που αφορούσε την πειραματική διαδικασία που προηγήθηκε.

Στο δεύτερο πείραμα δίνεται υποθετικό σενάριο όπου δύο δίδυμες αδελφές αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα για να εξετάσουν **αν το νερό απορροφιάται το ίδιο από όλα τα είδη των εδαφών**. Οι μαθητές κλήθηκαν να καταγράψουν το ερευνητικό ερώτημα καθώς και την άποψή τους σχετικά με το θέμα. Στη συνέχεια εκτέλεσαν την πειραματική διαδικασία σε επίπεδο ομάδας. Σε δύο όμοια γυάλινα δοχεία έβαλαν διαφορετικά υλικά. Συγκεκριμένα, στο 1^ο γυάλινο δοχείο τοποθέτησαν χώμα και στο 2^ο γυάλινο δοχείο έβαλαν χαλίκια. Στο 3^ο γυάλινο δοχείο υπήρχε ήδη στεγνό τσιμέντο. Πρόσθεσαν σε κάθε γυάλινο δοχείο 50 ml νερού. Οι μαθητές κατέγραψαν τις παρατηρήσεις τους σε πίνακα που τους είχε δοθεί ενώ παράλληλα σημείωσαν και την εξήγησή τους. Στη συνέχεια απάντησαν με επιχείρημα τεκμηριωμένο στην ερώτηση: **«Το είδος του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής»**. Στη συνέχεια αξιολόγησαν την ποιότητα του επιχειρήματός τους συμπληρώνοντας με ΝΑΙ ή ΟΧΙ, σε πίνακα, τα στοιχεία που υπήρχαν στο αρχικό τους επιχειρήμα. Τέλος, ξαναδιατύπωσαν το επιχειρήμα τους προκειμένου να είναι πιο ολοκληρωμένο και να είναι πλησιέστερο στην επιστημονική γνώση.

Δραστηριότητα Γ

Διδακτικός στόχος: Δημιουργία εξηγήσεων που να θα σχετίζονται με την επιστημονική γνώση

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Εξήγηση

Επιστημονικές πρακτικές: Συγκρότηση εξηγήσεων

Στην δραστηριότητα Γ δόθηκε στους μαθητές εικόνα(Monet, 2014) στην οποία φαίνονται τα φαινόμενα του κύκλου του νερού. Οι μαθητές λαμβάνοντας υπόψη τη προσομοίωση της Δραστηριότητας Β καθώς επίσης και την εικόνα που τους δόθηκε, συμπλήρωσαν κείμενο με κενά λέξεων. Το κείμενο αυτό περιέγραφε την επιστημονική γνώση της δημιουργίας των σύννεφων, του σχηματισμού της βροχής αλλά και των υπόγειων υδάτων.

Δραστηριότητα Δ

Διδακτικός στόχος: Να εμπλακούν οι μαθητές σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία καθώς ν' αναγνωρίζουν, ν' αξιολογούν και να ξαναδιατυπώνουν τα βασικά στοιχεία ενός επιχειρήματος(ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός)

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Εφαρμογή

Επιστημονικές πρακτικές: Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία, ανάπτυξη και χρήση μοντέλων.

Στο πρώτο μέρος της δραστηριότητας οι μαθητές γράφουν την άποψή τους στο ερώτημα «από πού προέρχεται η βροχή». Το επιχειρήματά τους πρέπει να περιλαμβάνει ισχυρισμό, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον συλλογισμό. Στη συνέχεια αξιολογούν το επιχειρήμα που είχαν δώσει και καλούνται να ξαναδιατυπώσουν το επιχειρήμα τους στηριζόμενοι στα βασικά στοιχεία του επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός).

Ο δάσκαλος σε αυτή τη φάση διδασκαλίας ενθαρρύνει τους μαθητές να επαναδιατυπώσουν την απάντησή τους.

Στο δεύτερο μέρος της δραστηριότητας ζητείται από τους μαθητές να γράψουν την άποψή τους σχετικά με το ερώτημα «Πού πηγαίνει το νερό της βροχής όταν πέφτει στη γη;». Η άποψή τους πρέπει να τεκμηριώνεται με επιχειρήματα, τα οποία στη συνέχεια αξιολογούν οι μαθητές συμπληρώνοντας τον παρακάτω πίνακα:

Δες ξανά την απάντησή σου στην ερώτηση: «πού πηγαίνει το νερό της βροχής όταν πέφτει στη γη;»

Απάντησε με **ΝΑΙ** ή **ΟΧΙ**, βάζοντας ✓ στο κουτάκι του πίνακα.

Ερωτήσεις	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό (απάντηση στην ερώτηση);		
Έχεις γράψει ότι το νερό της βροχής καταλήγει στο υπέδαφος και στη θάλασσα;		
Έχεις γράψει στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις αναφέρει ότι ένα μέρος του νερού απορροφάται από τα διάφορα στρώματα του εδάφους και πάει στο υπέδαφος και το άλλο μέρος του κυλά στη θάλασσα;		
Έχεις γράψει ένα συλλογισμό που να συνδέει τον ισχυρισμό σου με τα αποδεικτικά στοιχεία;		
Έχεις γράψει πως επειδή το νερό της βροχής απορροφιέται από το έδαφος ή κυλά προς τη θάλασσα, το νερό της βροχής πάει στο υπέδαφος και στη θάλασσα;		

Ο δάσκαλος ενθαρρύνει τους μαθητές να ξαναδιατυπώσουν την άποψή τους με επιχειρήματα που περιλαμβάνουν τα βασικά στοιχεία του επιχειρήματος.

Στη συνέχεια δίνεται στους μαθητές μια εικόνα(Forbes, 2015) με στοιχεία που μπορούν να συμπληρωθούν ώστε ν' απεικονίσουν οι μαθητές τα βασικά μέρη του κύκλου του νερού. Ζητήθηκε λοιπόν από τους μαθητές να σχεδιάσουν με βελάκια την πορεία του νερού προκειμένου να δημιουργηθούν τα σύννεφα ,να σχηματιστεί η βροχή και να καταλήξει το νερό της ξανά στη θάλασσα. Επίσης, ζητήθηκε από τους μαθητές να περιγράψουν σε μια παράγραφο «Το ταξίδι του νερού» με σκοπό την παραγωγή κειμένου από τους μαθητές το οποίο θα σχετίζεται με την κατάκτηση της επιστημονικής γνώσης.

Δραστηριότητα E

Διδακτικός στόχος: Διερεύνηση για το αν το χρώμα των σύννεφων επηρεάζει την ποσότητα βροχής που πέφτει

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Εξερεύνηση

Επιστημονικές πρακτικές: Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία, εμπλοκή με την πρακτική της σχεδίασης της έρευνας

Στη δραστηριότητα E δίνεται στους μαθητές υποθετικό σενάριο στο οποίο ένα κορίτσι η Άννα εξετάζει αν το χρώμα που έχουν τα σύννεφα επηρεάζουν την ποσότητα της βροχής που πέφτει. Ειδικότερα, δίνεται στους μαθητές πίνακας με μία ανεξάρτητη (θερμοκρασία νερού) και με μία εξαρτημένη (ποσότητα του νερού) μεταβλητή. Επίσης, στον πίνακα υπάρχει η ποσότητα βροχής που πέφτει σε σχέση με το χρώμα των σύννεφων. Για παράδειγμα ένα τα σύννεφα έχουν χρώμα γκρι ανοιχτό η ποσότητα της βροχής που πέφτει είναι μικρή . Ένα τα σύννεφα έχουν σκούρο γκρι χρώμα η ποσότητα βροχής που πέφτει είναι πολύ μεγάλη. Οι μαθητές παρατήρησαν τα δεδομένα του πίνακα και απάντησαν με τεκμηριωμένα επιχειρήματα στην ερώτηση: «**Το χρώμα των σύννεφων επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει;**». Αφού απάντησαν οι μαθητές στο παραπάνω ερώτημα, έπρεπε να συμπληρώσουν με τα βασικά στοιχεία του επιχειρήματός τους και το ξαναδιατύπωσαν ώστε να είναι ολοκληρωμένο και να πλησιάζει την επιστημονική γνώση.

Το τελευταίο μέρος της δραστηριότητας με τίτλο «Ωρα για παιχνίδι», πραγματοποιήθηκε στο εργαστήρι Πληροφορικής του σχολείου. Εκεί οι μαθητές παρακολούθησαν προσομοίωση στο Scratch όπου παρουσιαζόταν «Το ταξίδι του νερού». Η προσομοίωση δημιουργήθηκε με βάση τα θέματα που μελετήθηκαν στο ερωτηματολόγιο και στα 2 φύλλα εργασίας. Στο τέλος της προσομοίωσης οι μαθητές έπαιξαν παιχνίδι ερωτήσεων με τέσσερις πιθανές απαντήσεις. Οι ερωτήσεις ήταν αυτές που είχαν δοθεί στο ερωτηματολόγιο. Σε περίπτωση που οι μαθητές

έδιναν λάθος απάντηση μπορούσαν να ξαναπροσπαθήσουν με νέα απάντηση. Σε περίπτωση σωστής απάντησης υπήρχε επιβράβευση και προχωρούσε ο μαθητής στην επόμενη ερώτηση. Μετά το παιχνίδι οι μαθητές δημιούργησαν ένα σχέδιο που παρουσίαζε **«τον σχηματισμό της βροχής, τη δημιουργία των σύννεφων και την απορρόφηση του νερού της βροχής από το χώμα των χωραφιών»**, το οποίο αποτύπωνε την άποψη τους.

Δραστηριότητα ΣΤ΄

Διδακτικός στόχος: Έλεγχος αρχικών αντιλήψεων των μαθητών και αναθεώρησή τους.

Φάση μαθησιακού μοντέλου: Αξιολόγηση

Επιστημονικές πρακτικές: Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία

Η δραστηριότητα ΣΤ΄ αποτελείται από τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος οι μαθητές έπρεπε να θυμηθούν την αρχική τους απάντηση στο ερώτημα: «Από τι αποτελούνται τα σύννεφα;» Στη συνέχεια κατέγραψαν με τεκμηριωμένο επιχειρήμα, πως διαμορφώθηκε η άποψή τους. Ο δάσκαλος παροτρύνει τους μαθητές να επαναδιατυπώσουν την άποψή τους με ποιοτικά επιχειρήματα αξιοποιώντας τη νέα γνώση.

Στο δεύτερο μέρος ακολουθήθηκε η ίδια μαθησιακή πορεία. Το ερώτημα που έπρεπε να σκεφτούν οι μαθητές την αρχική τους απάντηση ήταν: «Από πού προέρχεται η βροχή;». Οι μαθητές έγραψαν πως διαμορφώθηκε η άποψή τους με τεκμηριωμένα επιχειρήματα.

Στο τρίτο μέρος της μεταγνωστικής δραστηριότητας οι μαθητές έπρεπε να καταγράψουν την αρχική τους άποψη στο ερώτημα: «Πού πάει το νερό της βροχής;». Οι μαθητές κατέγραψαν πως διαμορφώθηκε η άποψή τους στηριζόμενοι στα βασικά στοιχεία ενός επιχειρήματος.

4.5.Ερευνητικό εργαλείο συλλογής δεδομένων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το ερωτηματολόγιο το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία. Η ενότητα αυτή χωρίζεται σε δύο υποενότητες. Η πρώτη υποενότητα περιλαμβάνει τους λόγους επιλογής του ερωτηματολογίου ως ερευνητικό εργαλείο συλλογής δεδομένων της παρούσας έρευνας(υποενότητα 4.4.1.). Στη δεύτερη υποενότητα γίνεται η περιγραφή του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε για την μελέτη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και ειδικότερα της μελέτης της δομής, του περιεχομένου και γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών(υποενότητα 4.4.2.).

4.5.1. Η επιλογή του ερωτηματολογίου ως μέσο συλλογής δεδομένων

Ο εντοπισμός και η μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών γίνονται με πολλές τεχνικές όπως ανοιχτές – κλειστές ερωτήσεις(Ozay & Oztas,2003), εννοιολογικοί χάρτες (Novas & Canas, 2004), συνεντεύξεις (Abdullah & Scaife, 1997), το ερωτηματολόγιο(Cohen, Manion & Morrison, 2000) και ιχνογραφήματα(Kose, 2008).

Το ερωτηματολόγιο είναι ένα ερευνητικό εργαλείο ευρέως διαδεδομένο για τη συλλογή πληροφοριών(Cohen, Manion & Morrison, 2000). Το ερωτηματολόγιο χρησιμοποιείται συχνά σε έρευνες γιατί παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα στη χρήση του. Μερικά από τα πλεονεκτήματα αυτά είναι πως μπορούν να ερωτηθούν ταυτόχρονα πολλοί εξεταζόμενοι ακόμα και από διαφορετικές περιοχές. Οι απαντήσεις των εξεταζόμενων μπορούν να ομαδοποιηθούν και να συγκριθούν μεταξύ τους προκειμένου την κατάληξη σε κάποιο συμπέρασμα. Είναι ένα μέσο συλλογής δεδομένων αξιόπιστο και οικονομικό αφού είναι ανώνυμο ενθαρρύνοντας έτσι την ελεύθερη έκφραση των μαθητών χωρίς άγχος και περιορισμούς. Με τη χρήση του ερωτηματολογίου σε έρευνες επιτρέπεται η καταγραφή πολλών παρατηρήσεων και πληροφοριών σε σύντομο χρονικό διάστημα.

4.5.2.Το ερωτηματολόγιο για τη μελέτη των αντιλήψεων και της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για τον κύκλο του νερού

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στο δείγμα της έρευνας προκειμένου να μελετηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού αλλά και για τη μελέτη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών συντάχθηκε από την ερευνήτρια. Με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα , καθορίστηκαν τα ζητήματα προς διερεύνηση και μελέτη και

διατυπώθηκαν οι ερωτήσεις προκειμένου να συγκροτηθεί το ερωτηματολόγιο. Αρχικά, το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε πέντε μαθητές με τους οποίους πραγματοποιήθηκε συζήτηση προκειμένου να μελετηθούν οι παρατηρήσεις τους. Το ερωτηματολόγιο δόθηκε και σε ερευνητή του πεδίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ,προτού δοθεί στους μαθητές , έγιναν οι απαραίτητες διορθώσεις μέχρι να πάρει την τελική του μορφή.

Στην αρχή του ερωτηματολογίου περιλαμβάνεται εισαγωγική επιστολή που εξηγεί τον σκοπό της έρευνας. Επίσης, τονίζεται και η ανωνυμία του ερωτηματολογίου χωρίς αξιολόγηση των απόψεών τους. Έτσι, οι μαθητές κλήθηκαν να το συμπληρώσουν ελεύθερα χωρίς να υπάρχει το άγχος της αξιολόγησης. Τέλος, στην εισαγωγή τονίζεται η ανάπτυξη των επιχειρημάτων από τους μαθητές προκειμένου να πείσουν τους συμμαθητές τους για θέματα που διαπραγματεύονται στο ερωτηματολόγιο. Ο χρόνος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου ήταν 2 διδακτικές ώρες πριν τη διδακτική παρέμβαση κι άλλες 2 ώρες μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει 7 ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις εστιάζουν γύρω από το φαινόμενο της εξάτμισης και της υγροποίησης. Οι τέσσερις πρώτες ερωτήσεις αφορούν στην ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών γύρω από τα σύννεφα, τη βροχή και τα υπόγεια νερά. Συγκεκριμένα, στην 1^η ερώτηση διερευνώνται οι αντιλήψεις των μαθητών για την εξάτμιση. Η 2^η ερώτηση διερευνά τις αντιλήψεις των μαθητών για τη σύσταση των σύννεφων. Στην 3^η ερώτηση διερευνώνται οι αντιλήψεις των μαθητών ως προς την προέλευση της βροχής. Με την 4^η ερώτηση του ερωτηματολογίου μελετώνται οι αντιλήψεις των μαθητών ως προς τα υπόγεια ύδατα.

Οι ερωτήσεις 5, 6 και 7 ζητούν από τους μαθητές να συγκροτήσουν επιχειρήματα για ζητήματα που αφορούν στον κύκλο του νερού.

Στις τέσσερις πρώτες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου παρουσιάζονται οι αντιλήψεις των μαθητών μέσα από συζήτηση τριών παιδιών. Η μία από τις απαντήσεις των παιδιών είναι πιο κοντά στην επιστημονική γνώση. Οι άλλες δύο απαντήσεις συγκροτήθηκαν από τ' αποτελέσματα των ερευνών που σχετίζονται με τις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού. Στις 3 τελευταίες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου (ερώτηση 5, 6 και 7) παρουσιάζονται δεδομένα σε πίνακες όπου εξετάζονται η ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σε σχέση με τους παράγοντες που επηρεάζουν την εξάτμιση του νερού, την ποσότητα της βροχής που πέφτει και της απορρόφησης του νερού από το έδαφος. Τα δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί στους πίνακες έχουν μελετηθεί σε έρευνες σχετικές κι έχουν προκύψει από τη μελέτη σχετικής βιβλιογραφίας.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ενότητες στις οποίες μελετώνται οι αντιλήψεις των μαθητών καθώς και η ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων τους με τις αντίστοιχες ερωτήσεις.

Πίνακας 4.3. Ζητήματα προς διερεύνηση και αριθμός ερωτήσεων

Ζητήματα προς διερεύνηση	Αριθμός ερώτησης
Αντιλήψεις για την εξάτμιση του νερού	1
Αντιλήψεις για τη σύσταση των σύννεφων	2
Αντιλήψεις για τη προέλευση της βροχής	3
Αντιλήψεις για τη πορεία του νερού που πέφτει στο έδαφος	4
Συγκρότηση επιχειρημάτων σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού	5
Συγκρότηση επιχειρημάτων σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος	6
Συγκρότηση επιχειρημάτων σχετικά με το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού από τα στρώματα του εδάφους.	7

Στη συνέχεια περιγράφονται οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου καθώς και ο στόχος της κάθε ερώτησης.

Ερώτηση 1^η:

Δόθηκε στους μαθητές ένα σενάριο όπου τρία παιδιά συζητούσαν κι έλεγε το καθένα από αυτά την άποψή του για την εξάτμιση του νερού από μια επιφάνεια. Μια από τις απαντήσεις ήταν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης (το νερό πήγε στον αέρα). Οι δύο άλλες απαντήσεις ήταν προς την κατεύθυνση των αντιλήψεων που παρουσιάζουν οι μαθητές σύμφωνα με τη συναφή βιβλιογραφία (*το νερό εξαφανίστηκε ή το νερό απορροφήθηκε από τα πιάτα*). Ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν την άποψή τους. Η ερώτηση αυτή διερευνούσε τις αντιλήψεις των μαθητών για την εξάτμιση του νερού.

Ερώτηση 2^η

Η παρέα των τριών παιδιών εξακολουθούσε να έχει απορίες για το νερό στη δεύτερη ερώτηση. Τα παιδιά είχαν απορίες για τη σύσταση των σύννεφων. Η άποψη ενός παιδιού

ήταν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης(*Τα σύννεφα είναι φτιαγμένα από μικρές σταγόνες νερού*). Οι άλλες δύο απαντήσεις ήταν προς την κατεύθυνση των αντιλήψεων των μαθητών από τη βιβλιογραφία(*Θεωρώ πως τα σύννεφα είναι φτιαγμένα από βαμβάκι με νερό ή τα σύννεφα είναι φτιαγμένα από αέρα και καπνό*). Ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν την άποψή τους. Η ερώτηση αυτή διερευνούσε τις αντιλήψεις των μαθητών για τη σύσταση των σύννεφων.

Ερώτηση 3^η

Στην τρίτη ερώτηση τα τρία παιδιά αναρωτήθηκαν για την προέλευση της βροχής. Το κάθε παιδί έδωσε τη δική του απάντηση. Η μία από τις απαντήσεις ήταν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης(*Η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα*) ενώ οι άλλες δύο απαντήσεις ήταν προς την κατεύθυνση των αντιλήψεων που έχουν οι μαθητές(*Ο Θεούλης έστειλε τη βροχή για να ποτίσει τα λουλούδια της γης ή η βροχή προέρχεται από τον ουρανό*). Ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν την άποψή τους. Η ερώτηση αυτή διερευνούσε τις αντιλήψεις των μαθητών για την προέλευση της βροχής.

Ερώτηση 4^η

Στην τέταρτη ερώτηση οι τρεις φίλες παρατήρησαν πως ενώ την ώρα που έβρεχε το χωράφι είχε αρκετό νερό. Τα κορίτσια είχαν απορίες για την πορεία του νερού που πέφτει στο έδαφος. Η απάντηση του ενός παιδιού ήταν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης(*το νερό πάει προς τη θάλασσα*) ενώ οι άλλες δύο απαντήσεις ήταν προς την κατεύθυνση των αντιλήψεων μαθητών(*Το νερό μένει πάνω στο χωράφι ή το νερό πάει κάτω από το χώμα και μένει εκεί*). Ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν την άποψή τους. Η ερώτηση αυτή διερευνούσε τις αντιλήψεις των μαθητών για την πορεία του νερού που πέφτει στο έδαφος.

Ερώτηση 5^η

Η 5^η ερώτηση στηρίζεται στην παρατήρηση που έκανε ένα παιδί και σχετίζεται με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού. Στην ερώτηση δίνεται πίνακας μεταβλητών όπως θερμοκρασίες του νερού που υπάρχει σε τρία πιάτα σε σχέση με την ποσότητα του νερού που φεύγει από τα πιάτα. Ειδικότερα, δίνονται τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες του νερού που υπάρχει στο πιάτο (20°C, 50°C, 80°C) σε σχέση με την αντίστοιχη ποσότητα του νερού που φεύγει από το πιάτο(10 γραμμ., 15 γραμμ., 20 γραμμ.). Ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν την άποψή τους. Στόχος της ερώτησης ήταν η συγκρότηση επιχειρημάτων σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού.

Ερώτηση 6^η

Στην 6^η ερώτηση ένα κορίτσι παρατήρησε πως όταν βρέχει τα σύννεφα έχουν διαφορετικό χρώμα. Θέλει το κορίτσι να εξετάσει το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος. Στην ερώτηση δίνεται πίνακας με το χρώμα που έχουν τα σύννεφα(σκούρο γκρι, γκρι, ανοιχτό γκρι) και την αντίστοιχη ποσότητα βροχής που πέφτει(πολύ μεγάλη, μεγάλη, μικρή). Ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν την άποψή τους. Στόχος της ερώτησης είναι η συγκρότηση επιχειρημάτων σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

Ερώτηση 7^η

Στην 7^η ερώτηση ένα κορίτσι παρατήρησε πως το νερό της βροχής που έπεφτε στο τσιμέντο της αυλής «έμενε» για περισσότερη ώρα εκεί ενώ το χώμα απορροφούσε γρηγορότερα το νερό. Το κορίτσι έπρεπε να εξετάσει το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού από τα στρώματα του εδάφους. Παρατήρησε για δύο ημέρες την απορρόφηση του νερού της βροχής στα διάφορα υλικά της γης και κατέγραψε τις απαντήσεις της σε πίνακα που δίνεται στην ερώτηση. Στον πίνακα αναγράφεται το είδος του εδάφους (τσιμέντο, χώμα, άμμος, χαλίκια) σε σχέση με την απορρόφηση του νερού αντίστοιχα(μικρή, πολύ μεγάλη, πολύ μεγάλη, μεγάλη). Τα παιδιά έπρεπε να καταγράψουν την άποψή τους όσο πιο αναλυτικά μπορούσαν. Στόχος της ερώτησης ήταν η συγκρότηση επιχειρημάτων σχετικά με το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού από τα στρώματα του εδάφους.

4.6.Συλλογή δεδομένων

Αρχικά δόθηκε στους μαθητές το ερωτηματολόγιο το οποίο συμπλήρωσαν οι μαθητές σε 2 διδακτικές ώρες. Μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ακολούθησε η διδακτική παρέμβαση με τα δύο φύλλα εργασίας στους μαθητές της Δ' τάξης. Ο χρόνος ολοκλήρωσης του κάθε φύλλου εργασίας ήταν ανάλογος με τον τύπο των δραστηριοτήτων που περιελάμβανε. Στον Πίνακα 4.6.1. παρουσιάζονται οι διδακτικές ώρες ανά δραστηριότητα στα δύο φύλλα εργασίας.

Πίνακας 4.6.1. Διδακτικές ώρες ανά δραστηριότητα στα δύο φύλλα εργασίας

Φύλλα Εργασίας	Δραστηριότητα	Διδακτικές ώρες
Φύλλο εργασίας 1	Δραστηριότητα Α	1
	Δραστηριότητα Β	2
	Δραστηριότητα Γ	1
	Δραστηριότητα Δ	1
	Δραστηριότητα Ε	1
	Δραστηριότητα ΣΤ'	2
	Δραστηριότητα Ζ'	1
Φύλλο εργασίας 2	Δραστηριότητα Α	2
	Δραστηριότητα Β	2
	Δραστηριότητα Γ	1
	Δραστηριότητα Δ	2
	Δραστηριότητα Ε	1
	Δραστηριότητα ΣΤ'	1

Η εφαρμογή του υλικού έγινε σε 18 διδακτικές ώρες, σε κάθε τμήμα. Οι διδασκαλίες έγιναν στη σχολική τάξη καθώς και στο Εργαστήριο Πληροφορικής. Την ώρα των διδασκαλιών οι μαθητές εργάζονταν σε ομάδες. Συγκεκριμένα είχαν δημιουργηθεί 3 ομάδες των 6 ατόμων, σε κάθε τμήμα.

Ο δάσκαλος καθ' όλη την πορεία της διδακτικής παρέμβασης είχε ρόλο καθοδηγητικό και συντονιστικό. Έδινε σαφείς οδηγίες που αφορούσαν τις δραστηριότητες των Φύλλων Εργασίας αλλά και συντόνιζε την εργασία στις ομάδες. Μία εβδομάδα μετά το τέλος της διδακτικής παρέμβασης ξαναδόθηκε το αρχικό Ερωτηματολόγιο για να μελετηθεί η αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών για τον κύκλο του νερού.

Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας αποτέλεσαν:

1. Οι απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε αρχικά αλλά και μετά τη διδακτική παρέμβαση
2. Οι απαντήσεις που έδωσε ο κάθε μαθητής στα φύλλα εργασίας.

4.7. Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα της έρευνας αποτελούν οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές. Για την αξιολόγηση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων έχει προταθεί από τους McNeil και Krajcik (2007) μια κλίμακα διαβαθισμένων κριτηρίων. Η κλίμακα περιλαμβάνει τρία συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός) καθώς και τα επίπεδα βαθμολογίας για κάθε συστατικό της. Η κλίμακα αξιολογεί συνολικά τη δομή και το εννοιολογικό περιεχόμενο των επιχειρημάτων. Τα επιχειρήματα που λαμβάνουν υψηλή βαθμολογία χαρακτηρίζονται από καταλληλότητα ως προς το περιεχόμενό τους και τη δομή τους (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).

Οι Σκουμιός και Χατζηνικήτα (2013) πρότειναν μια τροποποιημένη εκδοχή της κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων ενός επιχειρήματος των McNeil και Krajcik (2007), στο πλαίσιο της αξιολόγησης των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών του δημοτικού. Απομόνωσαν τα στοιχεία των συστατικών ενός επιχειρήματος που σχετίζονται με τη δομή του από τα στοιχεία των συστατικών ενός επιχειρήματος που σχετίζονται με το περιεχόμενό του. Διαμορφώθηκαν δύο κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων: α) Η πρώτη κλίμακα εστιάζει στην αξιολόγηση αποκλειστικά της δομής ενός επιχειρήματος και εξετάζει την ύπαρξη και την επάρκεια των συστατικών ενός επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός). Β) Η δεύτερη κλίμακα επικεντρώνεται στην αξιολόγηση του περιεχομένου ενός επιχειρήματος και εξετάζει την καταλληλότητα των συστατικών ενός επιχειρήματος (εξετάζει ένα το επίχειρημα συγκλίνει με την επιστημονική γνώση).

Από τα παραπάνω εργαλεία αξιολόγησης απουσιάζει το στοιχείο της αντίκρουσης. Επίσης, απουσιάζουν κριτήρια που σχετίζονται με τα γλωσσικά χαρακτηριστικά (συγκρότηση προτάσεων, λεξιλόγιο και γλωσσικές συμβάσεις) που υπάρχουν στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών παρόλο που αυτά τα στοιχεία ενός επιχειρήματος συν- καθορίζουν την ποιότητά τους. Είναι αναγκαία η ένταξή τους σ' ένα εργαλείο αξιολόγησης της ποιότητας των εξηγήσεων των μαθητών (Enderle, Grooms & Sampson, 2012; Sampson, Grooms & Walker, 2009).

Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε το εργαλείο αξιολόγησης των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών που προτείνουν οι Σκουμιός και Χατζηνικήτα (2014), όπου αξιολογείται η δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά. Στην παρούσα μελέτη δεν αξιολογήθηκε το στοιχείο της αντίκρουσης. Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή των επιχειρημάτων: μελετήθηκε η ύπαρξη καθώς και η επάρκεια των στοιχείων ενός επιχειρήματος. Ειδικότερα, ένα επίχειρημα κρίθηκε επαρκές όταν

περιελάμβανε έναν ισχυρισμό που απαντούσε σε μια ερώτηση, αποδεικτικά στοιχεία που υποστήριζαν τον συλλογισμό, έναν συλλογισμό που συνέδεε τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό.

Στον Πίνακα 4.7.1. παρουσιάζονται τα επίπεδα αξιολόγησης ενός γραπτού επιχειρήματος ως προς τη δομή.

Πίνακας 4.7.1.Συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και επίπεδα αξιολόγησης ενός γραπτού επιχειρήματος ως προς τη δομή.

Στοιχεία επιχειρήματος	Επίπεδα αξιολόγησης ενός επιχειρήματος ως προς τη δομή		
	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει Ισχυρισμό	Προτείνει ανεπαρκή Ισχυρισμό	Προτείνει επαρκή ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό	Προτείνει ανεπαρκή συλλογισμό	Προτείνει επαρκή συλλογισμό

(Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2014)

Ως προς το περιεχόμενο των επιχειρημάτων: εξετάστηκε η καταλληλότητα των στοιχείων ενός επιχειρήματος με βάση την επιστημονική γνώση. Ένα επιχείρημα θεωρήθηκε κατάλληλο όταν περιελάμβανε έναν ισχυρισμό, κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμό που συνέδεε κατάλληλες αρχές. Επίσης, συνέδεε και τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό με κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό.

Στον Πίνακα 4.7.2. παρουσιάζονται τα επίπεδα αξιολόγησης ενός γραπτού επιχειρήματος ως προς το περιεχόμενο.

Πίνακας 4.7.2.Συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και επίπεδα αξιολόγησης ενός γραπτού επιχειρήματος ως προς το περιεχόμενο.

Στοιχεία επιχειρήματος	Επίπεδα αξιολόγησης ενός επιχειρήματος ως προς το περιεχόμενο		
	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Προτείνει έναν ακατάλληλο ισχυρισμό	Προτείνει έναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό	Προτείνει έναν κατάλληλο ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Προτείνει έναν ακατάλληλο συλλογισμό	Προτείνει έναν μερικώς κατάλληλο συλλογισμό	Προτείνει έναν κατάλληλο συλλογισμό

(Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2014)

Ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων: μελετήθηκε η συγκρότηση των προτάσεων, το λεξιλόγιο και η ορθότητα των λογικών συμβάσεων(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).Στον Πίνακα 4.7.3. παρουσιάζονται τα επίπεδα αξιολόγησης ενός γραπτού επιχειρήματος ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά.

Πίνακας 4.7.3.Συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και επίπεδα αξιολόγησης ενός γραπτού επιχειρήματος ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά.

Γλωσσικά στοιχεία ενός επιχειρήματος	Επίπεδα αξιολόγησης ενός επιχειρήματος ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά		
	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Συγκρότηση προτάσεων	Ατελής προτάσεις	Πλήρεις προτάσεις με απλή δομή	Πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή
Λεξιλόγιο	Εσφαλμένη χρήση λέξεων	Περιορισμένο λεξιλόγιο	Εξειδικευμένο λεξιλόγιο
Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).	Περισσότερα από τρία λάθη	Έως τρία λάθη	Χωρίς λάθη

(Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2014)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά επιχειρήματα που ανέπτυξαν οι μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Ερώτηση 5^η

Η Ελένη παρατήρησε ότι το νερό που υπάρχει σε ένα πιάτο σιγά σιγά μειώνεται μέχρι που δεν υπάρχει πια νερό σε αυτό. Θέλει να εξετάσει αν η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει την ποσότητα του νερού που φεύγει από το πιάτο. Πήρε τρία ίδια πιάτα που είχαν την ίδια ποσότητα νερού και τα άφησε στην αυλή του σπιτιού της για 3 ώρες. Βρήκε τα αποτελέσματα που υπάρχουν στον παρακάτω πίνακα.

Θερμοκρασία νερού που υπάρχει στο πιάτο	Ποσότητα νερού που φεύγει από το πιάτο
20°C	10 γραμμ.
50°C	15 γραμμ.
80°C	40 γραμμ.

Η Ελένη και οι συμμαθητές της χρειάζονται τη βοήθειά σου. Οι συμμαθητές της έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το τι επηρεάζει το νερό που φεύγει από ένα πιάτο.

Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που αναφέρονται για να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτησή της:

Τι επηρεάζει την ποσότητα του νερού που φεύγει από ένα πιάτο;

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

Επιχείρημα 1(προ-τεστ): Την επηρεάζει αν είναι κρύο ή ζεστό το νερό δηλαδή αν είναι ζεστό αφαιρείται πιο πολύ νερό αν είναι κρύο φεύγει πιο λίγο.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 0
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1	Επίπεδο 0
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1

Αξιολόγηση επιχειρήματος 1(προ-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχειρήμα αυτό: δεν περιλαμβάνει ισχυρισμό(Επίπεδο 0), προτείνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία (Την επηρεάζει αν είναι κρύο ή ζεστό) ενώ δεν περιλαμβάνει συλλογισμό. Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Δεν προτείνει ισχυρισμό(Επίπεδο 0)
- Προτείνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 1)
- Δεν προτείνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Προτείνει έναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 1)
- Προτείνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 1)
- Δεν προτείνει έναν συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Οι προτάσεις του παρουσιάζουν απλή δομή(Επίπεδο 1)
- Το λεξιλόγιο είναι περιορισμένο (Επίπεδο 1)
- Εντοπίζονται ελάχιστα γραμματικά και συντακτικά λάθη, καθώς και σημεία στίξης(Επίπεδο 1)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι χαμηλή ως προς τη δομή, ενώ ως προς το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι μέση αντιστοίχως.

Επιχείρημα 2(προ-τεστ): Πιστεύω πως επηρεάζει η θερμοκρασία του νερού. Γιατί όσο πιο πολύ θερμοκρασία έχει τόσο πιο πολύ νερό φεύγει.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1	Επίπεδο 0
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 1	Επίπεδο 0	Επίπεδο 0
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2

Αξιολόγηση επιχειρήματος 2(προ-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχειρήμα αυτό :Περιλαμβάνει ανεπαρκή ισχυρισμό(Πιστεύω πως επηρεάζει η θερμοκρασία του νερού), προτείνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία (Όσο πιο πολύ θερμοκρασία έχει τόσο πιο πολύ νερό φεύγει) ενώ δεν περιλαμβάνει συλλογισμό. Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Προτείνει ανεπαρκή ισχυρισμό(Επίπεδο 1)
- Προτείνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 1)
- Δεν προτείνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Προτείνει έναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 1)
- Δεν περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 0)
- Δεν περιλαμβάνει έναν συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Προτάσεις με απλή δομή(Επίπεδο 1)
- Περιορισμένο λεξιλόγιο (Επίπεδο 1)
- Δεν εντοπίζονται γραμματικά και συντακτικά λάθη(Επίπεδο 2)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι μέση ως προς τη δομή, ως προς το περιεχόμενο είναι χαμηλή και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι μέση.

Επιχείρημα 1(μετά-τεστ): Την επηρεάζει η θερμοκρασία του νερού που υπάρχει μέσα στο πιάτο γιατί όταν ήταν ζεστό το νερό στο πιάτο τόσο μεγαλύτερη ποσότητα νερού εξατμιζόταν από αυτό ενώ όταν το νερό στο πιάτο ήταν κρύο τόσο πιο λίγη ποσότητα νερού φεύγει από το πιάτο. Γι' αυτό η ποσότητα του νερού που φεύγει από το πιάτο εξαρτάται από τη θερμοκρασία του.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 2	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1

Αξιολόγηση επιχειρήματος 1(μετά-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχειρήμα αυτό :Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Την επηρεάζει η θερμοκρασία του νερού που υπάρχει μέσα στο πιάτο), προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία όταν ήταν ζεστό το νερό στο πιάτο τόσο μεγαλύτερη ποσότητα νερού εξατμιζόταν από αυτό ενώ όταν το νερό στο πιάτο ήταν κρύο τόσο πιο λίγη ποσότητα νερού φεύγει από το πιάτο ενώ προτείνει επαρκή συλλογισμό. Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει επαρκή συλλογισμό(Επίπεδο 2)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει έναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει έναν κατάλληλο συλλογισμό(Επίπεδο 2)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή(Επίπεδο 2)

- Περιορισμένο λεξιλόγιο (Επίπεδο 1)
- Εντοπίζονται έως τρία γραμματικά ή συντακτικά λάθη(Επίπεδο 1)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι υψηλή ως προς τη δομή, ως προς το περιεχόμενο είναι μέση και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι μέση.

Επιχείρημα 2(μετά-τεστ): Η ποσότητα του νερού που φεύγει από το πιάτο εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού. Από τον πίνακα πρόσεξα πως όταν η θερμοκρασία του νερού είναι 20°C εξατμίζονται από το πιάτο 10 γραμμ. νερού, όταν η θερμοκρασία του νερού είναι 50°C εξατμίζονται 15 γραμμ. νερού ενώ όταν ήταν 80°C εξατμίστηκαν 40 γραμμ. νερού. Όσο δηλαδή πιο ζεστό είναι το νερό στο πιάτο τόσο μεγαλύτερη ποσότητα νερού εξατμίζεται. Η ποσότητα λοιπόν του νερού που φεύγει από το πιάτο εξαρτάται από τη θερμοκρασία του.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2

Αξιολόγηση επιχειρήματος 2(μετά- τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχειρήμα αυτό: Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Η ποσότητα του νερού που φεύγει από το πιάτο εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού), προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (Από τον πίνακα πρόσεξα πως όταν η θερμοκρασία του νερού είναι 20°C εξατμίζονται από το πιάτο 10 γραμμ. νερού, όταν η θερμοκρασία του νερού είναι 50°C εξατμίζονται 15 γραμμ. νερού ενώ όταν ήταν 80°C εξατμίστηκαν 40 γραμμ. Νερού) ενώ προτείνει επαρκή συλλογισμό(Όσο δηλαδή πιο ζεστό είναι το νερό στο πιάτο τόσο μεγαλύτερη ποσότητα νερού εξατμίζεται. Η ποσότητα λοιπόν του νερού που φεύγει από το πιάτο εξαρτάται από τη θερμοκρασία του). Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει επαρκή συλλογισμό(Επίπεδο 2)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει έναν κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει έναν κατάλληλο συλλογισμό(Επίπεδο 2)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή(Επίπεδο 2)
- Εξειδικευμένο λεξιλόγιο (Επίπεδο 2)
- Δεν εντοπίζονται γραμματικά ή συντακτικά λάθη(Επίπεδο 2)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι υψηλή ως προς τη δομή, ως προς το περιεχόμενο είναι υψηλή και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι υψηλή.

Ερώτηση 6^η

Η Άννα παρατήρησε ότι όταν βρέχει τα σύννεφα έχουν διαφορετικά χρώματα. Θέλει να εξετάσει αν το χρώμα που έχουν τα σύννεφα επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει. Παρατήρησε για τρεις ημέρες την ποσότητα της βροχής που πέφτει στην ταράτσα του σπιτιού της για 2 ώρες. Βρήκε τα αποτελέσματα που υπάρχουν στον παρακάτω πίνακα.

Χρώμα που έχουν τα σύννεφα	Ποσότητα βροχής που πέφτει
Σκούρο γκρι	Πολύ μεγάλη
Γκρι	Μεγάλη
Ανοιχτό γκρι	Μικρή

Η Άννα και οι συμμαθητές της χρειάζονται τη βοήθειά σου. Οι συμμαθητές της έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει.

Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που αναφέρονται για να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτησή της:

Τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει;

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

Επιχείρημα 1(προ-τεστ): Όταν είναι σκούρο γκρι η βροχή είναι πολύ μεγάλη. Όταν είναι γκρι είναι μεγάλη και όταν είναι ανοιχτό γκρι είναι ψιγάλα. Όταν τα σύννεφα είναι σκούρο γκρι έχει πιο πολύ νερό και έτσι κάνουν και με τ' άλλα δύο χρώματα «γκρι και ανοιχτό γκρι» στο γκρι έχει λιγότερο νερό και όταν έχει ανοιχτό γκρι έχει λίγο νερό μέσα.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 0
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1	Επίπεδο 0
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2

Αξιολόγηση επιχειρήματος 1(προ-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχείρημα αυτό: Δεν περιλαμβάνει ισχυρισμό(Επίπεδο 0), προτείνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Όταν είναι σκούρο γκρι η βροχή είναι πολύ μεγάλη. Όταν είναι γκρι είναι μεγάλη και όταν είναι ανοιχτό γκρι είναι ψιγάλα) ενώ δεν περιλαμβάνει συλλογισμό(Επίπεδο 0). Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Δεν περιλαμβάνει ισχυρισμό(Επίπεδο 0)
- Περιλαμβάνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 1)
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει έναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 1)
- Δεν περιλαμβάνει έναν συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Προτάσεις με απλή δομή(Επίπεδο 1)
- Το λεξιλόγιο είναι περιορισμένο (Επίπεδο 1)

- Δεν εντοπίζονται γραμματικά και συντακτικά λάθη(Επίπεδο 2)
Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι χαμηλή ως προς τη δομή, ως προς το περιεχόμενο είναι μέση και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι μέση.

Επιχείρημα 2(προ-τεστ): Πιστεύω πως όσο πιο πολύ νερό μαζέψουν τα σύννεφα από τη διαδικασία της εξάτμισης, τόσο πιο πολύ σκουραίνει το χρώμα τους, τόσο πιο πολύ βαραίνουν, τόσο περισσότερη βροχή πέφτει.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 1
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2

Αξιολόγηση επιχειρήματος 2(προ-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχειρήμα αυτό: Περιλαμβάνει ανεπαρκή ισχυρισμό(Επίπεδο 1), προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (όσο πιο πολύ νερό μαζέψουν τα σύννεφα από τη διαδικασία της εξάτμισης, τόσο πιο πολύ σκουραίνει το χρώμα τους,) ενώ περιλαμβάνει ανεπαρκή συλλογισμό(τόσο πιο πολύ βαραίνουν, τόσο περισσότερη βροχή πέφτει).
Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Περιλαμβάνει ανεπαρκή ισχυρισμό(Επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει ανεπαρκή συλλογισμό(Επίπεδο 1)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει έναν κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει έναν κατάλληλο συλλογισμό(Επίπεδο 2)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή(Επίπεδο 2)
- Το λεξιλόγιο είναι εξειδικευμένο (Επίπεδο 2)
- Δεν εντοπίζονται γραμματικά και συντακτικά λάθη(Επίπεδο 2)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι μέση ως προς τη δομή, ως προς το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι υψηλή αντιστοίχως.

Επιχείρημα 1(μετά-τεστ): Την επηρεάζει το χρώμα των σύννεφων. Όταν τα σύννεφα έχουν χρώμα γκρι ανοιχτό πέφτει μικρή ποσότητα βροχής. Όταν τα σύννεφα έχουν χρώμα σκούρο γκρι τότε πέφτει μεγάλη ποσότητα βροχής. Τα σύννεφα με σκούρο γκρι χρώμα έχουν περισσότερες σταγόνες νερού γι' αυτό πέφτει μεγάλη ποσότητα βροχής από αυτά.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 0
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 0
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 2	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1

Αξιολόγηση επιχειρήματος 1(μετά-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχείρημα αυτό: Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Την επηρεάζει το χρώμα των σύννεφων), προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (. Όταν τα σύννεφα έχουν χρώμα γκρι ανοιχτό πέφτει μικρή ποσότητα βροχής. Όταν τα σύννεφα έχουν χρώμα σκούρο γκρι τότε πέφτει μεγάλη ποσότητα βροχής. Τα σύννεφα με σκούρο γκρι χρώμα έχουν περισσότερες σταγόνες νερού γι' αυτό πέφτει μεγάλη ποσότητα βροχής από αυτά) ενώ δεν περιλαμβάνει συλλογισμό. Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Επίπεδο 2)

- Περιλαμβάνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει έναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Δεν προτείνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή(Επίπεδο 2)
- Το λεξιλόγιο είναι περιορισμένο (Επίπεδο 1)
- Εντοπίζονται έως τρία γραμματικά και συντακτικά λάθη(Επίπεδο 1)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι υψηλή ως προς τη δομή, ως προς το περιεχόμενο και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι μέση αντιστοίχως

Επιχείρημα 2(μετά-τεστ): Η ποσότητα της βροχής εξαρτάται από το χρώμα των σύννεφων. Όταν τα σύννεφα έχουν γκρι σκούρο έχουν περισσότερες σταγόνες νερού κι έτσι πέφτει μεγάλη ποσότητα βροχής. Όταν είναι ανοιχτό γκρι πέφτει λίγο νερό.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 0
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1	Επίπεδο 0
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1

Αξιολόγηση επιχειρήματος 2(μετά-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχειρήμα αυτό: Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Η ποσότητα της βροχής εξαρτάται από το χρώμα των σύννεφων), προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Όταν τα σύννεφα έχουν γκρι σκούρο έχουν περισσότερες σταγόνες νερού κι έτσι πέφτει μεγάλη ποσότητα βροχής. Όταν είναι ανοιχτό γκρι πέφτει λίγο νερό) ενώ δεν περιλαμβάνει συλλογισμό. Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει έναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 1)
- Δεν προτείνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Πλήρεις προτάσεις με απλή δομή(Επίπεδο 1)
- Το λεξιλόγιο είναι περιορισμένο (Επίπεδο 1)
- Εντοπίζονται έως τρία γραμματικά και συντακτικά λάθη(Επίπεδο 1)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι υψηλή ως προς τη δομή, ως προς το περιεχόμενο και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι μέση αντιστοίχως.

Ερώτηση 7^η

Η Ελευθερία παρατήρησε πως το νερό της βροχής που πέφτει στο τσιμέντο της αυλής «μένει» για περισσότερη ώρα εκεί ενώ το νερό της βροχής που πέφτει στο χώμα απορροφάται από αυτό γρηγορότερα. Θέλει να εξετάσει αν το είδος του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής. Παρατήρησε για δύο ημέρες την απορρόφηση του νερού της βροχής στα διάφορα υλικά της γης και βρήκε τα εξής αποτελέσματα.

Είδος εδάφους	Απορρόφηση νερού
Τσιμέντο	Μικρή
Χώμα	Πολύ Μεγάλη
Άμμος	Πολύ Μεγάλη
Χαλίκια	Μεγάλη

Η Ελευθερία και οι συμμαθητές της χρειάζονται τη βοήθειά σου. Οι συμμαθητές της έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το αν το είδος του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής. Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που αναφέρονται για να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτησή της:

Τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής;

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

Επιχείρημα 1(προ-τεστ): Πιστεύω πως το είδος του εδάφους έχει σχέση με την απορρόφηση του νερού. Αν είναι σκληρό το έδαφος η απορρόφηση του νερού θα είναι μικρότερη. Αν είναι πιο μαλακό η απορρόφηση του νερού θα είναι μεγαλύτερη.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 2	Επίπεδο 1	Επίπεδο 0
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 0
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2

Αξιολόγηση επιχειρήματος 1(προ-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχείρημα αυτό: Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Πιστεύω πως το είδος του εδάφους έχει σχέση με την απορρόφηση του νερού), προτείνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Αν είναι σκληρό το έδαφος η απορρόφηση του νερού θα είναι μικρότερη. Αν είναι πιο μαλακό η απορρόφηση του νερού θα είναι μεγαλύτερη) ενώ δεν περιλαμβάνει συλλογισμό(Επίπεδο 0). Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 1)
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει έναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Προτάσεις με σύνθετη δομή(Επίπεδο 2)
- Το λεξιλόγιο είναι εξειδικευμένο (Επίπεδο 2)
- Δεν εντοπίζονται γραμματικά και συντακτικά λάθη(Επίπεδο 2)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι μέση ως προς τη δομή, ως προς το περιεχόμενο είναι μέση και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι υψηλή.

Επιχείρημα 2(προ-τεστ): Όταν το έδαφος είναι τσιμέντο η απορρόφηση θα είναι μικρή. Όταν είναι χώμα η απορρόφηση είναι πολύ μεγάλη. Όταν είναι άμμος η απορρόφηση είναι πάλι πολύ μεγάλη. Όταν είναι χαλίκια η απορρόφηση είναι μεγάλη. Δηλαδή η απορρόφηση του νερού της βροχής επηρεάζεται από το είδος του εδάφους.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 0	Επίπεδο 2	Επίπεδο 0
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 0	Επίπεδο 2	Επίπεδο 1
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2

Αξιολόγηση επιχειρήματος 2(προ-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχείρημα αυτό: Δεν περιλαμβάνει ισχυρισμό(Επίπεδο 0), προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Όταν το έδαφος είναι τσιμέντο η απορρόφηση θα είναι μικρή. Όταν είναι χώμα η απορρόφηση είναι πολύ μεγάλη. Όταν είναι άμμος η απορρόφηση είναι πάλι πολύ μεγάλη. Όταν είναι χαλίκια η απορρόφηση είναι μεγάλη), ενώ δεν περιλαμβάνει συλλογισμό(Επίπεδο 0). Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Δεν περιλαμβάνει ισχυρισμό(Επίπεδο 0)
- Περιλαμβάνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Δεν περιλαμβάνει ισχυρισμό(Επίπεδο 0)
- Περιλαμβάνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)

- Περιλαμβάνει έναν μερικώς κατάλληλο συλλογισμό(Επίπεδο 1)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Προτάσεις με απλή δομή(Επίπεδο 1)
- Το λεξιλόγιο είναι εξειδικευμένο (Επίπεδο 2)
- Δεν εντοπίζονται γραμματικά και συντακτικά λάθη(Επίπεδο 2)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι μέση ως προς τη δομή, ως προς το περιεχόμενο είναι μέση και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι υψηλή.

Επιχείρημα 1(μετά-τεστ): Την απορρόφηση του νερού επηρεάζει το είδος του εδάφους. Στο τσιμέντο η απορρόφηση του νερού είναι μικρή, στα χαλίκια είναι μεγάλη ενώ στο χώμα και στην άμμο η απορρόφηση είναι πολύ μεγάλη. Άρα την απορρόφηση του νερού επηρεάζει το είδος του εδάφους.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 1
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2

Αξιολόγηση επιχειρήματος 1(μετά-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχείρημα αυτό: Περιλαμβάνει επαρκή ισχυρισμό(Την απορρόφηση του νερού επηρεάζει το είδος του εδάφους), προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία.(Στο τσιμέντο η απορρόφηση του νερού είναι μικρή, στα χαλίκια είναι μεγάλη ενώ στο χώμα και στην άμμο η απορρόφηση είναι πολύ μεγάλη), ενώ προτείνει επαρκή συλλογισμό(Άρα την απορρόφηση του νερού επηρεάζει το είδος του εδάφους). Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Προτείνει επαρκή ισχυρισμό(Επίπεδο 2)
- Προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Προτείνει επαρκή συλλογισμό(Επίπεδο 2)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Προτείνει έναν κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 2)
- Προτείνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 2)
- Προτείνει έναν μερικώς κατάλληλο συλλογισμό(Επίπεδο 1)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Προτάσεις με σύνθετη δομή(Επίπεδο 2)
- Το λεξιλόγιο είναι εξειδικευμένο (Επίπεδο 2)
- Δεν εντοπίζονται γραμματικά και συντακτικά λάθη(Επίπεδο 2)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι υψηλή ως προς τη δομή, ως προς το περιεχόμενο και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά αντιστοίχως.

Επιχείρημα 2(μετά-τεστ): Το είδος του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής.

	Ισχυρισμός	Αποδεικτικά στοιχεία	Συλλογισμός
Αξιολόγηση ως προς τη δομή	Επίπεδο 1	Επίπεδο 0	Επίπεδο 0
Αξιολόγηση ως προς το περιεχόμενο	Επίπεδο 0	Επίπεδο 0	Επίπεδο 0
	Συγκρότηση προτάσεων	Λεξιλόγιο	Λογικές συμβάσεις(γραμματικοί, συντακτικοί κανόνες και σημεία στίξης).
Αξιολόγηση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1

Αξιολόγηση επιχειρήματος 2(μετά-τεστ)

Ως προς τη δομή του το επιχείρημα αυτό: Περιλαμβάνει ανεπαρκή ισχυρισμό(Το είδος του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής), δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 0), ενώ δεν προτείνει συλλογισμό(Επίπεδο 0). Ειδικότερα:

Ως προς τη δομή:

- Προτείνει ανεπαρκή ισχυρισμό(Επίπεδο 1)
- Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 0)
- Δεν προτείνει συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Δεν προτείνει έναν κατάλληλο ισχυρισμό(Επίπεδο 0)
- Προτείνει ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(Επίπεδο 0)
- Προτείνει έναν ακατάλληλο συλλογισμό(Επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά στοιχεία

- Πλήρεις προτάσεις με απλή δομή(Επίπεδο 1)
- Το λεξιλόγιο είναι περιορισμένο (Επίπεδο 1)
- Εντοπίζονται έως τρία γραμματικά ή συντακτικά λάθη(Επίπεδο 1)

Συνεπώς η ποιότητα του επιχειρήματος είναι χαμηλή ως προς τη δομή και ως προς το περιεχόμενο αντίστοιχα ενώ ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά είναι μέση.

Η ανάλυση των δεδομένων, έγινε από δύο ερευνητές οι οποίοι εργάστηκαν ανεξάρτητα. Η μεταξύ τους συμφωνία ήταν 92% και στη συνέχεια οι διαφωνίες τους επιλύθηκαν μέσω συζήτησης.

Προσδιορίστηκαν οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των κατηγοριών των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στις ερωτήσεις 1, 2, 3 και 4 του ερωτηματολογίου και αφορούσαν τη μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών για την εξάτμιση του νερού, τη σύσταση των σύννεφων, την προέλευση της βροχής και την πορεία του νερού που πέφτει στο έδαφος. Μελετήθηκε η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής συσχέτισης ανάμεσα στις κατηγορίες των αντιλήψεων των μαθητών (αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών) με το τεστ McNemar.

Προσδιορίστηκαν οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός)ως προς τη δομή και το περιεχόμενο καθώς και ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά (συγκρότηση προτάσεων, λεξιλόγιο, λογικές συμβάσεις) πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση για τις ερωτήσεις 5, 6 και 7, σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος και την απορρόφηση του νερού από τα στρώματα του εδάφους. Μελετήθηκε η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής συσχέτισης

ανάμεσα στις κατηγορίες των αντιλήψεων των μαθητών (Επίπεδο 0 και Επίπεδα 1 & 2) με το τεστ McNemar.

4.8. Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε η μεθοδολογία της έρευνας. Συγκεκριμένα, παρουσιάστηκε το δείγμα και οι φάσεις της ερευνητικής διαδικασίας καθώς και τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν. Παρουσιάστηκε το διδακτικό υλικό που συγκροτήθηκε δηλαδή τα φύλλα εργασίας της διδακτικής παρέμβασης καθώς και οι προσομοιώσεις. Τέλος, παρουσιάστηκε ο τρόπος συλλογής και ανάλυσης των ερευνητικών δεδομένων.

Κεφάλαιο 5ο: Αποτελέσματα

5.1. Εισαγωγή

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε. Τα αποτελέσματα αφορούν στη μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών καθώς και στη ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων τους για τον κύκλο του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Η μελέτη των αλλαγών στις αντιλήψεις των μαθητών για την εξάτμιση καθώς και τη δημιουργία των σύννεφων, την προέλευση της βροχής και τα υπόγεια ύδατα αφορούν τις απαντήσεις που έδωσαν στις 4 πρώτες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Η μελέτη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών αφορούν τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις 5, 6 και 7 του ερωτηματολογίου. Τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών, μελετήθηκαν ως προς τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά τους.

Αρχικά παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στις αντιλήψεις των μαθητών (βλ. ενότητα 5.2) και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. ενότητες 5.3., 5.4 & 5.5.)

5.2. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών για τον κύκλο του νερού

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης για τον κύκλο του νερού, στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών της Δ' τάξης. Περιλαμβάνει πέντε υπο- ενότητες. Στην πρώτη παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα που αφορούν στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών για την εξάτμιση του νερού (βλ. υπο-ενότητα 5.2.1). Στη δεύτερη παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα που αφορούν στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τη σύσταση των σύννεφων (υπο- ενότητα 5.2.2). Στην τρίτη παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα που αφορούν στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την προέλευση της βροχής (υπο- ενότητα 5.2.3). Στην τέταρτη παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα που αφορούν στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την πορεία των υπόγειων υδάτων (υπο- ενότητα 5.2.4). Στην πέμπτη υπο-ενότητα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα για τις αντιλήψεις των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (βλ. υπο-ενότητα 5.2.5).

5.2.1. Οι αντιλήψεις των μαθητών για την εξάτμιση του νερού

Στον Πίνακα 5.1. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την εξάτμιση του νερού πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Οι αντιλήψεις των μαθητών για την εξάτμιση του νερού διερευνήθηκαν από την 1^η Ερώτηση του Ερωτηματολογίου (*Η Ελευθερία και οι φίλες της χρειάζονται τη βοήθειά σου για ν' απαντήσουν στο ερώτημα: Τι έγινε το νερό της βροχής;*).

Πίνακας 5.1. Συχνότητες και εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την εξάτμιση του νερού πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Αντιλήψεις μαθητών για την εξάτμιση του νερού	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f%	f	f%
Το νερό της βροχής έγινε ατμός	2	5,6	11	30,5
Το νερό της βροχής στέγνωσε γιατί βγήκε ο ήλιος	6	16,6	4	11,1
Το νερό εξαφανίστηκε	4	11,1	0	0
Το νερό εξατμίστηκε γιατί ζεστάθηκε από τον ήλιο	20	55,5	19	52,8
Το νερό της βροχής εξατμίστηκε και στέγνωσε από τον ήλιο	2	5,6	2	5,6
Το νερό απορροφήθηκε.	2	5,6	0	0

Από τον Πίνακα 5.1. παρατηρούμε πως πριν τη διδακτική παρέμβαση πάνω από τους μισούς μαθητές(55,5%) πίστευαν πως «το νερό εξατμίστηκε γιατί ζεστάθηκε από τον ήλιο». Η απάντηση αυτή είναι προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης. Το 16,6% των μαθητών απάντησαν πως «Το νερό της βροχής στέγνωσε γιατί βγήκε ο ήλιος», συνέδεσαν δηλαδή την εξάτμιση του νερού με τη θερμοκρασία. Ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό των μαθητών (11,1%) πίστευαν πως το νερό εξαφανίστηκε , απάντηση που δεν ήταν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης αλλά αποτελούσε εναλλακτική αντίληψη των μαθητών. Σε χαμηλότερο ποσοστό(5,6%), εντοπίζονται αντιλήψεις των μαθητών που είναι προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και συγκεκριμένα οι μαθητές υποστήριξαν πως «Το νερό της βροχής έγινε ατμός». Εντοπίζονται και άλλες αντιλήψεις σε χαμηλότερα ποσοστά όπως «Το νερό της βροχής εξατμίστηκε και στέγνωσε από τον ήλιο» (5,6%) ή «Το νερό απορροφήθηκε»(5,6%).Μετά τη διδακτική παρέμβαση παρατηρούμε πως η πλειοψηφία των μαθητών(52,8%) απάντησε πως το νερό της βροχής εξατμίστηκε γιατί ζεστάθηκε από τον ήλιο ενώ αρκετά υψηλό ήταν και το ποσοστό των μαθητών(30,5%) που απάντησαν πως το νερό της βροχής έγινε ατμός. Επίσης, μειώθηκε το ποσοστό των μαθητών(11,1%) που πίστευαν πως το νερό της βροχής στέγνωσε γιατί βγήκε ο ήλιος ενώ το ίδιο ποσοστό των

μαθητών(5,6%)δεν άλλαξε τις αντιλήψεις του αφού υποστήριξαν πως το νερό της βροχής εξατμίστηκε και στέγνωσε από τον ήλιο. Κανένας μαθητής δεν υποστήριξε πως το νερό εξαφανίστηκε ή απορροφήθηκε.

Διαπιστώνεται πως πριν τη διδακτική παρέμβαση το 33,3 % των αντιλήψεων των μαθητών δεν ήταν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης ενώ το διπλάσιο ποσοστό (66,6%) των απαντήσεων των μαθητών πλησίαζαν τη σχολική γνώση(βλ. Πίνακα 5.2). Αντίθετα, μετά τη διδακτική παρέμβαση το 83,3% των αντιλήψεων των μαθητών ήταν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης ενώ μόλις το16,7% ήταν εναλλακτικές αντιλήψεις.

Πίνακας 5.2. Αντιλήψεις μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών, σχετικά με την εξάτμιση του νερού πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά

Αντιλήψεις μαθητών για την εξάτμιση του νερού	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f%	f	f%
Αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης	24	66,6	30	83,3
Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών	12	33,3	6	16,7

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των αντιλήψεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2=4,167$, $df=1$, $p=0,1412$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στις αντιλήψεις των μαθητών για την εξάτμιση του νερού.

5.2.2. Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη σύσταση των σύννεφων

Στον Πίνακα 5.3. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για τη σύσταση των σύννεφων, πριν τη διδακτική παρέμβαση. Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη σύσταση των σύννεφων διερευνήθηκαν από τη 2^η Ερώτηση του Ερωτηματολογίου(*Η Ελευθερία και οι φίλες της χρειάζονται τη βοήθειά σου για να απαντήσουν στο ερώτημα: Από τι αποτελούνται τα σύννεφα;*

Πίνακας 5.3. Συχνότητες και εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για τη σύσταση των σύννεφων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Αντιλήψεις μαθητών για τον σχηματισμό των σύννεφων	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f%	f	f%
Τα σύννεφα αποτελούνται από νερό	10	28	21	58,3
Τα σύννεφα αποτελούνται από χιόνι	2	5,5	0	0
Τα σύννεφα αποτελούνται από αέρα και νερό	2	5,5	3	8,4
Τα σύννεφα αποτελούνται από ατμό	8	22,2	12	33,3
Τα σύννεφα αποτελούνται από νερό και βαμβάκι	6	16,6	0	0
Τα σύννεφα αποτελούνται από αφρό και νερό	6	16,6	0	0
Τα σύννεφα αποτελούνται από σκόνη	2	5,5	0	0

Από τον Πίνακα 5.3. παρατηρούμε πως πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειοψηφία των μαθητών (28%) θεωρούσε πως «Τα σύννεφα αποτελούνται από νερό», αντίληψη που είναι προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης καθώς και το 22,2% των μαθητών θεωρεί πως «Τα σύννεφα αποτελούνται από ατμό». Το 16,6% των αντιλήψεων των μαθητών θεωρεί πως «Τα σύννεφα αποτελούνται από νερό και βαμβάκι» ή πως «Τα σύννεφα αποτελούνται από αφρό και νερό», αντιλήψεις που δεν είναι προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης. Μικρότερο ποσοστό (5,5%) εμφανίζουν οι απαντήσεις «Τα σύννεφα αποτελούνται από χιόνι» ή «Τα σύννεφα αποτελούνται από αέρα και νερό» ή «Τα σύννεφα αποτελούνται από σκόνη» αντίστοιχα. Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το 58,3% των μαθητών πίστευε πως τα σύννεφα αποτελούνται από νερό ενώ το 33,3% υποστήριξε πως αποτελούνται από ατμό. Μικρή αύξηση παρατηρείται (8,4%) στο ποσοστό των μαθητών που υποστήριξε πως τα σύννεφα αποτελούνται από αέρα και νερό ενώ κανείς μαθητής δεν έδωσε απαντήσεις των τεσσάρων κατηγοριών εναλλακτικών αντιλήψεων του Πίνακα 5.3.

Διαπιστώνουμε πως στο προ- τεστ, οι μισές απαντήσεις των μαθητών(50%) πλησίαζαν τη σχολική γνώση ενώ οι άλλοι μισοί(50%) είχαν εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με τη σύσταση των σύννεφων(βλ. Πίνακα 5.4.). Αντίθετα, στο μετά- τεστ αυξήθηκε το ποσοστό(91,7%) των αντιλήψεων των μαθητών που πλησίαζαν τη σχολική γνώση ενώ μειώθηκε (8,3%) το ποσοστό των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών.

Πίνακας 5.4. Αντιλήψεις μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών, σχετικά με τη σύσταση των σύννεφων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά

Αντιλήψεις μαθητών για τον σχηματισμό των σύννεφων	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f%	f	f%
Αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης	18	50	33	91,7
Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών	18	50	3	8,3

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των αντιλήψεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2=13,067$, $df=1$, $p=0,0003$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στις αντιλήψεις των μαθητών για τον σχηματισμό των σύννεφων.

5.2.3. Οι αντιλήψεις των μαθητών για την προέλευση της βροχής

Στον Πίνακα 5.5. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την προέλευση της βροχής, πριν τη διδακτική παρέμβαση. Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη σύσταση των σύννεφων εντοπίστηκαν από την 3^η Ερώτηση του Ερωτηματολογίου (*Η Ελευθερία και οι φίλες της χρειάζονται τη βοήθειά σου για να απαντήσουν στο ερώτημα: Από πού προέρχεται η βροχή;*)

Πίνακας 5.5. Συχνότητες και εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την προέλευση της βροχής, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Αντιλήψεις μαθητών για την προέλευση της βροχής	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f%	f	f%
Η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα	26	72,2	35	97,2
Η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα που τα στέλνει ο Θεός	2	5,55	1	2,8
Η βροχή προέρχεται από νερό	6	16,7	0	0
Η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα γιατί αυτά κλαίνε	2	5,55	0	0

Από τον Πίνακα 5.5. παρατηρούμε πως πριν τη διδακτική παρέμβαση το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών (72,2%) επέλεξε την απάντηση που είναι προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης δηλαδή πως η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα ενώ το 16,7% των μαθητών απάντησε πως η βροχή προέρχεται από το νερό απάντηση που δεν πλησιάζει τη σχολική γνώση. Ένα πολύ μικρό ποσοστό των μαθητών (5,5%) απάντησε πως «Η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα που τα στέλνει ο Θεός» ή «Η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα γιατί αυτά κλαίνε» αντίστοιχα, απαντήσεις που δεν είναι προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης. Στο μετά- τεστ η πλειοψηφία των μαθητών(97,2%) πίστευε πως η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα ενώ μόλις το 2,8% των μαθητών συνέχισε να υποστηρίζει την άποψη πως η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα που τα στέλνει ο Θεός. Κανείς μαθητής δεν υποστήριξε πως η βροχή προέρχεται από νερό ή πως η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα γιατί αυτά κλαίνε(βλ. Πίνακα 5.5.).

Διαπιστώνουμε πως στο προ- τεστ, το 72,2% των αντιλήψεων των μαθητών ήταν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης ενώ το 27,7% ήταν εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών. Αντίθετα, στο μετά-τεστ αυξήθηκαν(97,2%) οι αντιλήψεις των μαθητών που πλησιάζαν τη σχολική γνώση ενώ μειώθηκε(2,8%) το ποσοστό των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών (βλ. Πίνακα 5.6.)

Πίνακας 5.6. Αντιλήψεις μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών, σχετικά με την προέλευση της βροχής, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά

Αντιλήψεις μαθητών για την προέλευση της βροχής	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f%	f	f%
Αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης	26	72,2	35	97,2
Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών	10	27,7	1	2,8

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των αντιλήψεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2=23,040$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στις αντιλήψεις των μαθητών για την προέλευση της βροχής.

5.2.4. Οι αντιλήψεις των μαθητών για την πορεία των υπόγειων υδάτων

Στον Πίνακα 5.7. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την πορεία των υδάτων, πριν τη διδακτική παρέμβαση. Οι

αντιλήψεις των μαθητών για την πορεία των υδάτων, εντοπίστηκαν από την 4^η Ερώτηση του Ερωτηματολογίου (*Η Ελευθερία και οι φίλες της χρειάζονται τη βοήθειά σου για να απαντήσουν στο ερώτημα: Πού πάει το νερό της βροχής;*)

Πίνακας 5.7. Συχνότητες και εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την πορεία των υπόγειων υδάτων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Αντιλήψεις μαθητών για το πού πάει το νερό της βροχής	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f%	f	f%
Το νερό της βροχής πηγαίνει στη θάλασσα	8	22,2	22	61,1
Το νερό της βροχής μένει πάνω στο χωράφι	2	5,5	0	0
Το νερό της βροχής απορροφάται από το χώμα και μένει εκεί	6	16,7	0	0
Το νερό της βροχής απορροφάται από το χώμα και μετά στεγνώνει από τον ήλιο	2	5,5	0	0
Το νερό της βροχής απορροφάται από το χώμα και ποτίζει τις ρίζες των φυτών	12	33,3	2	5,6
Το νερό της βροχής απορροφάται από το χώμα	6	16,7	12	33,3

Από τον Πίνακα 5.7. παρατηρούμε πως η πλειοψηφία των μαθητών (33,3%), πριν τη διδακτική παρέμβαση, συνδέει την απορρόφηση του νερού της βροχής από τις ρίζες των φυτών, αντίληψη που δεν είναι προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης. Μόλις το 22, 2% των αντιλήψεων των μαθητών είναι προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης αφού απάντησαν πως το νερό της βροχής πηγαίνει στη θάλασσα. Εναλλακτικές αντιλήψεις είχε το 16,7 % των μαθητών που έδωσαν την απάντηση πως «Το νερό της βροχής απορροφάται από το χώμα και μένει εκεί», απάντηση που δεν είναι προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης. Το ίδιο ποσοστό(16,7%) των μαθητών απάντησε πως το νερό της βροχής απορροφάται από το χώμα, χωρίς περαιτέρω αιτιολόγηση. Τέλος, μόνο το 5,5% των μαθητών απάντησαν πως το νερό της βροχής μένει πάνω στο χωράφι ή το νερό της βροχής απορροφάται από το χώμα και μετά στεγνώνει από τον ήλιο. Αντίθετα, στο μετά-τεστ, η πλειοψηφία των μαθητών(61,1%) υποστήριξε πως το νερό της βροχής πηγαίνει στη θάλασσα ενώ αρκετά υψηλό(33,3%) ήταν και το ποσοστό των μαθητών που υποστήριξαν πως το νερό απορροφάται από το χώμα. Επίσης, μειώθηκε(5,6%) το ποσοστό των μαθητών που πίστευαν πως το νερό της βροχής απορροφάται από το χώμα και ποτίζει τις ρίζες των φυτών. Παρατηρούμε πως κανένας μαθητής δεν έδωσε εναλλακτικές απαντήσεις των τριών κατηγοριών του πίνακα(βλ. Πίνακα 5.7.)

Διαπιστώνουμε πως στο προ- τεστ, η πλειοψηφία των απαντήσεων των μαθητών (77,8%) ήταν εναλλακτικές απαντήσεις ενώ το 22, 2% των απαντήσεων πλησίαζαν τη σχολική γνώση. Αντίθετα, στο μετά- τεστ, το 61,1% των αντιλήψεων των μαθητών ήταν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης ενώ μειώθηκε(38,9%) το ποσοστό των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών(βλ. Πίνακα 5.8.)

Πίνακας 5.8. Αντιλήψεις μαθητών προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης και εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών, σχετικά με την πορεία των υπόγειων υδάτων, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά

Αντιλήψεις μαθητών για το πού πάει το νερό της βροχής	Προ -τεστ		Μετά -τεστ	
	f	f%	f	f%
Αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης	8	22,2	22	61,1
Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών	28	77,8	14	38,9

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των αντιλήψεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2=12,071$, $df=1$, $p=0,0005$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στις αντιλήψεις των μαθητών για την πορεία των υπόγειων υδάτων.

5.2.5. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις αντιλήψεις των μαθητών

Πίνακας 5.9. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις αντιλήψεις των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά

Αντιλήψεις μαθητών για τον κύκλο του νερού	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f%	f	f%
Αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης	76	52,8	120	83,3
Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών	68	47,2	24	16,7

Από τον Πίνακα 5.9. διαπιστώνουμε πως στο προ- τεστ, υπήρχε μικρή διαφορά στο ποσοστό των αντιλήψεων των μαθητών που πλησίαζαν τη σχολική γνώση(52,8%) με το ποσοστό των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών(47,2%). Αντίθετα, στο μετά- τεστ, το ποσοστό των αντιλήψεων των μαθητών(83,3%) που πλησίαζαν τη σχολική γνώση αυξήθηκε σημαντικά ενώ μειώθηκε το ποσοστό των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών(16,7%).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις αντιλήψεις που πλησιάζουν τη σχολική γνώση και στις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 50,019$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στις αντιλήψεις των μαθητών που πλησιάζουν τη σχολική γνώση.

5.3. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στη δομή, στο περιεχόμενο και στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, στη δομή, στο περιεχόμενο και στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης. Περιλαμβάνει τρεις υπο- ενότητες. Στην πρώτη παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα που αφορούν στη δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και ειδικότερα της επάρκειας των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών(υπο- ενότητα 5.3.1.). Στη δεύτερη παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα που αφορούν στο περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και ειδικότερα της καταλληλότητας των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών(υπο- ενότητα 5.3.2)). Στην τρίτη παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και ειδικότερα της συγκρότησης προτάσεων, της χρήσης λεξιλογίου και των γλωσσικών συμβάσεων(υπο- ενότητα 5.3.3).

5.3.1. Δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού

I. Επάρκεια των ισχυρισμών

Στον Πίνακα 5.10. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των ισχυρισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.10. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	14	38,9	2	5,6
Επίπεδο 1	20	55,6	12	33,3
Επίπεδο 2	2	5,5	22	61,1

Σχετικά με την επάρκεια των ισχυρισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών, προέκυψε ότι, πριν τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 1(55,6%) ενώ το 38,9% των ισχυρισμών των μαθητών ήταν στο χαμηλότερο Επίπεδο 0. Μόλις το 5,5% των ισχυρισμών ήταν Επιπέδου 2 (βλ. Πίνακα 5.10.). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, μειώθηκαν τα ποσοστά των ισχυρισμών Επιπέδου 1(33,3%) και Επιπέδου 0(5,6%) αντίστοιχα , ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 2(61,1%)(βλ. Πίνακα 5.10.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των ισχυρισμών των μαθητών (Επίπεδο 0 , Επίπεδα 1& 2) πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 18,050$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως, διαπιστώνεται ότι υπάρχει σημαντική βελτίωση στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού.

II. Επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων

Στον Πίνακα 5.11. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.11. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	12	33,3	2	5,6
Επίπεδο 1	22	61,1	14	38,8
Επίπεδο 2	2	5,6	20	55,6

Σχετικά με την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 1 ήταν (61,1%) ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 0 ήταν (33,3%). Μόλις το 5,6% των αποδεικτικών στοιχείων ήταν Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.11.) Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 2(55,6%) αυξήθηκε αρκετά ενώ μειώθηκε το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 1(38,8%)(βλ. Πίνακα 5.11.). Επιπλέον, σημαντική μείωση παρατηρήθηκε στο ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 0(από 33,3% σε 5,6%)(βλ. Πίνακα 5.11.)

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1& 2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 20,045$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως, διαπιστώνεται ότι υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού.

III. Επάρκεια των συλλογισμών

Στον Πίνακα 5.12. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.12. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	30	83,3	14	38,9
Επίπεδο 1	6	16,7	18	50
Επίπεδο 2	0	0	4	11,1

Σχετικά με την επάρκεια των συλλογισμών που περιελάμβαναν τα επιχειρήματα των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση, προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές(83,3%) ανέπτυξαν συλλογισμούς Επιπέδου 0. Μικρότερο ήταν το ποσοστό της εμφάνισης των συλλογισμών Επιπέδου 1(16,7%) ενώ καμιά απάντηση(0%) δεν περιελάμβανε συλλογισμό Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.12.). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, μειώθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 0(38,9%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 1(50%). Επιπλέον, αυξήθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 2(11,1%)(βλ. Πίνακα 5.12.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των συλλογισμών των μαθητών(Επίπεδο 0 , Επίπεδα 1& 2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 16,056$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού.

5.3.2. Περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού

I. Καταλληλότητα των ισχυρισμών

Στον Πίνακα 5.13. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.13. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	18	50	8	22,2
Επίπεδο 1	14	38,9	14	38,9
Επίπεδο 2	4	11,1	14	38,9

Σχετικά με την καταλληλότητα των ισχυρισμών που περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι μισοί μαθητές του δείγματος πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 0(50%) ενώ λιγότεροι μαθητές πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 2(11,1%)(βλ. Πίνακα 5.13.) . Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, μειώθηκε το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 0(22,2%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 2(38,9%). Το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 1 παρέμεινε σταθερό(38,9%)(βλ. Πίνακα 5.13.)

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των ισχυρισμών των μαθητών(Επίπεδο 0,Επίπεδα 1&2) πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 14,063$, $df=1$, $p=0,0002$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού.

II. Καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων

Στον Πίνακα 5.14. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.14. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	30	83,3	12	33,4
Επίπεδο 1	4	11,1	16	44,4
Επίπεδο 2	2	5,5	8	22,2

Σχετικά με την καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειοψηφία των μαθητών(83,3%) πρότεινε αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 0, ενώ μικρότερο ήταν το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 1(11,1%), που περιλαμβάνουν στα επιχειρήματά. Ελάχιστοι ήταν οι μαθητές που πρότειναν αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 2(5,5%)(βλ. Πίνακα 5.14). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 0 μειώθηκε(33,4%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 1(44,4%) και Επιπέδου 2(22,2%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.14).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών(Επίπεδο 0 Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 4,167$, $df=1$, $p=0,0412$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού.

III. Καταλληλότητα των συλλογισμών

Στον Πίνακα 5.15. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.15. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	30	83,3	16	44,4
Επίπεδο 1	6	16,7	14	38,9
Επίπεδο 2	0	0	6	16,7

Σχετικά με την καταλληλότητα των συλλογισμών που περιελάμβαναν τα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειοψηφία των μαθητών (83,3%) ανέπτυξαν συλλογισμούς Επιπέδου 0 ενώ μικρότερο ήταν το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 1(16,7%). Κανένας μαθητής δεν ανέπτυξε συλλογισμό Επιπέδου 2 αφού οι περισσότεροι αρκέστηκαν στην απλή αναφορά του φαινομένου της εξάτμισης(βλ. Πίνακα 5.15.).Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 0 μειώθηκε(44,4%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 1(38,9%) και Επιπέδου 2(16,7%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.15.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των συλλογισμών των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 8,1$, $df=1$, $p=0,0044$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού.

5.3.3. Γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για την εξάτμιση του νερού

I. Πληρότητα και συνθετότητα στη συγκρότηση προτάσεων

Στον Πίνακα 5.16. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα στη συγκρότηση προτάσεων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.16. Τα επίπεδα που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα στη συγκρότηση προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	8	22,2	4	11,1
Επίπεδο 1	22	61,1	12	33,3
Επίπεδο 2	6	16,7	20	55,6

Σχετικά με την πληρότητα και τη συνθετότητα στη συγκρότηση των προτάσεων που χαρακτήριζε τα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές συγκροτούσαν προτάσεις Επιπέδου 1(61,1%) ενώ μόλις το 22,2% των μαθητών συγκροτούσαν προτάσεις Επιπέδου 0. Χαμηλότερο ήταν το ποσοστό των μαθητών(16,7%) που συγκροτούσαν προτάσεις Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.16.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης μειώθηκε το ποσοστό της συγκρότησης προτάσεων Επιπέδου 1(33,3%) και αυξήθηκε το ποσοστό της συγκρότησης προτάσεων Επιπέδου 2(55,6%) . Επιπλέον, μειώθηκε το ποσοστό συγκρότησης προτάσεων Επιπέδου 0(11,1%)(βλ. Πίνακα 5.16.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των προτάσεων των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 22,042$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στη συγκρότηση των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού.

II. Χρήση λεξιλογίου

Στον Πίνακα 5.17. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στη χρήση λεξιλογίου στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.17. Τα επίπεδα που αφορούν στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	8	22,2	2	5,6
Επίπεδο 1	26	72,2	22	61,1
Επίπεδο 2	2	5,6	12	33,3

Σχετικά με τη χρήση του λεξιλογίου που έκαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι έκαναν χρήση λεξιλογίου Επιπέδου 1(72,2%) ενώ χαμηλότερο ήταν το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 0(22,2%). Η εσφαλμένη χρήση των λέξεων αφορούσε κυρίως το φαινόμενο της εξάτμισης όπου οι μαθητές χρησιμοποιούσαν λέξεις απ' την καθημερινή τους εμπειρία όπως «φεύγει το νερό», προκειμένου να περιγράψουν το φαινόμενο. Το 5,6% των μαθητών έκαναν χρήση λεξιλογίου Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.17.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, αυξήθηκε το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 2(33,3%) ενώ μειώθηκε το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 0(5,6%). Μικρή πτώση παρατηρήθηκε στο ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 1(61,1%)(βλ. Πίνακα 5.17.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα του λεξιλογίου των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 24,038$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στη χρήση του λεξιλογίου των μαθητών, σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού.

III. Τήρηση γλωσσικών συμβάσεων

Στον Πίνακα 5.18. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.18. Τα επίπεδα που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	2	5,6	2	5,6
Επίπεδο 1	20	55,5	16	44,4
Επίπεδο 2	14	38,9	18	50

Σχετικά με την τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων στα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές τήρησαν γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 1(55,5%) ενώ αρκετά υψηλό ήταν και το ποσοστό των μαθητών(38,9%) που τήρησαν γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 2. Το 5,6% των μαθητών τήρησαν στα επιχειρήματά τους γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 0(βλ. Πίνακα 5.18.). Μετά τη διδακτική παρέμβαση μειώθηκε το ποσοστό της τήρησης των γλωσσικών συμβάσεων Επιπέδου 1(44,4%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό της τήρησης των γλωσσικών συμβάσεων Επιπέδου 2(50%) . Το

ποσοστό της τήρησης των γλωσσικών συμβάσεων Επιπέδου 0 δεν παρουσίασε μεταβολή (5,6%)(βλ. Πίνακα 5.18.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των λογικών συμβάσεων στις προτάσεις των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 30,031$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στα λάθη των απαντήσεων(ορθογραφικά και συντακτικά) των μαθητών, σχετικά με το τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού.

5.4. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στη δομή, στο περιεχόμενο και στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, στη δομή, στο περιεχόμενο και στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Περιλαμβάνει τρεις υπο- ενότητες. Στην πρώτη παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τη δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και ειδικότερα της επάρκειας των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών(υπο- ενότητα 5.4.1.). Στη δεύτερη παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στο περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και ειδικότερα της καταλληλότητας των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών(υπο- ενότητα 5.4.2). Στην τρίτη παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και ειδικότερα της συγκρότησης προτάσεων, της χρήσης λεξιλογίου και των γλωσσικών συμβάσεων(υπο- ενότητα 5.4.3).

5.4.1. Δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος

I. Επάρκεια των ισχυρισμών

Στον Πίνακα 5.19. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των ισχυρισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.19. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	24	66,7	10	27,8
Επίπεδο 1	12	33,3	14	38,9
Επίπεδο 2	0	0	12	33,3

Σχετικά με την επάρκεια των ισχυρισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση παρατηρούμε πως οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 0(66,7%) ενώ το 33,3% των ισχυρισμών που πρότειναν οι μαθητές είναι Επιπέδου 1. Κανένας μαθητής δεν πρότεινε ισχυρισμό Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.19.).Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 0 μειώθηκε(27,8%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 1(38,9%) και Επιπέδου 2(33,3%) αντίστοιχα (βλ. Πίνακα 5.19.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των ισχυρισμών των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 0,5$, $df=1$, $p= 0,4795$). Επομένως δεν υπάρχει σημαντική βελτίωση στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

II. Επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων

Στον Πίνακα 5.20. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.20. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	12	33,3	2	5,6
Επίπεδο 1	22	61,1	24	66,7
Επίπεδο 2	2	5,6	10	27,7

Σχετικά με την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση, διαπιστώνουμε πως τα περισσότερα επιχειρήματά

των μαθητών περιελάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 1(61,1%). Το 33,3% των επιχειρημάτων των μαθητών περιελάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 0 ενώ μόλις το 5,6% των επιχειρημάτων περιελάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.20.). Μετά τη διδακτική παρέμβαση μειώθηκε το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 0(5,6%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 1(66,7%) και Επιπέδου 2(27,7%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.20.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών(Επίπεδο 0,Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 20,045$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

III. Επάρκεια των συλλογισμών

Στον Πίνακα 5.21. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.21. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	26	72,2	18	50
Επίπεδο 1	8	22,2	8	22,2
Επίπεδο 2	2	5,6	10	27,8

Σχετικά με την επάρκεια των συλλογισμών που περιελάμβαναν τα επιχειρήματα των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση, προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές(72,2%) ανέπτυξαν συλλογισμούς Επιπέδου 0. Μικρότερο ήταν το ποσοστό της εμφάνισης των συλλογισμών Επιπέδου 1(22,2%) ενώ ελάχιστες απαντήσεις(5,6%) περιελάμβαναν συλλογισμό Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.21.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, μειώθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 0(50%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 2(27,8%). Στο ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 1 δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή(22,2%) (βλ. Πίνακα 5.21.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των συλλογισμών των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 6,125$, $df=1$, $p=0,0133$). Επομένως δεν υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

5.4.2. Περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος

I. Καταλληλότητα των ισχυρισμών

Στον Πίνακα 5.22. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.22. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	24	66,7	18	50
Επίπεδο 1	10	27,8	14	38,9
Επίπεδο 2	2	5,6	4	11,1

Σχετικά με την καταλληλότητα των ισχυρισμών που περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές(66,7%) πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 0 ενώ μόλις το 27,8% των μαθητών πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 1. Χαμηλότερο είναι το ποσοστό των μαθητών(5,6%) που πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.22) . Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 0 μειώθηκε(50%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 1(38,9%) και Επιπέδου 2(11,1%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.22) .

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των ισχυρισμών των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 4,167$, $df=1$, $p=0,0412$). Επομένως δεν υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

II. Καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων

Στον Πίνακα 5.23. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.23. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	20	55,5	12	33,4
Επίπεδο 1	14	38,9	16	44,4
Επίπεδο 2	2	5,6	8	22,2

Σχετικά με την καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 0 (55,5%). Χαμηλότερο είναι το ποσοστό των μαθητών(38,9%) που περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 1. Μόλις, το 5,6% των μαθητών περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.23.). Μετά τη διδακτική παρέμβαση το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 0 μειώθηκε (33,4%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 1(44,4%) και Επιπέδου 2(22,2%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.23.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 2,250$, $df=1$, $p=0,1336$). Επομένως δεν υπάρχει σημαντική βελτίωση, στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

III. Καταλληλότητα των συλλογισμών

Στον Πίνακα 5.24. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.24. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	30	83,3	26	72,2
Επίπεδο 1	2	5,6	6	16,7
Επίπεδο 2	4	11,1	4	11,1

Σχετικά με την καταλληλότητα των συλλογισμών που περιελάμβαναν τα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειοψηφία των μαθητών (83,3%) ανέπτυξαν συλλογισμούς Επιπέδου 0 ενώ μικρότερο ήταν το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 2(11,1%). Μικρότερο είναι το ποσοστό των μαθητών(5,6%) που ανέπτυξαν συλλογισμό Επιπέδου 1(βλ. Πίνακα 5.24.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 0 μειώθηκε(72,2%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 1(16,7%). Δεν παρατηρήθηκε μεταβολή στο ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 2(11,1%)(βλ. Πίνακα 5.24.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των συλλογισμών των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 8,100$, $df=1$, $p=0,0044$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

5.4.3. Γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος

I. Πληρότητα και συνθετότητα στη συγκρότηση προτάσεων

Στον Πίνακα 5.25. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα στη συγκρότηση προτάσεων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.25. Τα επίπεδα που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα στη συγκρότηση προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	6	16,7	2	5,6
Επίπεδο 1	26	72,2	20	55,6
Επίπεδο 2	4	11,1	14	38,8

Σχετικά με την πληρότητα και τη συνθετότητα στη συγκρότηση των προτάσεων που χαρακτήριζε τα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές συγκροτούσαν προτάσεις Επιπέδου 1(72,2%)ενώ μόλις το 16,7% των μαθητών συγκροτούσαν προτάσεις Επιπέδου 0. Μικρότερο ήταν το ποσοστό των μαθητών(11,1%) που συγκροτούσαν προτάσεις Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.25.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, αυξήθηκε το ποσοστό της συγκρότησης προτάσεων Επιπέδου 2(38,8%) ενώ μειώθηκε το ποσοστό της συγκρότησης προτάσεων Επιπέδου 1(55,6%) και Επιπέδου 0(5,6%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.25.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των προτάσεων των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 26,036$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στη συγκρότηση των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (πληρότητα –συνθετότητα) , σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

II. Χρήση λεξιλογίου

Στον Πίνακα 5.26. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στη χρήση του λεξιλογίου στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.26. Τα επίπεδα που αφορούν στη χρήση του λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	16	44,4	8	22,2
Επίπεδο 1	18	50	16	44,5
Επίπεδο 2	2	5,6	12	33,3

Σχετικά με τη χρήση του λεξιλογίου που έκαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι(50%) έκαναν χρήση λεξιλογίου Επιπέδου 1(βλ. Πίνακα 5.26.) ενώ μικρότερο(44,4%) ήταν το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 0. Η εσφαλμένη χρήση των λέξεων αφορούσε κυρίως το φαινόμενο της συμπίκνωσης όπου οι μαθητές χρησιμοποιούσαν λέξεις απ' την καθημερινή τους εμπειρία όπως «μαζεύονται οι σταγόνες νερού», προκειμένου να περιγράψουν το φαινόμενο. Το 5,6% των μαθητών έκαναν χρήση λεξιλογίου Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.26.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης μειώθηκε το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 0(22,2%) και Επιπέδου 1(44,5%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 2(33,3%)(βλ. Πίνακα 5.26.). Οι μαθητές έκαναν χρήση εξειδικευμένου λεξιλογίου(π.χ συμπίκνωση υδρατμών κ.ά.) σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα του λεξιλογίου των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 10,083$, $df=1$, $p=0,0015$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στη χρήση του λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

III. Τήρηση γλωσσικών συμβάσεων

Στον Πίνακα 5.27. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.27. Τα επίπεδα που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	6	16,7	6	16,7
Επίπεδο 1	14	38,9	18	50
Επίπεδο 2	16	44,4	12	33,3

Σχετικά με την τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων στα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές τήρησαν γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 2(44,4%)ενώ αρκετά υψηλό ήταν και το ποσοστό των μαθητών(38,9%) που τήρησαν γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 1(βλ. Πίνακα 5.27.). Το 16,7% των μαθητών τήρησαν στα επιχειρήματά τους γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 0(βλ. Πίνακα 5.27.). Μετά την εφαρμογή

της διδακτικής παρέμβασης, αυξήθηκε το ποσοστό τήρησης των γλωσσικών συμβάσεων Επιπέδου 1(50%) ενώ μειώθηκε το ποσοστό τήρησης των γλωσσικών συμβάσεων Επιπέδου 2(33,3%)(βλ. Πίνακα 5.27.). Δεν παρατηρήθηκε μεταβολή στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων Επιπέδου 0(16,7%)(βλ. Πίνακα 5.27.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των λογικών συμβάσεων των προτάσεων των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 22,042$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στα λάθη των απαντήσεων(ορθογραφικά και συντακτικά) των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, σχετικά με το τι επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει στο έδαφος.

5.5. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στη δομή, στο περιεχόμενο και στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού από τα στρώματα του εδάφους

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης σχετικά με το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού από τα στρώματα του εδάφους, στη δομή, στο περιεχόμενο και στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Περιλαμβάνει τρεις υπο- ενότητες. Στην πρώτη παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα που αφορούν τη δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και ειδικότερα της επάρκειας των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών(υπο- ενότητα 5.5.1.). Στη δεύτερη παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα που αφορούν στο περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και ειδικότερα της καταλληλότητας των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών(υπο- ενότητα 5.5.2). Στην τρίτη παρουσιάζονται τ' αποτελέσματα που αφορούν τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και ειδικότερα της συγκρότησης προτάσεων, της χρήσης λεξιλογίου και των γλωσσικών συμβάσεων(υπο- ενότητα 5.5.3).

5.5.1. Δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους

I. Επάρκεια των ισχυρισμών

Στον Πίνακα 5.28. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των ισχυρισμών στα γραπτά επιχειρήματα των

μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.28. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	12	33,3	6	16,7
Επίπεδο 1	18	50	6	16,7
Επίπεδο 2	6	16,7	24	66,6

Σχετικά με την επάρκεια των ισχυρισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση παρατηρούμε πως οι μισοί μαθητές πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 1(50%) ενώ το 33,3% των ισχυρισμών που πρότειναν οι μαθητές είναι Επιπέδου 0(βλ. Πίνακα 5.28.). Το 16,7% των μαθητών πρότεινε ισχυρισμό Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.28.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, μειώθηκε το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 0(16,7%) και Επιπέδου 1(16,7%) αντίστοιχα ενώ αυξήθηκε αρκετά το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 2(66,6%)(βλ. Πίνακα 5.28.)

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των ισχυρισμών των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 16,056$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους.

II. Επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων

Στον Πίνακα 5.29. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.29. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	12	33,3	2	5,6
Επίπεδο 1	18	50	8	22,2
Επίπεδο 2	6	16,7	26	72,2

Σχετικά με την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν στα επιχειρήματά τους αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 1(50%)(βλ. Πίνακα 5.29.). Το 33,3% των επιχειρημάτων των μαθητών περιελάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 0 ενώ μόλις το 16,7% των επιχειρημάτων περιελάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.29.).Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης μειώθηκε το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 0(5,6%) και Επιπέδου 1(22,2%) ενώ αυξήθηκε αρκετά το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 2(από 16,7% σε 72,2%)(βλ. Πίνακα 5.29.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 12,071$, $df=1$, $p=0,0005$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους.

III. Επάρκεια των συλλογισμών

Στον Πίνακα 5.30. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.30. Τα επίπεδα που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	30	83,3	18	50
Επίπεδο 1	2	5,6	14	38,9
Επίπεδο 2	4	11,1	4	11,1

Σχετικά με την επάρκεια των συλλογισμών που περιελάμβαναν τα επιχειρήματα των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση, προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές(83,3%) ανέπτυξαν συλλογισμούς Επιπέδου 0(βλ. Πίνακα 5.30.). Μικρότερο ήταν το ποσοστό της εμφάνισης των συλλογισμών Επιπέδου 2(11,1%) ενώ μόλις το 5,6% των επιχειρημάτων των μαθητών περιελάμβανε συλλογισμό Επιπέδου 1(βλ. Πίνακα 5.30.).Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης αυξήθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 1(38,9%) ενώ

μειώθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 0(50%)(βλ. Πίνακα 5.30.). Δεν παρατηρήθηκε μεταβολή στο ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 2(11,1%)(βλ. Πίνακα 5.30.)

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των συλλογισμών των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 10,083$, $df=1$, $p=0,0015$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους.

5.5.2. Περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού από τα στρώματα του εδάφους

I. Καταλληλότητα των ισχυρισμών

Στον Πίνακα 5.31. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.31. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	22	61,1	8	22,2
Επίπεδο 1	10	27,8	16	44,4
Επίπεδο 2	4	11,1	12	33,3

Σχετικά με την καταλληλότητα των ισχυρισμών που περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε ισχυρισμούς Επιπέδου 0(61,1%) ενώ το 27,8% των μαθητών πρότεινε ισχυρισμούς Επιπέδου 1(βλ. Πίνακα 5.31.). Χαμηλότερο είναι το ποσοστό των μαθητών που πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 2(11,1%)(βλ. Πίνακα 5.31.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης μειώθηκε το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 0(22,2%) και αυξήθηκε το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 1 (44,4%) και Επιπέδου 2(33,3%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.31.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των ισχυρισμών των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 4,167$, $df=1$, $p=0,0412$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση,

μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους.

II. Καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων

Στον Πίνακα 5.32. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.32. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	26	72,2	11	30,5
Επίπεδο 1	4	11,1	15	41,7
Επίπεδο 2	6	16,7	10	27,8

Σχετικά με την καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές(72,2%) περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 0 ενώ χαμηλότερο είναι το ποσοστό των μαθητών(16,7%) που περιλαμβάνουν στα επιχειρήματά τους αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.32).Μόλις, το 11,1% των μαθητών περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 1(βλ. Πίνακα 5.32.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 0 μειώθηκε(30,5%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 1(41,7%) και Επιπέδου 2(27,8%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.32.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 23,040$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους.

III. Καταλληλότητα των συλλογισμών

Στον Πίνακα 5.33. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.33. Τα επίπεδα που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά - τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	30	83,3	20	55,6
Επίπεδο 1	4	11,1	4	11,1
Επίπεδο 2	2	5,6	12	33,3

Σχετικά με την καταλληλότητα των συλλογισμών που περιελάμβαναν τα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειοψηφία των μαθητών ανέπτυξε συλλογισμούς Επιπέδου 0(83,3%) ενώ μικρότερο ήταν το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 1(11,1%)(βλ. Πίνακα 5.33.). Μικρότερο είναι το ποσοστό των μαθητών(5,6%) που ανέπτυξαν συλλογισμό Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.33.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης μειώθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 0(55,6%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 2(33,3%)(βλ. Πίνακα 5.33.). Δεν παρατηρήθηκε μεταβολή στο ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 1(11,1%)(βλ. Πίνακα 5.33.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των συλλογισμών των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 12,071$, $df=1$, $p=0,0005$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους.

5.5.3. Γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους

I. Πληρότητα και συνθετότητα στη συγκρότηση προτάσεων

Στον Πίνακα 5.34. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων στα γραπτά

επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.34. Τα επίπεδα που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Συγκρότηση προτάσεων	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	6	16,7	4	11,2
Επίπεδο 1	24	66,6	16	44,4
Επίπεδο 2	6	16,7	16	44,4

Σχετικά με την πληρότητα και τη συνθετότητα στη συγκρότηση των προτάσεων που χαρακτήριζε τα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές συγκρότησαν προτάσεις Επιπέδου 1(66,6%) ενώ το 16,7% των μαθητών συγκρότησαν προτάσεις Επιπέδου 0 αλλά και Επιπέδου 2 αντίστοιχα (βλ. Πίνακα 5.34). Μετά τη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης, μειώθηκε το ποσοστό της συγκρότησης προτάσεων Επιπέδου 0(11,2%) και Επιπέδου 1(44,4%) αντίστοιχα ενώ αυξήθηκε το ποσοστό συγκρότησης προτάσεων Επιπέδου 2(44,4%) (βλ. Πίνακα 5.34)

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των προτάσεων των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 24,038$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στη συγκρότηση των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, σχετικά με το τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους.

II. Χρήση λεξιλογίου

Στον Πίνακα 5.35. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στη χρήση λεξιλογίου στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.35. Τα επίπεδα που αφορούν στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	8	22,2	6	16,7
Επίπεδο 1	22	61,1	22	61,1
Επίπεδο 2	6	16,7	8	22,2

Σχετικά με τη χρήση του λεξιλογίου που έκαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι(61,1%) έκαναν χρήση λεξιλογίου Επιπέδου 1 ενώ μικρότερο(22,2%) ήταν το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 0(βλ. Πίνακα 5.35.). Η εσφαλμένη χρήση των λέξεων αφορούσε κυρίως τα είδη των εδαφών αφού οι μαθητές χρησιμοποιούσαν λέξεις απ' την καθημερινή τους εμπειρία όπως «μαλακό ή σκληρό έδαφος», προκειμένου να περιγράψουν τις σκέψεις τους. Το 16,7 % των μαθητών έκαναν χρήση λεξιλογίου Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.35.).Μετά τη διδακτική παρέμβαση αυξήθηκε το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 2(22,2%) ενώ μειώθηκε το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 0(16,7%)(βλ. Πίνακα 5.35.). Δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές στο ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 1(61,1%)(βλ. Πίνακα 5.35.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα του λεξιλογίου των μαθητών(Επίπεδο 0,Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 20,045$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στη χρήση του λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους.

III. Τήρηση γλωσσικών συμβάσεων

Στον Πίνακα 5.36. παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.36. Τα επίπεδα που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με την απορρόφηση του νερού στα στρώματα του εδάφους, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	10	27,8	8	22,2
Επίπεδο 1	18	50	16	44,5
Επίπεδο 2	8	22,2	12	33,3

Σχετικά με την τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων στα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές τήρησαν γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 1(50%) ενώ αρκετά υψηλό ήταν και το ποσοστό των μαθητών(27,8%) που τήρησαν γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 0(βλ. Πίνακα 5.36.). Το 22,2% των μαθητών τήρησαν στα επιχειρήματά τους γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.36.). Μετά τη διδακτική

παρέμβαση αυξήθηκε το ποσοστό τήρησης των γλωσσικών συμβάσεων Επιπέδου 2(33,3%) ενώ μειώθηκε το ποσοστό τήρησης των γλωσσικών συμβάσεων Επιπέδου 0(22,2%) και Επιπέδου 1(44,5%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.36.)

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των λογικών συμβάσεων των προτάσεων των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2),πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 16,056$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στα λάθη των απαντήσεων(ορθογραφικά και συντακτικά) των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, σχετικά με την απορρόφηση του νερού της βροχής στα στρώματα του εδάφους.

5.5.4. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών

I. Επάρκεια ισχυρισμών

Στον Πίνακα 5.37. παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα(συχνότητες και ποσοστά) των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.37. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν την επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	50	46,3	18	16,7
Επίπεδο 1	50	46,3	32	29,6
Επίπεδο 2	8	7,4	58	53,7

Σχετικά με την επάρκεια των ισχυρισμών στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση παρατηρούμε πως οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 0(46,3%) και Επιπέδου 1(46,3%) αντίστοιχα, ενώ μόλις το 7,4% των μαθητών πρότειναν ισχυρισμούς Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.37.). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, μειώθηκε σημαντικά το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 0(16,7%) και Επιπέδου 1(29,6%) αντίστοιχα ενώ αυξήθηκε αρκετά το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 2(53,7%)(βλ. Πίνακα 5.37.)

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των ισχυρισμών των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 38,025$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

II. Επάρκεια αποδεικτικών στοιχείων

Στον Πίνακα 5.38. παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα(συχνότητες και ποσοστά) των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.38. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	36	33,3	6	5,5
Επίπεδο 1	62	57,4	46	42,6
Επίπεδο 2	10	9,3	56	51,9

Σχετικά με την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών, πριν τη διδακτική παρέμβαση, παρατηρούμε πως οι περισσότεροι μαθητές περιελάμβαναν στις απαντήσεις τους αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 1(57,4%). Το 33,3% των επιχειρημάτων των μαθητών περιελάμβαναν στις απαντήσεις τους αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 0 ενώ μόλις το 9,3% των επιχειρημάτων των μαθητών περιελάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 2(βλ. Πίνακα 5.38.). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, μειώθηκε σημαντικά το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 0(5,5%). Παρατηρείται μικρή μεταβολή στο ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 1(από 57,4% σε 42,6%) ενώ αυξήθηκε σημαντικά το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 2(51,9%)(βλ. Πίνακα 5.38.)

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 64,015$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

III. Επάρκεια συλλογισμών

Στον Πίνακα 5.39. παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα(συχνότητες και ποσοστά) των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.39. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	86	79,6	50	46,3
Επίπεδο 1	16	14,8	40	37
Επίπεδο 2	6	5,6	18	16,7

Σχετικά με την επάρκεια των συλλογισμών, πριν τη διδακτική παρέμβαση, μεγάλο ποσοστό των επιχειρημάτων των μαθητών περιελάμβαναν συλλογισμούς Επιπέδου 0(79,6%) δηλαδή οι απαντήσεις τους περιλάμβαναν ανεπαρκείς συλλογισμούς ή δεν περιλάμβαναν συλλογισμούς. Το 14,8% των μαθητών ανέπτυξε συλλογισμούς Επιπέδου 1 δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών περιλάμβαναν ανεπαρκείς συλλογισμούς. Μικρό ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων που περιελάμβαναν συλλογισμούς Επιπέδου 2(5,6%) δηλαδή επαρκείς συλλογισμούς(βλ. Πίνακα 5.39). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, μειώθηκε το ποσοστό των μαθητών που ανέπτυξαν συλλογισμούς Επιπέδου 0(από 79,6% σε 49,3%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των επιχειρημάτων που περιελάμβαναν συλλογισμούς Επιπέδου 1(37%) και Επιπέδου 2(16,7%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.39).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των συλλογισμών των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 56,017$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση στην επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

IV. Καταλληλότητα ισχυρισμών

Στον Πίνακα 5.40. παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα(συχνότητες και ποσοστά) των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.40. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	64	59,2	34	31,5
Επίπεδο 1	34	31,5	44	40,7
Επίπεδο 2	10	9,3	30	27,8

Σχετικά με την καταλληλότητα των ισχυρισμών που περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε ισχυρισμούς Επιπέδου 0(59,2%) δηλαδή πρότειναν ακατάλληλους ισχυρισμούς. Το 31,5% των μαθητών

πρότεινε ισχυρισμούς Επιπέδου 1(βλ. Πίνακα 5.40.). Χαμηλότερο είναι το ποσοστό των μαθητών που πρότειναν κατάλληλους ισχυρισμούς δηλαδή ισχυρισμούς Επιπέδου 2(9,3%)(βλ. Πίνακα 5.40.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης μειώθηκε το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 0(31,5%) και αυξήθηκε το ποσοστό των ισχυρισμών Επιπέδου 1 (40,7%) και Επιπέδου 2(27,8%) δηλαδή περισσότεροι μαθητές πρότειναν μερικώς κατάλληλους ή κατάλληλους ισχυρισμούς αντίστοιχα στα επιχειρήματά τους(βλ. Πίνακα 5.40.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των ισχυρισμών των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 8,1$, $df=1$, $p=0,0044$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

V. Καταλληλότητα αποδεικτικών στοιχείων

Στον Πίνακα 5.41. παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα(συχνότητες και ποσοστά) των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.41. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	76	70,4	35	32,4
Επίπεδο 1	22	20,4	47	43,5
Επίπεδο 2	10	9,2	26	24,1

Σχετικά με την καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές(70,4%) περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 0 δηλαδή πρότειναν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Χαμηλότερο είναι το ποσοστό των μαθητών(20,4%) που περιλαμβάνουν στα επιχειρήματά τους αποδεικτικά στοιχεία Επιπέδου 1 δηλαδή μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία(βλ. Πίνακα 5.41.).Μόλις, το 9,2% των μαθητών περιελάμβαναν στα επιχειρήματά τους κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (Επίπεδο 2)(βλ. Πίνακα 5.41.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης το ποσοστό των αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 0 μειώθηκε(32,4%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των

αποδεικτικών στοιχείων Επιπέδου 1(43,5%) και Επιπέδου 2(24,1%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.41.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 71,014$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

VI. Καταλληλότητα συλλογισμών

Στον Πίνακα 5.42. παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα(συχνότητες και ποσοστά) των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.42. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	90	83,3	62	57,4
Επίπεδο 1	12	11,1	24	22,2
Επίπεδο 2	6	5,6	22	20,4

Σχετικά με την καταλληλότητα των συλλογισμών που περιελάμβαναν τα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση, η πλειοψηφία των μαθητών(83,3%) ανέπτυξε ακατάλληλους συλλογισμούς στα επιχειρήματά τους (Επίπεδο 0) ενώ μικρότερο ήταν το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 1(11,1%)(βλ. Πίνακα 5.42.). Μικρότερο είναι το ποσοστό των μαθητών(5,6%) που ανέπτυξαν συλλογισμό Επίπεδου 2(βλ. Πίνακα 5.42.). Μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης μειώθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 0(57,4%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των συλλογισμών Επιπέδου 2(20,4%)(βλ. Πίνακα 5.42.). Αυξήθηκε το ποσοστό των μαθητών(22,2%) που ανέπτυξαν στα επιχειρήματά τους μερικώς κατάλληλους συλλογισμούς(Επίπεδο 1)(βλ. Πίνακα 5.42.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των συλλογισμών των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 44,022$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

VII. Πληρότητα και συνθετότητα στη συγκρότηση προτάσεων

Στον Πίνακα 5.43. παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα(συχνότητες και ποσοστά) των επιπέδων που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.43. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην πληρότητα και συνθετότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	20	18,5	10	9,3
Επίπεδο 1	72	66,7	48	44,4
Επίπεδο 2	16	14,8	50	46,3

Σχετικά με την πληρότητα και τη συνθετότητα στη συγκρότηση των προτάσεων που χαρακτήριζε τα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές (66,7%) συγκρότησαν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (Επίπεδο 1). Το 18,5% των μαθητών συγκρότησαν ατελής προτάσεις (Επίπεδο 0). Μόλις το 14,8% των μαθητών συγκρότησαν πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή(Επίπεδο 2)(βλ. Πίνακα 5.43). Μετά τη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης, μειώθηκε το ποσοστό της συγκρότησης προτάσεων Επιπέδου 0(9,3%) και Επιπέδου 1(44,4%) αντίστοιχα ενώ αυξήθηκε το ποσοστό συγκρότησης προτάσεων Επιπέδου 2(46,3%) (βλ. Πίνακα 5.43).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των προτάσεων των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 76,013$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στη συγκρότηση των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

VIII. Χρήση λεξιλογίου

Στον Πίνακα 5.44. παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα(συχνότητες και ποσοστά) των επιπέδων που αφορούν στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.44. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	32	29,7	16	14,8
Επίπεδο 1	66	61,1	60	55,6
Επίπεδο 2	10	9,2	32	29,6

Σχετικά με τη χρήση του λεξιλογίου που έκαναν στα επιχειρήματά τους οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι (61,1%) χρησιμοποίησαν περιορισμένο λεξιλόγιο το οποίο σχετιζόταν κυρίως με την καθημερινή τους εμπειρία (Επίπεδο 1). Μικρότερο(29,7%) ήταν το ποσοστό των μαθητών που στα επιχειρήματά τους έκαναν εσφαλμένη χρήση των λέξεων (π.χ.σκληρό ή μαλακό έδαφος)(Επίπεδο 0) (βλ. Πίνακα 5.44.). Το 9,2 % των μαθητών έκαναν χρήση λεξιλογίου Επιπέδου 2 δηλαδή χρησιμοποίησαν εξειδικευμένο λεξιλόγιο(βλ. Πίνακα 5.44.).Μετά τη διδακτική παρέμβαση αυξήθηκε το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 2(29,6%) δηλαδή οι μαθητές στα επιχειρήματά τους έκαναν χρήση εξειδικευμένου λεξιλογίου ενώ μειώθηκε το ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 0(14,8%)(βλ. Πίνακα 5.44.). Δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή στο ποσοστό χρήσης λεξιλογίου Επιπέδου 1(από 61,1% σε 55,6%)(βλ. Πίνακα 5.44.).

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα του λεξιλογίου των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2), πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2= 58,017$, $df=1$, $p<0,0001$). Επομένως υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στη χρήση του λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

IX. Τήρηση γλωσσικών συμβάσεων

Στον Πίνακα 5.45. παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα(συχνότητες και ποσοστά) των επιπέδων που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 5.45. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των επιπέδων που αφορούν στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες και ποσοστά.

Επίπεδα	Προ- τεστ		Μετά- τεστ	
	f	f %	f	f %
Επίπεδο 0	18	16,7	16	14,8
Επίπεδο 1	52	48,1	50	46,3
Επίπεδο 2	38	35,2	42	38,9

Σχετικά με την τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων στα επιχειρήματα των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές τήρησαν γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 1(48,1%) δηλαδή οι μαθητές στα επιχειρήματά τους έκαναν έως τρία λάθη(γραμματικά-

συντακτικά ή σημεία στίξης). Υψηλό είναι και το ποσοστό των μαθητών(35,2%) που τήρησαν γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 2 χωρίς δηλαδή λάθη(βλ. Πίνακα 5.45.). Το 16,7% των μαθητών τήρησαν στα επιχειρήματά τους γλωσσικές συμβάσεις Επιπέδου 0 δηλαδή περισσότερα από τρία λάθη στα επιχειρήματά τους(βλ. Πίνακα 5.45.). Μετά τη διδακτική παρέμβαση παρατηρήθηκε μικρή αύξηση στο ποσοστό τήρησης των γλωσσικών συμβάσεων Επιπέδου 2(από 35,2% σε 38,9%) ενώ μειώθηκε ελάχιστα το ποσοστό τήρησης των γλωσσικών συμβάσεων Επιπέδου 0(από 16,7% σε 14,8%) και Επιπέδου 1(από 48,1% σε 46,3%) αντίστοιχα(βλ. Πίνακα 5.45.)

Με το τεστ McNemar διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των λογικών συμβάσεων των προτάσεων των μαθητών(Επίπεδο 0, Επίπεδα 1&2),πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\chi^2=0,500$, $df=1$, $p=0,4795$). Επομένως δεν υπάρχει σημαντική βελτίωση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, στα λάθη των απαντήσεων(ορθογραφικά και συντακτικά) των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

5.6. Ανακεφαλαίωση

Αναφορικά με τις αντιλήψεις των μαθητών προέκυψε ότι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές είχαν εναλλακτικές αντιλήψεις, μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές είχαν αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης. Σχετικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών διαπιστώθηκε ότι βελτιώθηκε σημαντικά η δομή των επιχειρημάτων που αφορά στην επάρκεια των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών. Επίσης βελτιώθηκε σημαντικά και το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών που αφορά στην καταλληλότητα των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών. Σχετικά με τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στην πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων καθώς και στη χρήση λεξιλογίου. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στην τήρηση λογικών συμβάσεων που αφορούν στην τήρηση γραμματικών και συντακτικών κανόνων και σημείων στίξης στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών.

Κεφάλαιο 6^ο : Συμπεράσματα

6.1. Εισαγωγή

Έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες στις οποίες διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού και ειδικότερα για τη δημιουργία των σύννεφων, την προέλευση της βροχής καθώς και των φαινομένων της εξάτμισης ή της συμπύκνωσης (Piaget, 1930; Driver, 1998; Savva, 2014; Bar & Travis, 1991; Bar, 1989; Taiwo, 1999; Z'arour, 1976; Villarroel & Ros, 2013; Assaraf & Orion & Alamour, 2012). Προέκυψε ότι οι μαθητές έχουν αντιλήψεις για τον κύκλο του νερού οι οποίες δεν συνδέονται με το επιστημονικό πρότυπο (Osborne & Cosgrove, 1983; Bar, 1989). Παρά τον μεγάλο αριθμό ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού, περιορισμένες είναι οι έρευνες που αφορούν σε διδακτικές παρεμβάσεις με χρήση επιστημονικών πρακτικών (Forbes & Vo, 2015; Vo, Forbes, Zangori & Schwarz, 2015). Επίσης, ελάχιστες είναι οι έρευνες που εστιάζουν στη μελέτη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών για εννοιολογικές περιοχές διαφορετικές από αυτή του κύκλου του νερού (McNeil & Krajcik, 2006; Sandoval, 2003; Zohar & Nemet, 2002). Από τις παραπάνω διαπιστώσεις προέκυψε πως απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τον κύκλο του νερού στη μελέτη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών. Συνεπώς, αναδύθηκε η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας έρευνας προς αυτή την κατεύθυνση.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης που βασιζόταν σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών για τον κύκλο του νερού, στις αντιλήψεις και στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού.

Ως ερευνητικά ερωτήματα τέθηκαν τ' ακόλουθα:

α) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών για τον κύκλο του νερού, στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού;

(β) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών για τον κύκλο του νερού, στην **δομή** των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού;

γ) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών για τον κύκλο του νερού, στο **περιεχόμενο** των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού;

δ) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε «ενοποιημένο» εκπαιδευτικό υλικό με χρήση πρακτικών των Φυσικών Επιστημών για τον κύκλο του νερού, στα **γλωσσικά χαρακτηριστικά** των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Δ΄ τάξης του Δημοτικού;

Για τις ανάγκες της έρευνας συγκροτήθηκε ερωτηματολόγιο 7 ερωτήσεων (βλ. Παράρτημα 1). Το ερωτηματολόγιο περιείχε ερωτήσεις προκειμένου να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών για την εξάτμιση του νερού, τον σχηματισμό των σύννεφων και της βροχής καθώς και για την κατάληξη του νερού της βροχής και ερωτήσεις για να διερευνηθεί η ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών. Το ερωτηματολόγιο δόθηκε στους μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση καθώς και μια εβδομάδα μετά τη διδακτική παρέμβαση. Επίσης, συγκροτήθηκε και το εκπαιδευτικό υλικό το οποίο στηρίχθηκε στο μαθησιακό μοντέλο των 5E (Bybee et al., 2006) με χρήση επιστημονικών πρακτικών.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα της έρευνας (βλ. ενότητα 6.2.), και παρατίθενται οι περιορισμοί της εργασίας καθώς και προτάσεις για μελλοντική έρευνα (βλ. ενότητα 6.3.).

6.2. Κύρια ευρήματα της έρευνας και σχολιασμός τους

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται και συζητούνται τα κύρια ευρήματα της παρούσας έρευνας σε δύο υποενότητες. Η πρώτη υποενότητα αφορά στη μελέτη της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών για τον κύκλο του νερού (βλ. υποενότητα 6.2.1.). Η δεύτερη υποενότητα αφορά στη μελέτη της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης στη ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. υποενότητα 6.2.2.).

6.2.1. Αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού

Όσον αφορά την εξάτμιση του νερού διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, σχεδόν τέσσερις στους δέκα μαθητές είχαν ενεργοποιήσει αντιλήψεις διαφορετικές από τη σχολική γνώση. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Osborne & Cosgrove, 1983; Tytler, 2000). Σε έρευνα των Villarroel & Ros (2013) τα περισσότερα παιδιά είχαν δώσει παρόμοιες εναλλακτικές απαντήσεις για την εξάτμιση του νερού όπως ότι το νερό στέγνωσε από τον ήλιο ή το νερό εξαφανίστηκε. Αντίθετα, μετά τη διδακτική παρέμβαση σχεδόν οχτώ στους δέκα μαθητές ενεργοποίησαν αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης.

Ως προς τη σύσταση των σύννεφων διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, πέντε στους δέκα μαθητές είχαν ενεργοποιήσει αντιλήψεις διαφορετικές από τη σχολική γνώση. Έδωσαν εναλλακτικές απαντήσεις για τη σύσταση των σύννεφων όπως ότι τα σύννεφα αποτελούνται από νερό και βαμβάκι ή από αφρό και νερό. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Bar, 1989; Ben, Assaraf, Eshach, Orion & Alamour, 2012). Αντίθετα, μετά τη διδακτική παρέμβαση σχεδόν εννιά στους δέκα μαθητές ενεργοποίησαν αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης.

Σχετικά με την προέλευση της βροχής διαπιστώνουμε πως πριν τη διδακτική παρέμβαση, σχεδόν τρεις στους δέκα μαθητές είχαν ενεργοποιήσει αντιλήψεις διαφορετικές από τη σχολική γνώση. Έδωσαν εναλλακτικές απαντήσεις για την προέλευση της βροχής όπως ότι «η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα που τα στέλνει ο Θεός ή από τα σύννεφα γιατί αυτά κλαίνε». Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Χρηστίδου & Χατζηνικήτα, 2006). Αντίθετα, μετά τη διδακτική παρέμβαση σχεδόν εννιά στους δέκα μαθητές ενεργοποίησαν αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης.

Σχετικά με την πορεία των υπόγειων υδάτων διαπιστώνουμε πως πριν τη διδακτική παρέμβαση, σχεδόν οχτώ στους δέκα μαθητές είχαν ενεργοποιήσει αντιλήψεις διαφορετικές από τη σχολική γνώση. Οι περισσότεροι μαθητές συνέδεσαν τα υπόγεια νερά με τις ρίζες των φυτών ενώ ελάχιστοι μαθητές θεώρησαν τα υπόγεια νερά ως στατικά. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Agelidou, 2001; Nir Orion & Orit Ben-zvi-Assar, 2005; Cardak, 2009). Αντίθετα, μετά τη διδακτική παρέμβαση σχεδόν έξι στους δέκα μαθητές ενεργοποίησαν αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης.

Συμπερασματικά διαπιστώθηκε ότι μετά τη διδακτική παρέμβαση ήταν σημαντικά διαφοροποιημένες οι αντιλήψεις των μαθητών για τον κύκλο του νερού συγκριτικά με τις αρχικές τους αντιλήψεις. Συνεπώς, προέκυψε ότι είναι εφικτή η αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών μέσω της διδακτικής παρέμβασης που εφαρμόστηκε.

Η αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών είναι δυνατόν να αποδοθεί στις δραστηριότητες που χρησιμοποιήθηκαν. Η δομή των δραστηριοτήτων συνεισέφερε στη δημιουργία αντιπαραθέσεων μεταξύ των μαθητών. Η συζήτηση μεταξύ των μαθητών κάθε ομάδας σε κάθε δραστηριότητα όπου οι μαθητές προσπαθούσαν να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους και να πείσουν τους συμμαθητές τους με δεδομένα και συλλογισμούς βοήθησε τους μαθητές να εμπλακούν ενεργά σε διαλογική επιχειρηματολογία που συνεισέφερε στην εννοιολογική αλλαγή (Asterhan & Schwarz, 2009; Skoumios, 2009).

6.2.2. Ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών για τον κύκλο του νερού

Πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν ανεπαρκή και ακατάλληλα επιχειρήματα. Ειδικότερα, πρότειναν ανεπαρκείς και ακατάλληλους ισχυρισμούς και ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Τ' αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα αντίστοιχων ερευνών (Sandoval, 2003; McNeill & Krajcik, 2007) από τις οποίες προέκυψε η ανεπάρκεια και η ακαταλληλότητα των ισχυρισμών και των αποδεικτικών στοιχείων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών. Σχετικά με την επάρκεια και καταλληλότητα των συλλογισμών, οι περισσότεροι μαθητές δε συγκροτούσαν συλλογισμούς ενώ στην περίπτωση που συγκροτούσαν συλλογισμούς αυτοί ήταν ανεπαρκείς και ακατάλληλοι. Αντίστοιχες έρευνες επιβεβαιώνουν ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να χρησιμοποιούν συλλογισμούς (Lizotte et al., 2003) ή χρησιμοποιούν συλλογισμούς που δεν τους συνδέουν με τους ισχυρισμούς και τα αποδεικτικά στοιχεία των γραπτών τους επιχειρημάτων (McNeill & Krajcik, 2007). Επίσης, πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές διατύπωναν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή, έκαναν χρήση περιορισμένου λεξιλογίου ενώ δεν τηρούσαν πλήρως τις γλωσσικές συμβάσεις.

Όμως, μετά τη διδακτική παρέμβαση, βελτιώθηκε η ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Ειδικότερα, βελτιώθηκε σημαντικά η επάρκεια και η καταλληλότητα των ισχυρισμών και των αποδεικτικών στοιχείων. Επίσης, βελτιώθηκε σημαντικά και η καταλληλότητα των συλλογισμών των μαθητών. Επιπλέον, οι περισσότεροι μαθητές συγκροτούσαν πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή, έκαναν χρήση εξειδικευμένου λεξιλογίου ενώ αυξήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών όπου τηρούσαν τις γλωσσικές συμβάσεις των προτάσεων.

Συμπερασματικά, διαπιστώθηκε ότι είναι εφικτή η βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών μέσω της διδακτικής παρέμβασης που εφαρμόστηκε. Η βελτίωση αυτή μπορεί να αποδοθεί στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού. Οι δραστηριότητες αυτές έδιναν τη δυνατότητα στους μαθητές να μάθουν για τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και τον τρόπο με τον οποίο αυτά συνδέονται προκειμένου να συγκροτήσουν ένα τεκμηριωμένο επιχείρημα (μοντελοποίηση επιχειρημάτων), να κρίνουν τα επιχειρήματά τους (αυτοαξιολόγηση) και να τα αναδιατυπώνουν λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της αυτοαξιολόγησής τους. Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι οι παραπάνω διαδικασίες επιδρούν σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών (McNeill & Krajcik, 2012).

6.3. Περιορισμοί της εργασίας και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 36 μαθητές δύο τμημάτων της Δ' τάξης ενός Δημοτικού σχολείου σε χωριό της Ρόδου. Το μικρό δείγμα αποτελεί περιορισμό της εργασίας. Η εφαρμογή του διδακτικού υλικού σε περισσότερους μαθητές, από διάφορες περιοχές της Ελλάδας, μικρότερης ή μεγαλύτερης ηλικίας θα μπορούσε να μας δώσει πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τη συμβολή του διδακτικού υλικού στις αντιλήψεις και στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

Επίσης, ως μέσο συλλογής δεδομένων στην παρούσα έρευνα επιλέχθηκε το ερωτηματολόγιο. Ο συνδυασμός του ερωτηματολογίου με ένα ακόμη εργαλείο συλλογής δεδομένων όπως οι συνεντεύξεις πιθανόν να επέτρεπε τη βαθύτερη μελέτη της δυνατότητας βελτίωσης της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

Λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς της εργασίας καθώς και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα έρευνα, διαμορφώνονται οι παρακάτω προτάσεις για περαιτέρω έρευνα:

- Πραγματοποίηση της παρούσας έρευνας σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών της Δ' τάξης του Δημοτικού, προκειμένου να διερευνηθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα που θα προκύψουν με σκοπό τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.
- Πραγματοποίηση της παρούσας έρευνας σε δημοτικά σχολεία διαφόρων περιοχών της Ελλάδας προκειμένου να διερευνηθούν αν τ' αποτελέσματα της παρούσας εργασίας είναι ανεξάρτητα από τον τόπο καταγωγής των μαθητών.
- Εφαρμογή του διδακτικού υλικού που αναπτύχθηκε και σε άλλες τάξεις του Δημοτικού προκειμένου να διερευνηθεί η βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες
- Πραγματοποίηση έρευνας που θα μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην παραδοσιακή διδακτική προσέγγιση στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών για τον κύκλο του νερού και σύγκριση των αποτελεσμάτων με τ' αποτελέσματα της παρούσας έρευνας.

6.4. Ανακεφαλαίωση

Στην ενότητα αυτή παρουσιάστηκαν και σχολιάστηκαν τα κυριότερα ευρήματα της παρούσας έρευνας. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν οι περιορισμοί της εργασίας και δόθηκαν προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ανθούλας, Χ., & Σκουμιός, Μ. (2017). Η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση και την υγροποίηση στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.) Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης, σελ. 245-253. Ρέθυμνο.

Καλογιαννάκης, Μ., & Παπαδάκης, Σ. (2017). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες σε παιδιά προσχολικής ηλικίας με το Scratch Jr. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.) Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης, σελ. 403-410. Ρέθυμνο.

Κόκκοτας, Π. (2003). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών II. Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: 4η έκδοση βελτιωμένη.

Κολιόπουλος, Δ. (2006). *Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών: Η συγκρότηση της σχολικής γνώσης*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Κυριαζίδου, Χ.Ρ., & Σκουμιός, Μ. (2015). Η συμβολή ενός εκπαιδευτικού υλικού για τον κύκλο του νερού στις γνώσεις και στο ενδιαφέρον των μαθητών της Δ' τάξης του δημοτικού σχολείου. Στο Χ. Σκουμπουρδή & Μ. Σκουμιός (Επιμ.). Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες - Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες, σελ. 257-274. Ρόδος.

Μαστρογιωργάκη, Μ., & Σκουμιός, Μ. (2018). Οι επιδράσεις μιας διδακτικής- μαθησιακής ακολουθίας για τον 2ο Νόμο του Νεύτωνα στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών. Στο Χ. Σκουμπουρδή & Μ. Σκουμιός (Επιμ.). Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες- Εκπαιδευτικό Υλικό Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών: Διαφορετικές χρήσεις, Διασταυρούμενες Πορείες Μάθησης. Ρόδος.

Ματσαγγούρας, Η.-Γ. (2003). *Η Σχολική Τάξη (Τόμος Α')*. Αθήνα: Αυτοέκδοση.

- Ματσαγγούρας, Η.-Γ. (2004). *Ομαδοσυνεργατική Διδασκαλία και Μάθηση*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Μουτζούρη, Γ., & Σκουμιάς, Μ. (2015). Η συμβολή ενός εκπαιδευτικού υλικού για τις αλλαγές κατάστασης και τη θερμοκρασία στην ανάπτυξη επιστημονικών πρακτικών σε μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου. Στο Χ. Σκουμπουρδή & Μ. Σκουμιάς (Επιμ.). Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες - Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες, σελ. 275-290. Ρόδος.
- Παπαδάκης, Στ., Καλογιαννάκης, Μ., & Ζαράνης, Ν. (2015). Η συμβολή του περιβάλλοντος ScratchJr στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης στην προσχολική εκπαίδευση. Πρακτικά 7th Conference on Informatics in Education- Η Πληροφορική στην εκπαίδευση, σελ. 401-410. Αθήνα.
- Ραβάνης, Κ. (2016). *Εισαγωγή στη Διδακτική και στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Σκουμιάς, Μ. (2012). *Αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών και διδακτική τους αντιμετώπιση (Μέρος Α')*. [Πανεπιστημιακές Σημειώσεις]. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού.
- Σκουμιάς, Μ. (2017). Βελτιώνοντας τις δεξιότητες των μαθητών του δημοτικού σχολείου να κρίνουν τις αιτιολογήσεις γραπτών επιχειρημάτων. Στο Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.) Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης, σελ. 492-499. Ρέθυμνο.
- Σκουμιάς, Μ. (2016). Συμβολή μιας σειράς πειραματικών δραστηριοτήτων στις δεξιότητες των μαθητών να αξιολογούν τα αποδεικτικά στοιχεία γραπτών επιχειρημάτων. Στο Θ. Πιερράτος, Π. Κουμαράς & Χ. Πολάτογλου (Επιμ.) Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου- Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες, σελ. 157-166.
- Σκουμιάς, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, σελ. 9-19.
- Σκουμιάς, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2013). Η ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών του Δημοτικού στις Φυσικές Επιστήμες. Στο Στο Θ. Πιερράτος, Σ. Αρτέμη, Χ. Πολάτογλου & Π. Κουμαράς (Επιμ.) Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου- Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;, σελ. 323-330.

Σκουμιάς, Μ., & Χατζηγκήτα, Β. (2000). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα, θερμοκρασία και θερμικά φαινόμενα. *Επιθεώρηση Φυσικής*, σελ. 58-71.

Χαλκιά, Κ. (2011). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Τόμος Α')*. [Πανεπιστημιακές Σημειώσεις]. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abdullah, A., & Scaife, J. (1997). Using interviews to assess children's understanding of science concepts. *School Science Review*, 78(285), 79–84.

Assaraf, O. B.-Z., & Orion, N. (2005, September). A study of Junior High Students' Perceptions of the Water Cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53 (4), 366-373.

Assaraf, O.B.-Z., Eshach, H., Orion, N., & Alamour, Y. (2012, February 7). Cultural differences and students' spontaneous models of the water cycle: a case study of Jewish and Bedouin children in Israel. *Springer*, 7, 451-477.

Bar, V. (1989). Children's views about the water cycle. *Science Education*, 73,481-500

Berland, L., & Mc Neil, K. L. (2010). A Learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 765-793.

Bybee.W.R., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Carlson Powell, J., Westbrook, A., et al. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs: BSCS.

Cardak,O.(2009).Science students' misconceptions of the water cycle according to their drawings. *Journal of Applied Sciences*, 9, 865-873.

Clement, J.(2000). Model based learning as a key research area for science education.*International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053.

Cohen, L., & Manion, L. (1997). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Αθήνα: Έκφραση.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, L. (2000). *Research Methods in Education*. NY: RoutledgeFalmer.

Covitt, B.A., Gunckel, K.L., & Anderson, C.W.(2009).Students' developing understanding of water in environmental systems. *The Journal of Environmental Education*, 40(3), 37-51.

Dove, J.E., Everett, L.A., & Preece, P.F.W.(1999).Exploring a hydrological concept through children's drawings, *International Journal of Science Education*, 21, 485-497.

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Έκτοπον Ε.Π.Ε.

- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικο-δομώντας τις Έννοιες των Φυσικών Επιστημών, Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών*. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's Ideas in Science*. Philadelphia: Open University Press.
- English, L. D. (2007). Interdisciplinary Modelling in the Primary Mathematics Curriculum. *Proceedings 30th Mathematics Education Research Group of Australasia Annual Conference* (pp. 275-284). Hobart: MERGA.
- Flannery, L. P., Kazakoff, E. R., Bonta, P., Silverman, B., Bers, M. U., & Resnick, M. (2013). Designing ScratchJr: Support for early childhood learning through computer programming. *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 1-10). New York: ACM.
- Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015, January 30). Empirical Validation of Integrated Learning Performances for Hydrologic Phenomena: 3rd- Grade Students Model-Driven Explanation - Construction. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 895-921.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Havu-Nuutinen, S., Karkkainen, S., & Keinonen, T. (2011, October 10). Primary school pupils' perceptions of water in the context of STS study approach. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6(4), 321-333.
- Henriques, L. (2002). Children's ideas about weather: A review of the literature. *School Science and Mathematics*, 102(5), 202-215
- Krajcik, J., McNeil, K., & Novak, A. M. (2008). *Assessing middle school students' context knowledge and scientific reasoning through written explanations*. Boston: MA.
- Krajcik, J., & McNeil, K. (2006). *Assessing middle school students' context scientific reasoning through written explanations*. Anaheim: CA.
- Kucan, L. L., & Stein, M. K. (n.d.). Instructional Explanation in the disciplines. *Springer*, 9-22.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, 319-338.

- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press .
- Kyza, E. A., Constantinou, C. P., & Spanoudis, G. (2011). Sixth graders' construction of explanations of a disturbance in an ecosystem: Exploring relationships between grouping, reflective scaffolding, and evidence-based explanations. *International Journal Of Science Education* , 33, 2489-2525.
- Lee, H.-S., & Liu, O. (2010). Assessing learning progression of energy concepts across middle school grades: The Knowledge integration perspective. *Science Education*, 94(4), 665-688.
- Lee, T. D., Jones, M. G., & Chesnutt, K. (2017, June 23). Teaching Systems Thinking in the Context of the Water Cycle. *Research Science Education* .
- McNeil, K. (2011). Elementary student's views of explanation, argumentation and evidence and abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching* , 48(7), 793-823.
- McNeil, K., & Krajcik, J. *Supporting grade 5-8 student's in constructing explanations in science: The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing*. New York: Pearson Allyn & Bacon.
- McNeil, K., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (n.d.). Supporting student's construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- NASA: *The Water Cycle*, https://www.youtube.com/watch?v=0_c0ZzZfC8c
- Newton, Driver, R., & Osborne, J. (n.d.). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education* , 21, 553-576.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generations Science Standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press .
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal Science Teacher Education* , 177-196.
- Osborne, R., & Cosgrove, M., (1983). Children's perceptions of the changes of state in water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Phillips, W.C. (1991). Earth science misconceptions. *Science Teacher*, 58(2), 21-23.
- Rappaport, E. D. (2009, March). What Undergraduates Think About Clouds and Fog. *Journal of Geoscience Education* , 57(2), 145-151.

- Romine, W. L., Schaffer, D. L., & Barrow, L. (2015). Development and Application of a Novel Rasch- Based Methodology for Evaluating Multi- Tiered Assessment Instruments: Validation and utilization of an undergraduate diagnostic test of the water cycle. *International Journal of Science Education* , 37(16), 2740-2768.
- Sandoval.W.A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences* , 12, 5-51.
- Sandoval.W.A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction* ,23, 23-55.
- Savva, S. Year 3 to Year 5 Children' s Conceptual Understanding of the Mechanism of Rainfall: A Comparative Analysis. *Canterbury Christ Church University*.
- Shepardson, D. P., Wee, B., Priddy, M., Schellenberger, L., & Harbor, J. (2009, July 15). Water Transformation and Storage in thw Mountains and the Coast:Midwest students' disconnected conceptions of the hydrologic cycle. *International Journal of Science Education* , 31(11), 1444-1471.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupils' understanding of science. *Studies in Science Education* , 14, 63-82.
- Taiwo, A. A., Ray, H., Motswiri, M. J., & Masene, R. (1999). Perceptions of the water cycle among primary school children in Botswana. *International Journal Science Education*, 21(4), 413-429.
- Treagust, D.F.(1988).The development and use of diagnostic instruments to evaluate students' misconceptions in science. *International journal of Science Education*, 10, 159-169.
- Tytler, R. (2000). A comparison of year 1 and 6 student' s conceptions of evaporation and condensation: Dimensions of conceptual progression. *International journal of Science Education*, 22(5), 447-467
- Villarroel J., & Ros I. (2013). Young children' s conceptions of rainfall: A study of their oral and pictorial explanations. *International Education Studies*,6(8)
- Vo, T., Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Fostering Third- Grade Students' Use of Scientific Models with Water Cycle: Elementary teachers' conceptions and practices. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2415-2432.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction* , 4, 381-419.

Zangori, L., Forbes, C. T., & Schwarz, C. V. (2015, July 9). Exploring the Effect of Embedded Scaffolding Within Curricular Tasks on Third- Grade Students' Model- Based Explanations about Hydrologic Cycling. *Springer*, 957-981.

Zangori, L., Vo, T., Forbes, C. T., & Schwarz, C. V. (2017, May 27). Supporting 3rd- grade students' model-based explanations about groundwater: a quasi-experimental study of a curricular intervention. *International Journal of Science Education* 24(7-8),957-981.

Z'arour, G.I.(1976). Interpretation of Natural Phenomena by Lebanese School Children. *Science Education*, 60(2), 277-287.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι(ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ)

Ερωτηματολόγιο

Αγαπητέ/ή μαθητή/α,

το ερωτηματολόγιο αυτό περιλαμβάνει κάποιες απόψεις παιδιών σχετικά με το νερό. Διάβασε προσεκτικά τις απόψεις αυτές και προσπάθησε να προτείνεις τη δική σου άποψη και να αναπτύξεις τα δικά σου επιχειρήματα.

Πρέπει να
θυμάσαι!!!

Τα επιχειρήματά σου θα πρέπει να είναι αρκετά ισχυρά προκειμένου να πείσεις τους συμμαθητές σου.

Προσπάθησε ν' απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις χωρίς βιασύνη...

Ερώτηση 1^η

Η Ελευθερία το Σάββατο το πρωί έπαιξε με τις φίλες της - Ελένη και Νίκη- στην αυλή του σπιτιού της. Μαγείρεψαν στις κατσαρόλες τους και όταν ήταν έτοιμες να σερβίρουν το φαγητό στα πιάτα πορσελάνης που είχαν, έπιασε μια δυνατή καταιγίδα. Έτρεξαν αμέσως στο σπίτι και περίμεναν με αγωνία να σταματήσει η βροχή. Μετά από μισή ώρα κι όταν είχε σταματήσει η βροχή βγήκαν από το σπίτι και είδαν τα τρία τους πιάτα γεμάτα με νερό. Μετά από δύο ώρες ο καιρός έφτιαξε και ο ήλιος «στόλισε» τον ουρανό. Τα κορίτσια γεμάτα χαρά βγήκαν ξανά στην αυλή για παιχνίδι. Παρατήρησαν όμως πως στα πιάτα τους δεν υπήρχε πια νερό της βροχής.

Η Ελευθερία και οι φίλες της αναρωτήθηκαν τι έγινε το νερό της βροχής.

Η Ελένη είπε πως το νερό εξαφανίστηκε.

Η Ελευθερία είπε πως το νερό πήγε στον αέρα.

Η Νίκη είπε πως το νερό απορροφήθηκε από τα πιάτα.

Η Ελευθερία και οι φίλες της χρειάζονται τη βοήθειά σου για ν' απαντήσουν στο ερώτημα: **Τι έγινε το νερό της βροχής;**

Γράψε την απάντησή σου προς την Ελευθερία και τις φίλες της.



Ερώτηση 5^η

Η Ελένη παρατήρησε ότι το νερό που υπάρχει σε ένα πιάτο σιγά σιγά μειώνεται μέχρι που δεν υπάρχει πια νερό σε αυτό. Θέλει να εξετάσει αν η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει την ποσότητα του νερού που φεύγει από το πιάτο. Πήρε τρία ίδια πιάτα που είχαν την ίδια ποσότητα νερού και τα άφησε στην αυλή του σπιτιού της για 3 ώρες. Βρήκε τα αποτελέσματα που υπάρχουν στον παρακάτω πίνακα.

Θερμοκρασία νερού που υπάρχει στο πιάτο	Ποσότητα νερού που φεύγει από το πιάτο
20°C	10 γραμμ.
50°C	15 γραμμ.
80°C	40 γραμμ.

Η Ελένη και οι συμμαθητές της χρειάζονται τη βοήθειά σου. Οι συμμαθητές της έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το τι επηρεάζει το νερό που φεύγει από ένα πιάτο.

Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που αναφέρονται για να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτησή της:

Τι επηρεάζει την ποσότητα του νερού που φεύγει από ένα πιάτο;

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

Ερώτηση 7^η

Η Ελευθερία παρατήρησε πως το νερό της βροχής που πέφτει στο τσιμέντο της αυλής «μένει» για περισσότερη ώρα εκεί ενώ το νερό της βροχής που πέφτει στο χώμα απορροφάται από αυτό γρηγορότερα. Θέλει να εξετάσει αν το είδος του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής. Παρατήρησε για δύο ημέρες την απορρόφηση του νερού της βροχής στα διάφορα υλικά της γης και βρήκε τα εξής αποτελέσματα.

Είδος εδάφους	Απορρόφηση νερού
Τσιμέντο	Μικρή
Χώμα	Πολύ Μεγάλη
Άμμος	Πολύ Μεγάλη
Χαλίκια	Μεγάλη

Η Ελευθερία και οι συμμαθητές της χρειάζονται τη βοήθειά σου. Οι συμμαθητές της έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το αν το είδος του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής. Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που αναφέρονται για να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτησή της:

Τι επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής;

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ (ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Ι)

Το μυστήριο του χαμένου νερού

Δραστηριότητα Α

Το μυστήριο του νερού

Ο Ρεξ είναι το μικρό σκυλάκι της Άννας. Της αρέσει να το φροντίζει καθημερινά. Τα πιάτα της τροφής και του νερού του τα έχει δίπλα στο καλοριφέρ του σαλονιού για να μην κρυώνει τις ψυχρές μέρες. Μια ψυχρή μέρα κι ενώ το καλοριφέρ ήταν αναμμένο, η Άννα πριν βγάλει το σκυλάκι της για βόλτα με τις μεγαλύτερες αδερφές της- την Αφροδίτη και την Αποστολία- γέμισε ένα από τα πιάτα του Ρεξ με νερό. Μετά από αρκετές ώρες κι όταν επέστρεψαν στο σπίτι η Άννα παρατήρησε πως δεν υπήρχε νερό στο πιάτο του Ρεξ.

Τα κορίτσια αναρωτήθηκαν τι μπορεί να έγινε το νερό στο πιάτο του Ρεξ κι έδωσαν τις δικές τους ερμηνείες.

Η Άννα είπε πως...	το νερό εξαφανίστηκε
Η Αφροδίτη είπε πως...	το νερό πήγε στον αέρα
Η Αποστολία είπε πως...	το νερό απορροφήθηκε από το πιάτο

- ✓ Συμφωνείς με κάποιο από τα παιδιά;

- ✓ Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

Κατασκεύασε ένα σχέδιο που να αναπαριστά «τι έγινε το νερό στο πιάτο του Ρεξ;», το οποίο να αποτυπώνει την άποψή σου.



Συζήτησε με τα μέλη της ομάδας σου την άποψή σου...

- ✓ Υπάρχουν ομοιότητες στις απόψεις σας; Σημειώστε τις ομοιότητες των απόψεων των μελών της ομάδας σου.

- ✓ Υπάρχουν διαφορές στις απόψεις σας; Σημειώστε τις διαφορές των απόψεων των μελών της ομάδας σου.

- ✓ Καταλήξατε σ' ένα κοινό συμπέρασμα; Καταγράψτε το συμπέρασμά σας.



Το νερό στο πιάτο του Ρεξ...

Δραστηριότητα Β

- ✓ Μπορείτε να κάνετε υποθέσεις για το τι έγινε με το νερό στο πιάτο του Ρεξ;

Δραστηριότητα 1^η

Υλικά

- Ένα βαθύ γυάλινο δοχείο
- Δοσομετρητής
- Νερό
- Ταινία μέτρησης

Τοποθετήστε στο γυάλινο δοχείο 50 ml νερού. Αφήστε το δοχείο στο αναμμένο καλοριφέρ της τάξης. Για τις τρεις επόμενες μέρες στις 10:00 θα μετράς τη στάθμη του νερού στο δοχείο. Σημειώστε τις μετρήσεις σας στον παρακάτω πίνακα.

	Ύψος νερού
Μέτρηση 1 ^{ης} μέρας	
Μέτρηση 2 ^{ης} μέρας	
Μέτρηση 3 ^{ης} μέρας	

Τι παρατηρείς;

.....

Πώς μπορείς να εξηγήσεις τι έγινε το νερό που ήταν στο δοχείο πάνω στο καλοριφέρ;

.....

Κατασκεύασε ένα σχέδιο που να αναπαριστά «τι έγινε το νερό του δοχείου;», το οποίο να αποτυπώνει την άποψή σου.



Δραστηριότητα 2^η

Γεμίζουμε την κατσαρόλα με νερό και την τοποθετούμε πάνω στην αναμμένη εστία. Μετά από λίγη ώρα φέρνουμε το καπάκι της πάνω από την κατσαρόλα.

Τι παρατηρείς στο καπάκι της κατσαρόλας;

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

Πως μπορείς να το εξηγήσεις;

.....

Συζήτησε με τα μέλη της ομάδας σου την άποψή σου.

Δραστηριότητα Γ

Συμπλήρωσε τις προτάσεις



Το υγρό νερό όταν εξατμίζεται και μετατρέπεται σε

Οι όταν ψύχονται και μετατρέπονται σε

Ποια είναι τώρα η απάντησή σου στο ερώτημα «*Τι έγινε με το νερό που ήταν στο δοχείο πάνω στο καλοριφέρ;*» Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.

Πώς γράφω ένα επιχειρήμα;

Παράδειγμα ερώτησης: Ποια είναι η καλύτερη ελληνική ομάδα στο ποδόσφαιρο;

Γράφω έναν ισχυρισμό που να απαντά στην αρχική ερώτηση	Είναι ο Ολυμπιακός.
Γράφω τα δεδομένα που στηρίζουν τον ισχυρισμό(δηλ. γράφω τα αποδεικτικά στοιχεία που επιβεβαιώνουν τον ισχυρισμό)	Ο Ολυμπιακός έχει κερδίσει 44 πρωταθλήματα, ο Παναθηναϊκός 20, η ΑΕΚ 12 πρωταθλήματα, ο Άρης 3 και ο ΠΑΟΚ 2 πρωταθλήματα.
Γράφω έναν συλλογισμό που να συνδέει τα δεδομένα με τον ισχυρισμό(γράφω το συμπέρασμα που προκύπτει)	Καλύτερη ομάδα είναι αυτή που έχει κατακτήσει τα περισσότερα πρωταθλήματα. Αφού ο Ολυμπιακός έχει κερδίσει τα περισσότερα πρωταθλήματα σε σχέση με τις άλλες τέσσερις ομάδες άρα είναι η καλύτερη ομάδα.

Πηγή στοιχείων: ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ

ΜΗΝ ΞΕΧΝΑΣ!!!! Τα επιχειρήματά σου πρέπει να περιλαμβάνουν έναν ισχυρισμό, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό.

Δραστηριότητα Δ

Δες ξανά την απάντησή σου στην ερώτηση: Τι πιστεύεις πως έγινε με το νερό που ήταν στο δοχείο πάνω στο καλοριφέρ;

Απάντησε με **ΝΑΙ** ή **ΟΧΙ**, βάζοντας ✓ στο κουτάκι του πίνακα.

Ερωτήσεις	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό (απάντηση στην ερώτηση);		
Έχεις γράψει ότι το νερό πήγε στον αέρα;		
Έχεις γράψει στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις αναφέρει ότι το νερό θερμαίνεται από το καλοριφέρ;		
Έχεις αναφέρει ότι όταν το νερό θερμαίνεται εξατμίζεται και από υγρό γίνεται αέριο;		
Έχεις αναφέρει ότι αφού το νερό θερμάνθηκε, εξατμίστηκε και πήγε στον αέρα;		

3. Αφού αξιολόγησες το επιχείρημά σου ξαναδιατύπωσε το καλύτερα ώστε να είναι πιο ολοκληρωμένο το νόημά του.

«Τι πιστεύεις πως έγινε με το νερό που ήταν στο δοχείο πάνω στο καλοριφέρ;»

Δραστηριότητα Ε

Η Λίνα, ο Κώστας και η Μαρίνα θέλουν να κάνουν ένα πείραμα. Τα τρία παιδιά έχουν τρία ίδια ποτήρια με την ίδια ποσότητα νερού(50 ml) αλλά με διαφορετική θερμοκρασία. Στο ποτήρι της Λίνας το νερό έχει θερμοκρασία 20° C. Στο ποτήρι του Κώστα το νερό έχει θερμοκρασία 50° C ενώ στο ποτήρι της Μαρίνας η θερμοκρασία του νερού είναι 90° C. Μέτρησαν το χρόνο εξάτμισης του νερού σε κάθε ποτήρι. Τ' αποτελέσματα των μετρήσεών τους τα κατέγραψαν στον παρακάτω πίνακα. Παρατήρησε τα δεδομένα του πίνακα και απάντησε στην ερώτηση:

Τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού;

	Ποσότητα νερού	Θερμοκρασία του νερού	Χρόνος εξάτμισης του νερού
Λίνα	50 ml	20° C	30 λεπτά
Κώστας	50 ml	50° C	18 λεπτά
Μαρίνα	50 ml	90° C	9 λεπτά

2. Γράψε έναν ισχυρισμό (την απάντησή σου)

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

4. Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου.

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

5. Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

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

Δες ξανά την απάντησή σου στην ερώτηση: **Τι επηρεάζει την εξάτμιση του νερού;**

Απάντησε με **ΝΑΙ** ή **ΟΧΙ**, βάζοντας ✓ στο κουτάκι του πίνακα.

Ερωτήσεις	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό (απάντηση στην ερώτηση);		
Έχεις αναφέρει ότι η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει την εξάτμισή του;		
Έχεις γράψει στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις γράψει πως όταν η θερμοκρασία του νερού ήταν 20° C το νερό εξατμίστηκε σε 30 λεπτά ενώ όταν η θερμοκρασία του νερού ήταν 90° C το νερό εξατμίστηκε σε 9 λεπτά;		
Έχεις γράψει πως επειδή όσο η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται τόσο γρηγορότερα εξατμίζεται το νερό, θα πρέπει η εξάτμιση του νερού να εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού;		

Αφού αξιολόγησες το επιχειρήμά σου ξαναδιατύπωσε το καλύτερα ώστε να είναι πιο ολοκληρωμένο το νόημά του.

Δραστηριότητα ΣΤ

Μπορείς ν' απαντήσεις με τεκμηριωμένα επιχειρήματα στις παρακάτω ερωτήσεις;
Μην ξεχνάς πως τα επιχειρήματά σου πρέπει να περιλαμβάνουν έναν συλλογισμό,
αποδεικτικά στοιχεία κι έναν ισχυρισμό.



Για να ξεθολώσουν τα τζάμια του αυτοκινήτου θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κρύο ή ζεστό αέρα;

1. Γράψε έναν ισχυρισμό

2. Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό

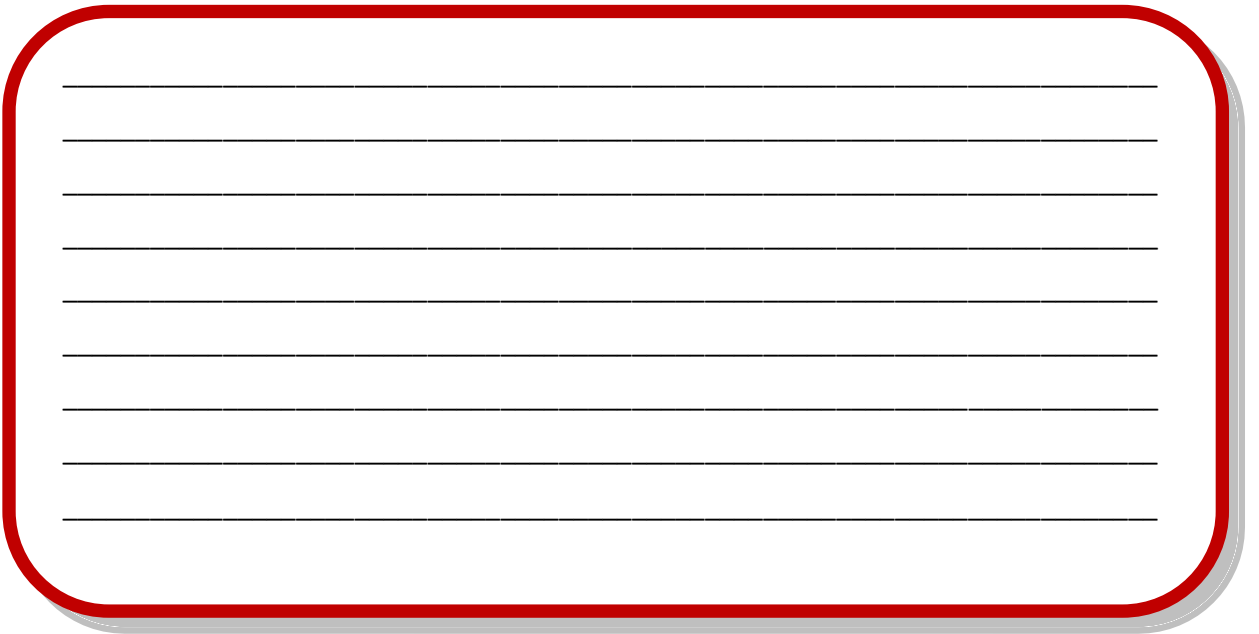
3. Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

Δες ξανά την απάντησή σου.

Απάντησε με **ΝΑΙ** ή **ΟΧΙ**, βάζοντας ✓ στο κουτάκι του πίνακα.

Ερωτήσεις	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό (απάντηση στην ερώτηση);		
Έχεις γράψει ότι θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ζεστό αέρα;		
Έχεις γράψει στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις αναφέρει ότι το θόλωμα στα τζάμια προκαλείται από το νερό που υπάρχει σε αυτά;		
Έχεις αναφέρει ότι όταν η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται τόσο γρηγορότερα εξατμίζεται το νερό;		
Έχεις αναφέρει ότι όταν η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται τότε γρηγορότερα εξατμίζεται το νερό, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ζεστό αέρα για να ξεθολώσουν τα τζάμια;		

Αφού αξιολόγησες το επιχειρήματά σου ξαναδιατύπωσε το καλύτερα ώστε να είναι πιο ολοκληρωμένο το νόημά του.



Η μητέρα θέλει να στεγνώσει τα βρεγμένα ρούχα. Να τα βάλει πάνω στο καλοριφέρ ή μακριά από αυτό;

- Γράψε έναν ισχυρισμό

- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό

- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

Δες ξανά την απάντησή σου.

Απάντησε με **ΝΑΙ** ή **ΟΧΙ**, βάζοντας ✓ στο κουτάκι του πίνακα.

Ερωτήσεις	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό (απάντηση στην ερώτηση);		
Έχεις γράψει ότι θα πρέπει τα ρούχα να μπου πάνω στο καλοριφέρ;		
Έχεις γράψει στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις αναφέρει ότι τα βρεγμένα ρούχα έχουν νερό;		
Έχεις αναφέρει ότι όταν η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται τότε εξατμίζεται πιο γρήγορα το νερό;		
Έχεις αναφέρει ότι επειδή η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται τότε εξατμίζεται πιο γρήγορα το νερό, έτσι θα πρέπει να βάλει πάνω στο καλοριφέρ τα βρεγμένα ρούχα για να στεγνώσουν;		

Αφού αξιολόγησες το επιχειρήμά σου ξαναδιατύπωσε το καλύτερα ώστε να είναι πιο ολοκληρωμένο το νόημά του.

A large rounded rectangular box with a red border and a grey drop shadow, containing several horizontal lines for writing.

Δραστηριότητα Z

Θυμήσου την απάντηση που είχες δώσει στο αρχικό ερώτημα: *Τι έγινε με το νερό στο πιάτο του Ρεξ;*

Αρχική απάντηση

Πώς διαμορφώνεις τώρα την άποψή σου; Γράψε το επιχειρήμά σου για να την υποστηρίξεις.

- Γράψε έναν ισχυρισμό

- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό

- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

Κατασκεύασε ένα σχέδιο που να αναπαριστά «τι έγινε με το νερό στο πιάτο του Ρεξ;», το οποίο να αποτυπώνει την άποψή σου.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ (ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΙ)

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ II

Αποτελούνται από
καπνό, αέρα, νερό;

Δραστηριότητα Α

1^η Προβολή σεναρίου: «Σύννεφα- εισαγωγή», Προσομοίωση Scratch

Στο σενάριο που παρακολούθησες τα τρία κορίτσια αναρωτιούνται από τι αποτελούνται τα σύννεφα. Μπορείς να γράψεις με ποια άποψη συμφωνείς; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

Κατασκεύασε ένα σχέδιο που να αναπαριστά «από τι αποτελούνται τα σύννεφα», το οποίο να αποτυπώνει την άποψή σου.



Συζήτησε με τα μέλη της ομάδας σου την άποψή σου...

Υπάρχουν ομοιότητες στις απόψεις σας; Σημειώστε τις ομοιότητες των απόψεων των μελών της ομάδας σου.

Υπάρχουν διαφορές στις απόψεις σας; Σημειώστε τις διαφορές των απόψεων των μελών της ομάδας σου.

Καταλήξατε σ' ένα κοινό συμπέρασμα; Καταγράψτε το συμπέρασμά σας.



Τα σύννεφα αποτελούνται από...

.....

.....

Από πού προέρχεται η βροχή; Από τα σύννεφα, τον ουρανό ή τη στέλνει ο Θεός;

2^η Προβολή σεναρίου: «Σχηματισμός βροχής», Προσομοίωση Scratch

Στο σενάριο που παρακολούθησες τα τρία παιδιά αναρωτιούνται από πού προέρχεται η βροχή. Με ποια άποψη συμφωνείς; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.

Κατασκεύασε ένα σχέδιο που να αναπαριστά «από πού προέρχεται η βροχή;», το οποίο να αποτυπώνει την άποψη σου.



Συζήτησε με τα μέλη της ομάδας σου την άποψή σου...

Υπάρχουν ομοιότητες στις απόψεις σας; Σημειώστε τις ομοιότητες των απόψεων των μελών της ομάδας σου.

Υπάρχουν διαφορές στις απόψεις σας; Σημειώστε τις διαφορές των απόψεων των μελών της ομάδας σου.

Καταλήξατε σ' ένα κοινό συμπέρασμα; Καταγράψτε το συμπέρασμά σας.



Η βροχή προέρχεται ...

.....

.....

.....



Η Μαρία μια βροχερή μέρα, παρατηρούσε τη βροχή από το παράθυρο του δωματίου της. Η Μαρία είχε την εξής απορία:

«Πού πάει το νερό της βροχής;»

Σκέφτηκε: **«Το απορροφάει το χώμα και μένει εκεί ή φτάνει τελικά στη θάλασσα;»**



Μπορείς να δώσεις απάντηση στην απορία της Μαρίας;

Εσύ πού πιστεύεις πως καταλήγει το νερό της βροχής;

Κατασκεύασε ένα σχέδιο που να αναπαριστά «τον σχηματισμό της βροχής», το οποίο να αποτυπώνει την άποψη σου.



Συζήτησε με τα μέλη της ομάδας σου την άποψή σου...

Υπάρχουν ομοιότητες στις απόψεις σας; Σημειώστε τις ομοιότητες των απόψεων των μελών της ομάδας σου.

Υπάρχουν διαφορές στις απόψεις σας; Σημειώστε τις διαφορές των απόψεων των μελών της ομάδας σου.



Καταλήξατε σ' ένα κοινό συμπέρασμα; Καταγράψτε το συμπέρασμά σας.

.....

.....

.....

Δραστηριότητα Β

Προβολή προσομοίωσης: https://www.youtube.com/watch?v=0_c0ZzZfC8c

Πείραμα 1^ο

Στηριζόμενοι στη προσομοίωση που παρακολουθήσατε, θα πραγματοποιήσετε έρευνα προκειμένου να απαντήσετε στο ερώτημα:

«Από πού προέρχεται η βροχή;»

1. Σ' ένα βραστήρα βάζουμε νερό και το αφήνουμε να βράσει. Μόλις βράσει το νερό, ανοίγουμε το καπάκι. Τι παρατηρείς ;

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

Πώς μπορείς να το εξηγήσεις;

.....

2. Τοποθετούμε ένα κρύο πιάτο πάνω από τον βραστήρα. Τι παρατηρείς;

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

Πώς μπορείς να το εξηγήσεις;

.....

 Συμπλήρωσε από την παρένθεση, τις λέξεις που λείπουν.

(εξατμίζεται, οι υδρατμοί, σταγόνες νερού, ζεσταίνουμε, ατμό)

Όταν το νερό στον βραστήρα αυτό..... και μετατρέπεται

σε Όταν τοποθετούμε το κρύο πιάτο πάνω από τον βραστήρα

..... υγροποιούνται και ξαναγίνονται

.....•

Πείραμα 2^ο

Η Άννα και η Γεωργία είναι δίδυμες. Μια βροχερή μέρα παρατηρούσαν τη βροχή απ' το παράθυρο του υπνοδωματίου τους. Η Άννα παρατήρησε πως το νερό της βροχής απορροφιόταν γρηγορότερα απ' το χώμα της αυλής απ' ότι στο τσιμέντο. Η Άννα είπε αυτό που παρατήρησε στην αδερφή της αλλά εκείνη διαφώνησε. Πίστευε πως το είδος του εδάφους δεν επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής. Τα δύο κορίτσια αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα για να εξετάσουν **αν το νερό απορροφιέται το ίδιο από όλα τα είδη των εδαφών.**

Τι έχουν να διερευνήσουν;

.....

Ποια είναι η άποψή σου;

.....

.....

Υλικά

- Δύο βαθιά γυάλινα δοχεία
- Δοσομετρητής
- Νερό
- Χώμα, χαλίκι
- Γυάλινο δοχείο με στεγνό τσιμέντο στον πυθμένα

Στο 1^ο γυάλινο δοχείο τοποθετούμε το χώμα και στο 2^ο γυάλινο δοχείο τα χαλίκια. Στο 3^ο γυάλινο δοχείο υπάρχει ήδη στεγνό τσιμέντο. Προσθέστε σε κάθε γυάλινο δοχείο 50 ml νερού. Τι παρατηρείτε; Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας στον παρακάτω πίνακα.

Είδος εδάφους	Απορρόφηση νερού
Τσιμέντο	
Χώμα	
Χαλίκια	

Τι παρατηρείς;

.....

.....

Πώς μπορείς να το εξηγήσεις;

Προσπάθησε να απαντήσεις στο ακόλουθο ερώτημα: «Το είδος του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής;»

- Γράψε έναν ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

.....
.....

Δες ξανά την απάντησή σου στην ερώτηση: **Επηρεάζει το είδος του εδάφους την απορρόφηση του νερού της βροχής;** Απάντησε με **ΝΑΙ** ή **ΟΧΙ**, βάζοντας ✓ στο κουτάκι του πίνακα.

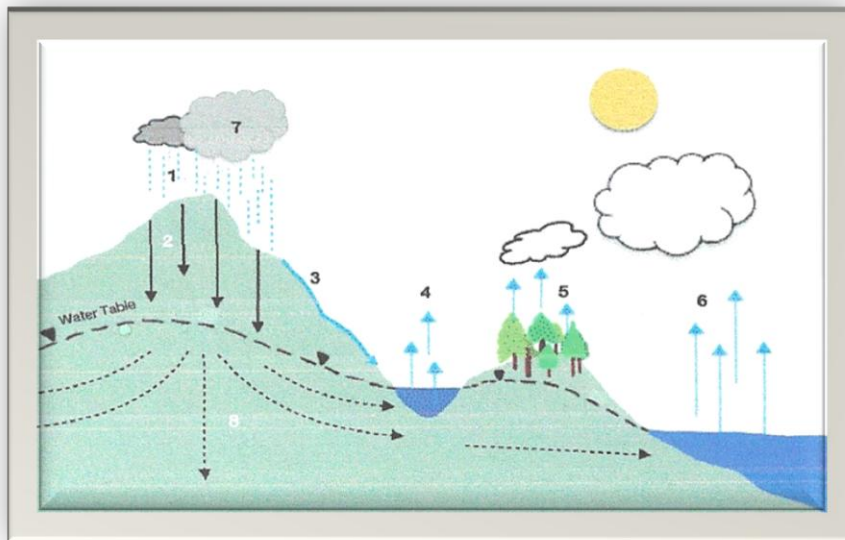
Ερωτήσεις	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό (απάντηση στην ερώτηση);		
Έχεις αναφέρει ότι το είδος του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση του νερού;		
Έχεις γράψει στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις γράψει πως όταν έριξες νερό στο δοχείο με το τσιμέντο η απορρόφηση του νερού ήταν μικρή, ενώ όταν έριξες νερό στο δοχείο με τα χαλίκια η απορρόφηση ήταν μεγάλη κι όταν έριξες νερό στο δοχείο με το χώμα η απορρόφηση του ήταν πολύ μεγάλη;		
Έχεις γράψει ένα συλλογισμό που να συνδέει τον ισχυρισμό σου με τα αποδεικτικά στοιχεία;		
Έχεις γράψει πως επειδή η απορρόφηση του νερού είναι διαφορετική στα διάφορα υλικά επομένως το είδος του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση του νερού της βροχής;		

Αφού αξιολόγησες το επιχειρήμά σου ξαναδιατύπωσε το καλύτερα ώστε να είναι πιο ολοκληρωμένο το νόημά του.

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

Δραστηριότητα Γ

Θυμηθείτε την προσομοίωση που παρακολούθησατε και παρατηρήστε την εικόνα 1.



Εικόνα 1(Monet, 2014)



Παρατήρησε την εικόνα 1 και συμπλήρωσε τις προτάσεις με τις λέξεις που ταιριάζουν:

(υδρατμοί, βροχή ,συμπυκνωθούν, απορροφάται, θερμαίνεται, υπόγειων υδάτων, ατμό, εξατμίζεται, σύννεφα, συμπυκνώνονται, υδρατμοί)

Το νερό των θαλασσών, των ποταμών και των λιμνών, όταν

.....από τον ήλιο..... και μετατρέπεται σε.....• Οι.....

ανεβαίνουν προς τα πάνω,και δημιουργούνται τα

Ότανπολλοίστα σύννεφα , πέφτει η

νερό της βροχής από το χώμα των

χωραφιών και μέσω των φτάνει ξανά στη θάλασσα.

Δραστηριότητα Δ

1. Μπορείς να γράψεις την απάντησή σου και την αιτιολόγησή σου στην ερώτηση «από πού προέρχεται η βροχή;»

- Γράψε έναν ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

.....
.....

Δες ξανά την απάντησή σου στην ερώτηση: «Από πού προέρχεται η βροχή;»

Απάντησε με **ΝΑΙ** ή **ΟΧΙ**, βάζοντας ✓ στο κουτάκι του πίνακα.

Ερωτήσεις	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό (απάντηση στην ερώτηση);		
Έχεις γράψει ότι η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα;		
Έχεις γράψει στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις αναφέρει ότι το νερό της θάλασσας θερμαίνεται και εξατμίζεται δηλαδή γίνεται ατμός, οι ατμοί συμπυκνώνονται και δημιουργούν τα σύννεφα ενώ όταν συμπυκνωθούν πολλοί υδρατμοί στα σύννεφα δημιουργείται η βροχή;		
Έχεις γράψει ένα συλλογισμό που να συνδέει τον ισχυρισμό σου με τα αποδεικτικά στοιχεία;		
Έχεις αναφέρει ότι επειδή το νερό της θάλασσας θερμαίνεται, εξατμίζεται, οι ατμοί συμπυκνώνονται στα σύννεφα κι όταν συμπυκνωθούν πολλοί υδρατμοί δημιουργείται η βροχή άρα η βροχή προέρχεται από τα σύννεφα;		

Αφού αξιολόγησες το επιχειρήμά σου ξαναδιατύπωσε το καλύτερα ώστε να είναι πιο ολοκληρωμένο το νόημά του.

«Από πού προέρχεται η βροχή;»

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

2. Μπορείς να γράψεις την απάντησή σου και την αιτιολόγησή σου στην ερώτηση «Πού πηγαίνει το νερό της βροχής όταν πέφτει στη γη;»

- Γράψε έναν ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

.....
.....

Δες ξανά την απάντησή σου στην ερώτηση: «πού πηγαίνει το νερό της βροχής όταν πέφτει στη γη;»

Απάντησε με **ΝΑΙ** ή **ΟΧΙ**, βάζοντας ✓ στο κουτάκι του πίνακα.

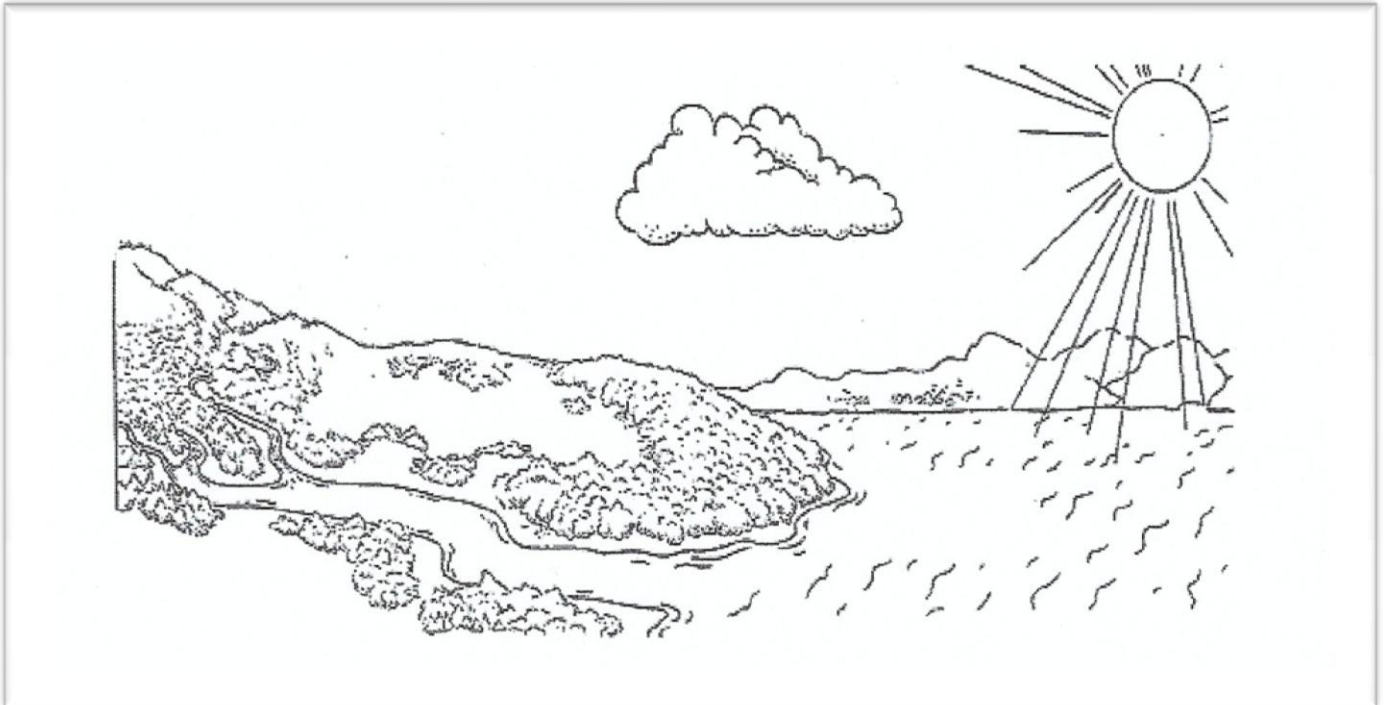
Ερωτήσεις	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό (απάντηση στην ερώτηση);		
Έχεις γράψει ότι το νερό της βροχής καταλήγει στο υπέδαφος και στη θάλασσα;		
Έχεις γράψει στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις αναφέρει ότι ένα μέρος του νερού απορροφάται από τα διάφορα στρώματα του εδάφους και πάει στο υπέδαφος και το άλλο μέρος του κυλά στη θάλασσα;		
Έχεις γράψει ένα συλλογισμό που να συνδέει τον ισχυρισμό σου με τα αποδεικτικά στοιχεία;		
Έχεις γράψει πως επειδή το νερό της βροχής απορροφιέται από το έδαφος ή κυλά προς τη θάλασσα, το νερό της βροχής πάει στο υπέδαφος και στη θάλασσα;		

Αφού αξιολόγησες το επιχειρήμά σου ξαναδιατύπωσε το καλύτερα ώστε να είναι πιο ολοκληρωμένο το νόημά του.

«Πού πηγαίνει το νερό της βροχής όταν πέφτει στη γη;»

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

⇒ Στην παρακάτω εικόνα σχεδίασε με βελάκια την πορεία του νερού προκειμένου να δημιουργηθούν τα σύννεφα ,να σχηματιστεί η βροχή και να καταλήξει το νερό της ξανά στη θάλασσα.



Εικόνα 1(Forbes, 2015)

✓ Μπορείς να περιγράψεις «Το ταξίδι του νερού;»

Δραστηριότητα Ε

Η Άννα παρατήρησε ότι όταν βρέχει τα σύννεφα έχουν διαφορετικά χρώματα. Παρατήρησε για τρεις ημέρες την ποσότητα της βροχής που πέφτει στην πλακόστρωτη αυλή του σπιτιού της για 1 ώρα. Κατέγραψε τις παρατηρήσεις της στον παρακάτω πίνακα.

Μέρες παρατήρησης	Χρόνος παρατήρησης	Χρώμα σύννεφων	Ποσότητα βροχής
1 ^η μέρα	1 ώρα	Ανοιχτό γκρι	Μικρή
2 ^η μέρα	1 ώρα	Σκούρο γκρι	Πολύ μεγάλη
3 ^η μέρα	1 ώρα	Γκρι	Μεγάλη

Παρατηρώντας τα δεδομένα του πίνακα μπορείς να απαντήσεις στην ερώτηση «**Το χρώμα των σύννεφων επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει;**»

- Γράψε έναν ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό


.....
.....

Δες ξανά την απάντησή σου στην ερώτηση: «**Το χρώμα των σύννεφων επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει;**»

Απάντησε με **ΝΑΙ** ή **ΟΧΙ**, βάζοντας √ στο κουτάκι του πίνακα.

Ερωτήσεις	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έχεις γράψει έναν ισχυρισμό (απάντηση στην ερώτηση);		
Έχεις αναφέρει ότι το χρώμα των σύννεφων επηρεάζει την ποσότητα της βροχής που πέφτει;		
Έχεις γράψει στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Έχεις γράψει πως τα σύννεφα είχαν χρώμα ανοιχτό γκρι η ποσότητα της βροχής ήταν μικρή, όταν είχαν χρώμα γκρι ήταν μεγάλη και όταν είχαν χρώμα σκούρο γκρι η ποσότητα της βροχής ήταν πολύ μεγάλη;		
Έχεις γράψει ένα συλλογισμό που να συνδέει τον ισχυρισμό σου με τα αποδεικτικά στοιχεία;		
Έχεις γράψει πως επειδή όσο πιο σκούρο γκρι ήταν το χρώμα των σύννεφων τόσο μεγαλύτερη η ποσότητα της βροχής που έπεφτε στη γη, άρα η ποσότητα της βροχής εξαρτάται από το χρώμα των σύννεφων;		

Αφού αξιολόγησες το επιχείρημά σου ξαναδιατύπωσε το καλύτερα ώστε να είναι πιο ολοκληρωμένο το νόημά του.



⇒ Ωρα για παιχνίδι!!!!

Προβολή προσομοίωσης – παιχνιδιού Scratch «Το ταξίδι του νερού»

Κατασκεύασε ένα σχέδιο που να αναπαριστά «τον σχηματισμό της βροχής, τη δημιουργία των σύννεφων και την απορρόφηση του νερού της βροχής από το χώμα των χωραφιών», το οποίο να αποτυπώνει την άποψή σου.



Δραστηριότητα ΣΤ΄

2. Θυμήσου την αρχική απάντηση που έδωσες στο ερώτημα «Από τι αποτελούνται τα σύννεφα;»

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

Πώς διαμορφώνεις τώρα την άποψή σου;

- Γράψε έναν ισχυρισμό
.....
.....
- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό
.....
.....
- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
.....
.....

3. Θυμήσου την αρχική απάντηση που έδωσες στο ερώτημα «Από πού προέρχεται η βροχή;»

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

Πώς διαμορφώνεις τώρα την άποψή σου;

- Γράψε έναν ισχυρισμό
.....
.....
- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό
.....
.....
- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
.....
.....

4. Θυμήσου την αρχική απάντηση που έδωσες στο ερώτημα «Πού πάει το νερό της βροχής;»

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

Πώς διαμορφώνεις τώρα την άποψή σου;

- Γράψε έναν ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό

.....
.....

- Γράψε έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

.....
.....