



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Ακαδημαϊκό έτος 2017-18

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ. Η ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ»

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΦΩΚΙΔΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΚΟΜΙΖΟΓΛΟΥ ΑΝΝΑ (Α.Μ.: 411/2013079)

**“ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ:
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΣΤ’ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ”**

Ρόδος, 2018

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6			
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7			
ABSTRACT	8			
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9			
Τοποθέτηση του προβλήματος	9			
Σκοπός – Στόχοι της εργασίας	10			
Μεθοδολογία	10			
Σπουδαιότητα του ερευνητικού ερωτήματος	11			
Βασικό ερευνητικό ερώτημα	11			
Υπο-ερωτήματα	11			
Δομή της εργασίας	11			
Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Υλικό	11			
11	ΜΕΡΟΣ	Α΄	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ
.....			13	
1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ				
13				
1.1.1 Βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Ε.Π.				
13				
1.1.2 Είδη της τεχνολογίας Ε.Π.				
13				
1.1.3 Συμπεράσματα σχετικά με την Ε.Π.				
14				
1.1.4 Η τεχνολογία Ε.Π. σε σχέση με την εκπαίδευση				
14				
1.1.5 Τομείς εκπαιδευτικής διαδικασίας με θετική επίδραση η Ε.Π.				
17				
1.2.1 Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό				
17				
2				

1.2.2 Αντιλήψεις μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες	18
1.2.3 Αντιλήψεις μαθητών για την μόλυνση του περιβάλλοντος	
18 i. Το στρώμα του όζοντος προστατεύει τη γη από την όξινη βροχή	
18 ii. Η όξινη βροχή προκαλεί τη μείωση του στρώματος του όζοντος	
18 iii. Η μείωση του στρώματος του όζοντος προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου	
18 iv. Η υπερθέρμανση του πλανήτη θα οδηγήσει στην αύξηση των καρδιακών νοσημάτων	
18 v. Η όξινη βροχή προκαλείται από τα οξέα απόβλητα	
18 vi. Η μόλυνση του αέρα οφείλεται μόνο από τα εργοστάσια	
18 vii. Η μόλυνση του νερού δεν σχετίζεται με την μόλυνση του εδάφους	
18	
1.2.4 Θεωρίες μάθησης και διδακτικής των Φ.Ε.	18
1.2.5 Τεχνικές και εργαλεία για τις Φ.Ε.	21
1.2.6 Συμπεράσματα για τις Φ.Ε.	21
1.2.7 Διδασκαλία των Φ.Ε. με τη χρήση Τ.Π.Ε.	21
1.2.8 Διδασκαλία των Φ.Ε με Ε.Π.	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ	23
Υπάρχουν πολλά έτοιμα αντικείμενα για εισαγωγή και χρήση (κτήρια, ρούχα, άνθρωποι, δέντρα κ.α.)	23
Είναι πλατφόρμα για εκπαίδευση και εκμάθηση	23
Το περιβάλλον μπορεί να διαμορφωθεί για να καλύψει ακριβώς τις ανάγκες του χρήστη	23
Υπάρχουν προγράμματα ανοιχτού κώδικα, δωρεάν και διαθέσιμα σε όλους για τη δημιουργία εικόνων, υφών σχεδιοκινήσεων.....	23
Υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης πολλών χρηστών στο ίδιο περιβάλλον (π.χ. μέσα σε μια τάξη)	23
Υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης πολλών χρηστών μέσα από το διαδίκτυο για εξ' αποστάσεως εκπαίδευση	23
ΜΕΡΟΣ Β΄: ΕΡΕΥΝΑ	
33	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ	3ο:
	ΜΕΘΟΔΟΣ
.....	33
3.1 Ερευνητική Μεθοδολογία	
33	

3.2 Δείγμα	33
3.3 Ερευνητική Διαδικασία	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: ΣΥΖΗΤΗΣΗ	37
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ	38
1. Αξιοποιήθηκε θετικά ο ηλεκτρονικός υπολογιστής καθώς, χρησιμοποιήθηκε κατ' επανάληψη ώστε να εμπεδωθεί η χρήση της εφαρμογής.	38
2. Βελτιώθηκε η ικανότητα της συνεργασίας και του καταμερισμού εργασιών μέσα στις ομάδες, παρότι υπήρξαν μικροπροβλήματα καθώς ο τρόπος λειτουργίας του ελληνικού σχολείου παραμένει ανταγωνιστικός και δασκαλοκεντρικός.	38
3. Βελτιώθηκε πολύ σημαντικά το γνωστικό επίπεδο των μαθητών τόσο στη χρήση του φορητού υπολογιστή όσο και στις φυσικές επιστήμες	38
4. Συνδέθηκε το σχολείο με την κοινωνία και μάλιστα σε ένα θέμα τόσο εφήμερο όπως είναι η μόλυνση του περιβάλλοντος.	38
5. Εμπεδώθηκε βαθιά το αίσθημα της αλληλεγγύης και του σεβασμού του περιβάλλοντος.	38
6. Μέσα από την έρευνα βελτιώθηκαν οι σχέσεις μαθητών – εκπαιδευτικού, κάτι που συμβαίνει όταν στη σχολική τάξη λαμβάνουν χώρα δραστηριότητες πέρα από το συμβατικό μάθημα.	38
i. Περιορισμοί και Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	38
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	39
Ελληνόγλωσση	39
Ξενόγλωσση	41
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	51
I. Pre-test	52
II. Φύλλα αξιολόγησης	57
B. Φύλλο αξιολόγησης 2	62
Γ. Φύλλο αξιολόγησης 3	65

3. Ερωτηματολόγιο			
68	4.	Ανάλυση	Δεδομένων
.....			72 pre_test
.....			77 test 1
.....			80 test
2			84
test 3			
88			
post_test			
92			
φωτογραφικό υλικό από τον εικονικό κόσμο			102

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Χωρίς την παρουσία και την υποστήριξη κάποιων ανθρώπων δε θα ήταν δυνατή η υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Πρώτα απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επίκουρο καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου, κ. Φωκίδη Εμμανουήλ για την πολύτιμη βοήθεια του, καθώς μου έδωσε την ευκαιρία να μπω σε μια σχολική τάξη και να πραγματοποιήσω τόσο τη διδακτική παρέμβαση, όσο και την έρευνα στα πλαίσια της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας με θέμα «χρήση εικονικής πραγματικότητας για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών σε μαθητές Στ' Δημοτικού».

Αυτό με βοήθησε ιδιαίτερα, γιατί ήλθα σε επαφή με τους μαθητές και κατάλαβα πως λειτουργούν και συμπεριφέρονται σε μια σχολική τάξη, αλλά και γιατί κατάφερα να πραγματοποιήσω τις ιδέες μου και μέσα από τη διδακτική αυτή παρέμβαση να υλοποιήσω την έρευνα μου για τη χρήση Τ.Π.Ε. στο σχολικό περιβάλλον.

Σε μια πράξη αναγνώρισης της συνεισφοράς του στην περάτωση αυτού του μοντέλου συγγραφής πτυχιακής, εκφράζω την ευγνωμοσύνη μου στον κύριο Λεριά Γεώργιο Διευθυντή του 6^{ου} Δημοτικού σχολείου Ρόδου, αρχικά για το θερμό του καλωσόρισμα στο σχολείο του καθώς και για την ευκαιρία που μου έδωσε να υλοποιήσω τις διδασκαλίες που προετοίμασα για την Στ' τάξη.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Εκπαιδευτικό της Στ' τάξης καθώς και την δασκάλα πληροφορικής. Τις ευχαριστώ γιατί αρχικά με δέχτηκαν στην τάξη τους χωρίς κανέναν δισταγμό, αλλά και γιατί με βοήθησαν σε ό,τι και αν χρειάστηκα λύνοντας όλες μου τις απορίες.

Θα ήταν παράλειψή μου να μην ευχαριστήσω την οικογένειά μου, που παρά τις αντίξοες συνθήκες, στάθηκε στο πλευρό μου και με στήριξε στον αγώνα μου για την ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στη Σχολή των Ανθρωπιστικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου, διότι δίνει την ευκαιρία σε όλους τους φοιτητές να πραγματώσουν την πτυχιακή τους εργασία στον τομέα της Δημοτικής Εκπαίδευσης σε αξιόλογα σχολεία και ν' αποκτήσουν υπέροχες εμπειρίες ζωής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει τα συγκριτικά αποτελέσματα από την διδασκαλία ενός κεφαλαίου των φυσικών επιστημών στην Στ' Δημοτικού με δύο διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις.

Μέθοδος

Η μεθοδολογική προσέγγιση μέσα από τις διδακτικές παρεμβάσεις για τις ανάγκες της έρευνας έγινε ως εξής: οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Η πρώτη διδάχθηκε το γνωστικό αντικείμενο με συμβατική – δασκαλοκεντρική προσέγγιση, ενώ η δεύτερη ομάδα με χρήση Εικονικής Πραγματικότητας. Για την Ε.Π. χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Open Sim που εγκαταστάθηκε σε φορητούς υπολογιστές, οι οποίοι δόθηκαν στους μαθητές ώστε να εργασθούν πρώτα ατομικά και έπειτα συλλογικά – ομαδικά. Δεδομένα συλλέχθηκαν με κοινά για τις δύο ομάδες ερωτηματολόγια, φύλλα εργασίας και αξιολόγησης. Το γνωστικό αντικείμενο που αναφέρεται στις φυσικές επιστήμες είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος. Η στάση των μαθητών απέναντι στην χρήση των φορητών υπολογιστών ήταν θετική.

Αποτελέσματα:

Πραγματοποιήθηκε διερεύνηση της εφαρμογής Open Sim, όπου διαπιστώθηκε η καταλληλότητά της ως εκπαιδευτικό πρόγραμμα, διότι πέρα των δυνατοτήτων ψυχαγωγίας παρέχει ποικίλες εκπαιδευτικές επιλογές. Μέσα από την περιήγηση στον κόσμο του Open SIM κατέληξα στο εξής συμπέρασμα, η χρήση της Εικονικής Πραγματικότητας ήταν πιο επιτυχής μέθοδος διδασκαλίας από ότι η συμβατική.

Λέξεις Κλειδιά: *εικονική πραγματικότητα, φορητός υπολογιστής, φυσικές επιστήμες, ομαδο-συνεργατική διδασκαλία, ρύπανση του περιβάλλοντος.*

ABSTRACT

Intention

The purpose of this paper is to present the comparative results from the teaching of a chapter of natural sciences in the Sixth Primary School with two different didactic approaches.

Fashions

The methodological approach through didactic interventions for the needs of the research was as follows: the students were divided into two groups. The first one was taught the subject with a conventional-teacher-

centered approach while the second group using Virtual Reality. For OP. the Open Sim application was installed on laptops that were given to students to work first individually and then collectively-team. Data was collected with two groups of questionnaires, worksheets and evaluation groups shared. The field of science is environmental pollution. Students' attitudes towards the use of laptops were positive.

Results

Explore the Open Sim application, where it was found to be an educational program, because beyond the possibilities of entertainment it offers a variety of educational choices. Through the tour of the Open SIM world, I came to the conclusion that the use of Virtual Reality was a more successful method of teaching than conventional.

Key words: *virtual reality, laptop, natural sciences, group-cooperative teaching, environmental pollution*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τοποθέτηση του προβλήματος

Στην σημερινή κοινωνία τα πιο σύγχρονα εργαλεία για την εκπαίδευση θεωρούνται τα εικονικά περιβάλλοντα, με τα οποία ο χρήστης μεταφέρει τις προγενέστερες εμπειρίες του από τον πραγματικό κόσμο σε ένα εικονικό και αλληλοεπιδρά με καινούργιες εικονικές ώστε να κατανοήσει σύνθετα περιβάλλοντα, καταστάσεις και φαινόμενα με μεγαλύτερη ασφάλεια από ότι στον πραγματικό κόσμο.

Η παιδαγωγική πληροφορική συνδυάζει το σχολικό περιβάλλον με μία τεχνολογική πραγματικότητα για την απόκτηση μιας επιθυμητής γνώσης όπως ανέφερε ο Φέριξ Μέντελσον το 1992. Τα πληροφορικά περιβάλλοντα μάθησης ενισχύουν τις δεξιότητες του χρήστη και τον καθιστούν ικανό να ανταπεξέλθει στις αυξανόμενες – μεταβαλλόμενες απαιτήσεις του σύγχρονου κόσμου. Ο εικονικός κόσμος είναι ένα τρισδιάστατο ηλεκτρονικό περιβάλλον στο οποίο κάποιος μπορεί να εμπιστευτεί, είναι δηλαδή μία “δυναμική πραγματικότητα”.

Η χρήση V.R. (Virtual Reality) εικονικής πραγματικότητας εμπλέκει περισσότερο τον χρήστη στη διαδικασία μάθησης καθώς προσφέρει διάφορες επιλογές εξερεύνησης του γνωστικού χώρου και οδηγεί σε αποτελεσματικότερη εκπαιδευτική διαδικασία. Οι εκπαιδευτές εφαρμογών, όπως αποδεικνύεται έμπρακτα μέσα από την προσομοίωση εργαστηρίων για διδασκαλία και την προσομοίωση σε περιβάλλοντα που είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί η περιήγηση διαφορετικά (λόγω απόστασης), καταφέρνουν να μεταφέρουν μια πιο ποιοτική πληροφορία στους χρήστες απ’ ότι η παραδοσιακή προσέγγιση. Οι νέες τεχνολογίες είναι σε θέση να τροποποιήσουν τις παραδοσιακές τεχνικές απόκτησης της γνώσης και να προσφέρουν εναλλακτικούς τρόπους με ποικίλες δραστηριότητες μάθησης, όπως αναφέρει ο Παπαδόπουλος, (1999).

Η εκπαιδευτική τεχνολογία εισάγει την εικονική πραγματικότητα στην εκπαιδευτική διαδικασία για διάφορα γνωστικά αντικείμενα. Στην εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιούνται προηγμένα τεχνολογικά μέσα με στόχο τη μίμηση ενός περιβάλλοντος στο οποίο οι χρήστες αντιλαμβάνονται τα αντικείμενα και τα γεγονότα όπως στον πραγματικό κόσμο, με ένα αίσθημα πραγματικής παρουσίας στο εικονικό περιβάλλον (εμβύθιση). Για την καλύτερη κατανόηση προϋποτίθεται ο διαχωρισμός του όρου σε σχέση με την αλληλεπίδραση του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον.

Υπάρχει η Τεχνητή Πραγματικότητα (artificial reality) όπου δημιουργείται ένα περιβάλλον στο οποίο ο χρήστης συμμετέχει με ποικίλες αισθήσεις και κινήσεις, το Κυβερνοδιάστημα (cyberspace) στο οποίο τα υπολογιστικά συστήματα συνδέονται με το νευρικό σύστημα του χρήστη, και η Τηλεπαρουσία (telepresence), όπου δημιουργείται η αίσθηση παρουσίας σε ένα άλλο μέρος με τη δυνατότητα χειρισμού αντικειμένων σε αυτό.

Τα αντικείμενα στον εικονικό κόσμο έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά, την εμφάνισή τους (σχήμα, διαστάσεις, χρώμα) και τη συμπεριφορά τους (αλληλεπίδραση με το χρήστη). Μέσα από αυτά καθορίζεται και ο βαθμός εμπύθισης, δηλαδή, κατά πόσο ο χρήστης αισθάνεται ότι βρίσκεται στην εικονική πραγματικότητα. Τα γραφικά, η τεχνική νοημοσύνη και η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή είναι ορισμένα ακόμη γνωρίσματα της εικονικής πραγματικότητας.

Η γλώσσα λειτουργεί ως ένας μηχανισμός μετάδοσης συμπεριφορών από ένα άτομο σε ένα άλλο. Τα σενάρια είναι κωδικοποιημένες αναπαραστάσεις της γνώσης για επαναλαμβανόμενα γεγονότα. Είναι επίσης φυσικοί και ισχυροί μηχανισμοί οργάνωσης των εμπειριών του ατόμου. Η πρακτική άσκηση και οι ρεαλιστικές εμπειρίες είναι πιο αποτελεσματικές από τη δασκαλοκεντρική διδασκαλία.

Η σύγχρονη Παιδαγωγική θέτει σε αμφισβήτηση την παραδοσιακή σημερινή εκπαίδευση, εμπλέκοντας τις Τ.Π.Ε., στοχεύει σε μία διδασκαλία που να παρέχει μεγάλο εύρος και ποιότητα γνώσεων, να εμπλέκει τα εννοιολογικά φαινόμενα με την καθημερινή πράξη, να είναι μη τοπικά και χρονικά προσδιορισμένα, να μεταδίδει τις απαραίτητες δεξιότητες για την οικοδόμηση και την εφαρμογή των γνώσεων που να αφορούν όλες τις περιόδους της ζωής του ανθρώπου, προάγοντας, συγχρόνως, την κριτική και δημιουργική σκέψη των μαθητών.

Οι Τ.Π.Ε. είναι μια "ομπρέλα" που περιλαμβάνει όλων των ειδών τις τεχνολογίες που μπορούν να ενταχθούν στη εκπαίδευση, σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα. Είναι συνεχώς εξελισσόμενες, συμβαδίζοντας με τις τεχνολογικές καινοτομίες.

Η Εικονική Πραγματικότητα επιδέχεται διάφορες ερμηνείες όπως "Συνθετικό Περιβάλλον" και είναι ένα σύνολο υλικού και λογισμικού, με το οποίο οι άνθρωποι είναι σε θέση να οπτικοποιούν και να αλληλεπιδρούν με εξαιρετικά περίπλοκα δεδομένα στις τρεις διαστάσεις. Η δυνατότητα των υπολογιστών δεν περιορίζεται στο να δίνουν στο χρήστη μόνο οπτικά ερεθίσματα, αλλά επεκτείνεται και στα ακουστικά και στα απτικά ερεθίσματα. Η Ε.Π. μπορεί να οριστεί ως ένα υψηλής τεχνολογίας μέσο διασύνδεσης ανθρώπου-υπολογιστή που περιλαμβάνει προσομοίωση πραγματικού χρόνου μέσα από πολλαπλά αισθητηριακά κανάλια.

Είναι γνωστό πως πολλοί εκπαιδευτικοί στο δημοτικό σχολείο παρουσιάζουν δυσκολίες στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) σύμφωνα με νέες μεθόδους μάθησης, θεωρώντας τις απαιτητικές, κι έτσι καταφεύγουν σε δραστηριότητες με βάση τα κλασσικά πειράματα (Zacharia, 2003). Από την άλλη πλευρά, οι μαθητές παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών της φυσικής (Kauertz & Fischer, 2006; Barman, Stein, McNair & Barman, 2006). Κι εδώ τίθεται το εξής ερώτημα: Μπορεί να προκληθεί το ενδιαφέρον των παιδιών για το γνωστικό αντικείμενο των Φ.Ε. με κάποιον εναλλακτικό τρόπο διδασκαλίας, όπως για παράδειγμα με τη χρήση εφαρμογών Ε.Π.;

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορες χώρες, η χρήση εφαρμογών της Ε.Π. έχει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα στη διδασκαλία των Φ.Ε. Αντίθετα, πολύ λίγες έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα. Για το λόγο αυτό, μια έρευνα, η οποία αφορά τις Φ.Ε., με τη χρήση μιας εφαρμογής Ε.Π., είναι σημαντικό να υλοποιηθεί, καθώς θα υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων της με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε άλλες χώρες.

Σκοπός – Στόχοι της εργασίας

Με βάση τα παραπάνω σκοπός της εργασίας είναι να διερευνήσει τη συμβολή της Εικονικής Πραγματικότητας και των laptops στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών του δημοτικού σχολείου στις Φυσικές Επιστήμες.

Μεθοδολογία

Για την επίτευξη του σκοπού της παρούσας εργασίας, επιχειρήθηκε ο συνδυασμός της χρήσης των laptops και των εφαρμογών Ε.Π. στο μάθημα της Φυσικής, έχοντας ως βασικό σκοπό τη διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Η όλη προσπάθεια στηρίχθηκε στη θέση ότι laptop και εφαρμογές Ε.Π. μπορούν να λειτουργήσουν από μόνα τους ως διαμεσολαβητές μεταξύ μαθητή και γνωστικού αντικειμένου, επιτρέποντας στους μαθητές να κατανοήσουν το διδακτικό αντικείμενο, αυτενεργώντας και εργαζόμενοι μέσα σε ένα μαθησιακό περιβάλλον το οποίο ευνοεί την εμπλοκή των

ίδιων, υλοποιώντας την κονστρουκτιβιστική άποψη για την εκπαίδευση (Ertmer & Newby, 2013). Αρχικά πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας και έγινε η διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων της έρευνας. Έπειτα πραγματοποιήθηκε η επιλογή του δείγματος, ο ερευνητικός σχεδιασμός, επιλέχθηκαν τα μέσα συλλογής των δεδομένων και ο τρόπος ανάλυσής τους.

Σπουδαιότητα του ερευνητικού ερωτήματος

Το ερευνητικό ερώτημα είναι κατά πόσο η χρήση της Εικονικής πραγματικότητας είναι πιο επιτυχής μέθοδος διδασκαλίας από την συμβατική. Η σπουδαιότητα αυτού του ερωτήματος υπόκειται στην αλληλεπιδραστική ικανότητα των τεχνολογικών μέσων στην εκπαίδευση των μαθητών Στ' Δημοτικού. Καθώς η τεχνολογία έχει εισβάλει στην καθημερινότητα των παιδιών η εκπαίδευση δεν πρέπει να παραγκωνίζει τα ενδιαφέροντα και τις προτιμήσεις των μαθητών από την στιγμή που μπορούν να συνδυαστούν για καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Βασικό ερευνητικό ερώτημα

Έγκειται στο προβληματισμό για το αν, με μια εφαρμογή Ε.Π., εγκατεστημένη σε φορητούς υπολογιστές, είναι δυνατό να επιτευχθούν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα για τη διδασκαλία εννοιών της Φυσικής. Η απάντηση στο ερώτημα αυτό μπορεί να δοθεί μέσα από τη χρήση ενός ερευνητικού προγράμματος που να εξετάζει κατά πόσο η χρήση της εφαρμογής Ε.Π.:

- ✦ Αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φ.Ε., σε σύγκριση με άλλες συμβατικές μεθόδους.
- ✦ Έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, σε σύγκριση με άλλες συμβατικές μεθόδους.
- ✦ Βοηθάει ώστε να φανούν τα συγκριτικά πλεονεκτήματά της και σε ποιους τομείς υστερεί σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας.
- ✦ Αυξάνει την επιστημονική γνώση των μαθητών για έννοιες των Φ.Ε. σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους.

Υποερωτήματα

Παράλληλα με τα προαναφερόμενα, την εργασία απασχολούν και τα παρακάτω υποερωτήματα:

- ✦ Πώς η τεχνολογία είναι αρωγός, ώστε οι μαθητές να έχουν ενεργητική συμμετοχή στην εκπαιδευτική διαδικασία;
- ✦ Πώς μπορεί να επιτευχθεί η ομαλή σύνδεση των παραδοσιακά διακριτών επιστημονικών πεδίων στη εκπαιδευτική πράξη; (διαθεματικότητα με φυσική και Τ.Π.Ε. – Ε.Π.).

Δομή της εργασίας

Με βάση τα παραπάνω η δομή της παρούσας εργασίας είναι η εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση για την χρήση Τ.Π.Ε. και εικονικής πραγματικότητας στο σχολικό περιβάλλον ενώ στο δεύτερο κεφάλαιο για τις Φυσικές Επιστήμες. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται η μέθοδος που ακολουθήθηκε στην έρευνα ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται συζήτηση για τα αποτελέσματα και στο έκτο αναφέρονται τα συμπεράσματα και οι περιορισμοί.

Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Υλικό

Ως ψηφιακό υλικό θεωρούμε το κατασκεύασμα (artifact) το οποίο συνδυάζει **ψηφιακό περιεχόμενο** (digital content), κάποιο **μέσο διάθεσης του περιεχομένου** (media) για ένα συγκεκριμένο σκοπό ή εφαρμογή (application).

Εάν ο σκοπός είναι εκπαιδευτικός, τότε αναφερόμαστε σε **Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Υλικό (Ψ.Ε.Υ.)**.

Για παράδειγμα σε ένα ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό το περιεχόμενο είναι το κείμενο, το τεχνολογικό μέσο είναι μια εφαρμογή υπερκειμένου ενώ η παιδαγωγική / διδακτική εφαρμογή είναι το πλαίσιο μέσα στο οποίο χρησιμοποιείται η εφαρμογή (π.χ. Για συμπληρωματική εκπαίδευση σε μια θεματική ενότητα του

Ε.Α.Π.) Το ψηφιακό περιεχόμενο εμφανίζεται σε πολλούς τύπους (types, kinds) καθένας από τους οποίους αποθηκεύεται σε ένα σύνολο διαφορετικών μορφοτύπων (formats). Οι βασικοί τύποι ψηφιακού περιεχομένου, όπως αυτοί ορίζονται από τη διεθνή κοινότητα, είναι πέντε:

1) Κείμενο (Text)

Ως κείμενο θεωρείται ένα συνεκτικό σύνολο χαρακτήρων, λέξεων ή παραγράφων, το οποίο μπορεί να εμπεριέχει και στατικό οπτικό υλικό.

2) Ακουστικό υλικό (Audio)

Αναφέρεται κυρίως σε ηχογραφήσεις που είναι διαθέσιμες στον τελικό χρήστη για αναπαραγωγή.

3) Στατικό οπτικό υλικό (Graphic)

Πρόκειται για στατικό ψηφιακό υλικό που βασίζεται στην οπτική (και όχι λεκτική ή ηχητική) αναπαράσταση.

Περιλαμβάνει φωτογραφίες, εικόνες, χάρτες, διαγράμματα κλπ.

4) Οπτικοακουστικό υλικό (Video)

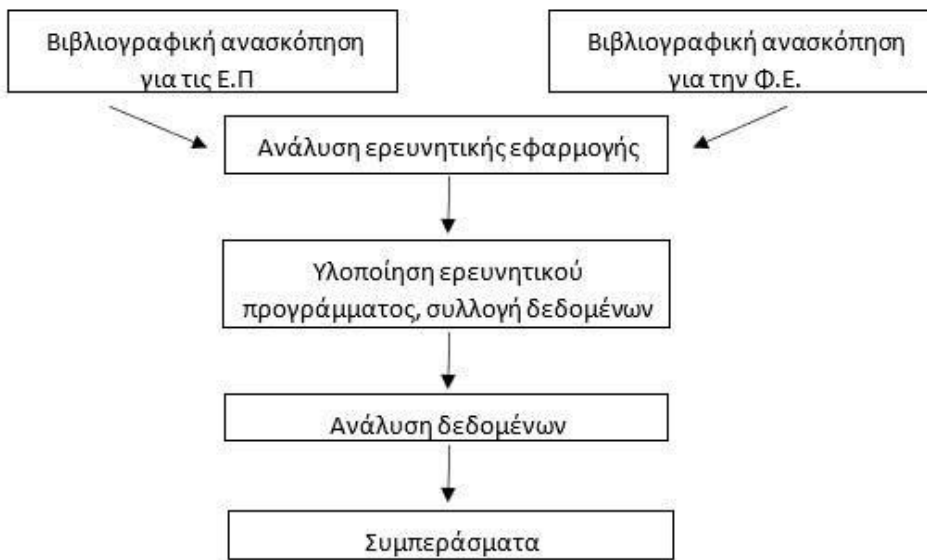
Στην κατηγορία αυτή αναφέρεται υλικό το οποίο έχει παραχθεί με την βοήθεια οπτικοακουστικών μέσων εγγραφής.

5) Κινούμενο οπτικό υλικό (Animation)

Στην κατηγορία αυτή αναφέρεται το υλικό σε μορφή κινούμενης εικόνας, το οποίο δεν θεωρείται ως οπτικοακουστικό υλικό. Κύριος αντιπρόσωπος είναι τα κινούμενα σχέδια τα οποία μπορούν να αναπαραστήσουν διαδικασίες ή πειράματα που είναι δύσκολο να βιντεοσκοπηθούν σε πραγματικό περιβάλλον.

Το ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό επηρεάζεται άμεσα από την ανάπτυξη και εξέλιξη των νέων τεχνολογιών και ειδικότερα των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας, καθώς και των υπολογιστικών συστημάτων.

Διαγραμματική παρουσίαση της διάρθρωσης των κεφαλαίων



1. Θεωρητικός άξονας της Ε.Π. στην εκπαίδευση

Το Horizon report αναφέρει τους online εικονικούς κόσμους, ως μια από τις νέες τεχνολογίες με τη μεγαλύτερη επίδραση στην εκπαίδευση. Το Open Simulator, Opensim είναι μια ελεύθερη πλατφόρμα (λογισμικό server). Δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει και να διαχειριστεί τρισδιάστατους (3D) εικονικούς κόσμους. Αν και βρίσκεται, ακόμη, σε προ-δοκιμαστική (Alpha) μορφή, το λογισμικό είναι πλήρως λειτουργικό.

Η Εικονική Πραγματικότητα (Ε.Π.) αφορά σε ένα υποθετικό κόσμο, φτιαγμένο από ηλεκτρονικό υπολογιστή με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλοεπιδρούν άμεσα με το ψηφιακό. Η Εικονικότητα (Ε.Κ.) σχετίζεται με την προσθήκη στοιχείων της πραγματικότητας σε ένα εικονικό περιβάλλον, που περιλαμβάνει περισσότερες εικονικές πληροφορίες, στο οποίο τα φυσικά στοιχεία, υπερπεριλαμβανομένων των αντικειμένων και των ανθρώπων, έχουν ενσωματωθεί και μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με τον εικονικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο (Milgram & Kishino, 1994).

Η Ε.Π. είναι ένας συνδυασμός του πραγματικού και του εικονικού κόσμου που μπορεί να θεωρηθεί ως μεικτή πραγματικότητα, η οποία ίσως περιέχει πιο πολλά πραγματικά παρά εικονικά στοιχεία. Με άλλα λόγια, είναι μια οθόνη στην οποία προσομοιωμένα γραφικά, εικόνες ή σύμβολα βρίσκονται επάνω (προεξέχουν) από μια εικόνα του φυσικού περιβάλλοντος. Η Ε.Π. βοηθάει τους χρήστες να αλληλεπιδράσουν με τα δεδομένα που αναδύονται στον πραγματικό κόσμο (Andújar, Mejias, & Márquez, 2011), η Ε.Ε.Π. δημιουργεί μία πραγματικότητα που είναι ενισχυμένη και εμπλουτισμένη (Bronack, 2011; Klopfer & Squire, 2008).

1.1.1 Βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Ε.Π.

Τα χαρακτηριστικά της Ε.Π., με βάση ένα πλαίσιο τριών διαστάσεων (Broll, Lindt, Herbst, Ohlenburg, Braun, & Wetzel, 2008), είναι:

"Βύθιση" (immersion). Η διάσταση σχετικά με την κατάσταση που ο χρήστης πηγαίνει από την πραγματικότητα στην εικονική πραγματικότητα.

- ✦ "Πανταχού παρούσα" (ubiquity). Αφορά τη δυνατότητά της να χρησιμοποιείται σε πολλά γνωστικά πεδία και καταστάσεις.
- ✦ "Πολλαπλότητα" (multiplicity). Η διάσταση της δυνατότητας της χρήσης της από πολλούς χρήστες ταυτόχρονα.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, η Ε.Π. μπορεί να συνδυάζει και τις τρεις παραπάνω διαστάσεις. Το πλαίσιο αυτό παρέχει, επίσης, καθοδήγηση για το σχεδιασμό ενός συστήματος Ε.Π. που μπορεί να κατασκευαστεί με την ενσωμάτωση διαφόρων τεχνολογιών. Επίσης, άλλα τρία χαρακτηριστικά της Ε.Π. είναι τα εξής (Milgram & Kishino, 1994):

- ✦ Συνδυάζει τον πραγματικό κόσμο με τον εικονικό κόσμο.
- ✦ Είναι διαδραστική σε πραγματικό χρόνο.
- ✦ Εμφανίζει μοντέλα με τρισδιάστατες αναπαραστάσεις.

Επιπλέον, η Ε.Π. ενθαρρύνει την ανάπτυξη της χωρικής ικανότητας, τις πρακτικές δεξιότητες και την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών (Cheng & Tsai, 2013).

1.1.2 Είδη της τεχνολογίας Ε.Π.

Οι εφαρμογές της είναι προσιτές στο ευρύ κοινό, χάρη στη διάδοση των φορητών συσκευών, όπως κινητά τηλέφωνα και κινητές ηλεκτρονικές επιφάνειες εργασίας. Καθημερινά, όλο και περισσότεροι άνθρωποι τη χρησιμοποιούν, καθώς είναι ένας τρόπος καλύτερης αντίληψης του πραγματικού κόσμου, με τη χρήση τρισδιάστατων υψηλής ανάλυσης αναπαραστάσεων. Υπάρχουν τρία είδη τεχνολογίας ανάλογα με τον τρόπο εμφάνισης του εικονικού αντικειμένου και οι ανάλογες απαιτήσεις της κάθε μίας και είναι οι εξής (Van Krevelen & Poelman, 2010):

- ✦ Ε.Ε.Π. με χρήση φυσικού δείκτη (marker-based) Αυτό το είδος της Ε.Π. απαιτεί:

- ♦ Υπολογιστή που θα πρέπει να έχει σύνδεση στο internet, εκτυπωτή και κάμερα.
- ♦ Επίσκεψη στο website που υποστηρίζει την ανάλογη Ε.Π. εφαρμογή.
- ♦ Εκτύπωση ενός φυσικού δείκτη-συμβόλου (marker) που παρέχεται από το ίδιο το website.
- ♦ Χρήση φορητών συσκευών (Handheld Devices, H.D.) με μικρή οθόνη που προβάλλονται τα εικονικά αντικείμενα της εφαρμογής, με φυσικούς δείκτες – σύμβολα (marker) ενός συγκεκριμένου μοτίβου.

1.1.3 Συμπεράσματα σχετικά με την Ε.Π.

Η Ε.Π. επιτρέπει την υπέρθεση εικόνων που έχουν φτιαχτεί από υπολογιστή πάνω σε πραγματικές καταστάσεις σε πραγματικό χρόνο. Ο χρήστης, δηλαδή, μπορεί να βλέπει τον πραγματικό κόσμο και τα αντικείμενα του εικονικού κόσμου συγχρόνως, καθώς και να αλληλεπιδρά με αυτά. Η Ε.Π. δεν περιορίζεται μόνο στον τομέα της ψυχαγωγίας αλλά και στις άλλες επιστήμες όπως στην ιατρική, στις ανθρωπιστικές και αλλού. Στην εκπαίδευση, συγκεκριμένα, οι μαθητές μπορούν να επωφεληθούν μέσα από τη διδασκαλία με εφαρμογές με Ε.Π. Ακόμη, η ποικιλία υποστηρικτικού υλικού μπορεί να βοηθήσει στην ενσωμάτωση της Ε.Π. στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, κάτι που είναι πολύ σημαντικό, εφόσον ο εκπαιδευτικός μπορεί να διαλέξει τι ταιριάζει στην τάξη και στο μάθημά του. Κυρίως αναδεικνύονται ανάμεσα σε πολλά βοηθήματα τα laptops, καθώς είναι εύχρηστα οικονομικά και έχουν πολλές λειτουργίες. Η Ε.Π ως διαδραστική αλληλεπίδραση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη συνολική εμπειρία του χρήστη. Βασικές κατηγορίες που αφορούν στον εικονικό κόσμο είναι ο χειρισμός, η πλοήγηση και η επικοινωνία.

Ο εικονικός χειρισμός μέσα από τον οποίο ο χρήστης χειρίζεται τον εικονικό κόσμο μέσω εικονικών αντιπροσώπων των φυσικών συσκευών ανάδρασης (π.χ. Εικονικά κουμπιά που μπορούν να πατηθούν στον εικονικό κόσμο). Η τάση στις σύγχρονες εφαρμογές ΕΠ είναι να μιμηθούν με ακρίβεια, στο βαθμό που είναι επιτρεπτό, τις αλληλεπιδράσεις στον πραγματικό κόσμο μέσω μιας φορητής συσκευής όπως είναι τα laptops.

Η πλοήγηση στον εικονικό κόσμο μπορεί να γίνει με ένα πλήθος πρόσθετων ενεργειών μέσω του συστήματος του λογισμικού. Ορισμένες μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βοηθήματα πλοήγησης σε εφαρμογές Ε.Π. περιλαμβάνουν προβολή τρισδιάστατου εικονικού χάρτη και προβολή πληροφοριών σε ορόσημα του περιβάλλοντος που βοηθούν στον προσανατολισμό του χρήστη. Η επικοινωνία ενισχύεται με τη δυνατότητα πολλών ατόμων να είναι σε θέση να δουν τα ίδια αντικείμενα ταυτόχρονα, όμως, μέσω του λογισμικού σε πραγματικό χρόνο, με τη χρήση του διαδικτύου, οι χρήστες μπορούν να συνομιλούν και να ανταλλάζουν απόψεις.

1.1.4 Η τεχνολογία Ε.Π. σε σχέση με την εκπαίδευση

Τα τελευταία χρόνια το ερευνητικό ενδιαφέρον αναφορικά με τη χρήση και επίδραση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση έχει αυξηθεί σημαντικά. Οι τεχνολογικές εξελίξεις και η πρόοδος που παρατηρήθηκε στις φορητές συσκευές όπως στα laptops έχουν επιφέρει τεράστιες αλλαγές στην μάθηση με αποτέλεσμα την “χωρίς όρια μάθηση” (Wong & Looi, 2011) Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, έχει δημοσιευτεί σημαντικός αριθμός ερευνών αναφορικά με τη χρήση και επίδραση της Ε.Π. σε ποικίλες πτυχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ενισχύοντας την παιδαγωγική αξία της συγκεκριμένης τεχνολογίας (Dede, 2009). Ο ακόλουθος πίνακας των Bakka et al. (2014) δίνει μια επισκόπηση, συνοψίζοντας τα κυριότερα ευρήματα σύγχρονων βιβλιογραφικών ερευνών στο πεδίο της εφαρμογής της Ε.Π. στην εκπαίδευση. Τα τελευταία χρόνια, η τεράστια διάδοση των μικρού μεγέθους ηλεκτρονικών συσκευών (κινητά τηλέφωνα και tablets laptop), επέτρεψε την υλοποίηση μιας νέας μορφής μάθησης που περιγράφεται με τους όρους “κινητή μάθηση, m-learning”. Η κινητή μάθηση δεν αντικαθιστά το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας στη σχολική τάξη αλλά μπορεί εύκολα και αποτελεσματικά να πλαισιώσει τη διδασκαλία με πρόσθετες δραστηριότητες (Lohnari, 2016). Η βιβλιογραφία που αφορά τις εκπαιδευτικές χρήσεις των κινητών συσκευών αυξάνεται σταθερά και αφορά όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και όλα τα γνωστικά αντικείμενα. Εστιάζοντας στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, οι Henderson και Yeow (2012), κατέληξαν πως οι κινητές συσκευές αποτελούν ένα χρήσιμο εκπαιδευτικό εργαλείο και οι

μαθητές είναι πρόθυμοι αλλά και ικανοί τις χειριστούν. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και ο Pitchford (2015) σε έρευνα που αφορούσε πολύ μικρής ηλικίας μαθητές.

1.1.5 Τομείς εκπαιδευτικής διαδικασίας με θετική επίδραση η Ε.Π.

Η Ε.Π. έχει θετική επίδραση σύμφωνα με τις τελευταίες μελέτες σε μια σειρά από παράγοντες της εκπαιδευτικής και μαθησιακής διαδικασίας, όπως είναι η κινητοποίηση των μαθητών, η συνεργασία μεταξύ τους, η επαυξημένη προσοχή στην μαθησιακή διαδικασία, η δημιουργία θετικής προδιάθεσης για το μάθημα, ο έντονος ενθουσιασμός και η ανυπομονησία η παρατηρητικότητα και τέλος η ευκολία στη συγκράτηση γνώσεων.

Συμπερασματικά, καταλήγουμε ότι η χρήση Τ.Π.Ε. και συγκεκριμένα Ε.Π. συμβάλλει ιδιαίτερα στη μαθησιακή διαδικασία και στα αποτελέσματά της. Όλες οι εργασίες που βρέθηκαν σχετικά με διδασκαλίες μέσω Ε.Π. αναδείκνυαν τη σημαντικότητά της σχετικά με την αποτελεσματικότητα που έχει, όπως αυτή φαινόταν από τα τις έρευνες, δηλαδή τα υψηλά ποσοστά επιτυχίας των μαθητών. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ποικίλα εργαλεία στην προσπάθειά τους να επαυξήσουν εικονικά αντικείμενα, ανάλογα με το γνωστικό αντικείμενο και τους στόχους κάθε μελέτης. Όλες οι έρευνες αναγνώρισαν τη δημιουργία κινήτρων μέσω των εφαρμογών Ε.Π. και τη γενικότερη θετική επίδραση που είχε στους μαθητές. Είναι αυτονόητο πως τα laptops, από μόνα τους, έχουν περιορισμένες εκπαιδευτικές χρήσεις. Αυτό που τα καθιστά εκπαιδευτικά εργαλεία είναι οι εφαρμογές που εκτελούνται σε αυτά. Ένα είδος εφαρμογών που συγκεντρώνει το ενδιαφέρον των ερευνητών είναι οι εφαρμογές Ε.Π., κάτι που αποδεικνύεται αφενός από τον μεγάλο αριθμό επιστημονικών άρθρων και αφετέρου από τον αυξανόμενο αριθμό ατόμων που ασχολούνται με ανάλογες εφαρμογές (Shelton, 2002). Η Ε.Π. είναι μια τεχνολογία που συγχωνεύει το φυσικό με τον ψηφιακό κόσμο σε πραγματικό χρόνο. Ο χρήστης δεν εμβυθίζεται πλήρως σε ένα ψηφιακό περιβάλλον, όπου δε μπορεί να διακρίνει τον πραγματικό κόσμο γύρω του, αλλά αλληλεπιδρά με αυτόν και βλέπει ψηφιακά αντικείμενα σε συνδυασμό με αυτόν. Συνεπώς, η Ε.Π. δεν αντικαθιστά τον πραγματικό κόσμο αλλά τον συμπληρώνει (Azuma, 1997).

1.2 Θεωρητικός άξονας για τις Φ.Ε.

Οι Φυσικές Επιστήμες είναι υπεύθυνες για την μελέτη, την περιγραφή και την κατανόηση των φυσικών φαινομένων έγκυρα, με ακρίβεια και τεκμηριωμένα. Στις Φυσικές Επιστήμες ανήκουν μεταξύ άλλων η Βιολογία, η Γεωγραφία, η Φυσική και η Χημεία.

1.2.1 Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών με τη διδασκαλία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών επιδιώκεται οι μαθητές και οι μαθήτριες:

- Να κατανοήσουν θεμελιώδεις έννοιες και θέματα που προέρχονται μέσα από τις εμπειρίες και τα ενδιαφέροντά τους.
- Να αναγνωρίσουν τη φύση των Φυσικών Επιστημών και τη συμβολή τους στην ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού.
- Να αναπτύξουν θετικές στάσεις απέναντι στο οργανωμένο σώμα και τις διαδικασίες των Φυσικών Επιστημών και προοπτικές αξιοποίησή τους στην κοινωνία και στο περιβάλλον.
- Να καλλιεργήσουν δεξιότητες που σχετίζονται με την έρευνα, την κριτική και δημιουργική σκέψη, την ανταλλαγή ιδεών και τη λήψη αποφάσεων.
- Να αναπτύξουν δεξιότητες που σχετίζονται με τη διαχείριση – και αξιοποίηση των γνώσεων των Φυσικών Επιστημών στην καθημερινή ζωή καθώς και με την επίλυση προβλημάτων του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος, που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες.

Συγκεκριμένα για το Φυσικό Περιβάλλον:

- Να κάνουν εκτιμήσεις για τις επιπτώσεις μιας οικολογικής καταστροφής στην περιοχή τους.
- Να εντοπίζουν εστίες ρύπανσης στην περιοχή τους και να επικοινωνούν ομαδικά με τις αρμόδιες υπηρεσίες.
- Να περιγράφουν το φυσικό περιβάλλον της περιοχής στην οποία διαμένουν.
- Να συνειδητοποιούν τη σημασία των χώρων πρασίνου για τις πόλεις και τη σημασία του καθαρού περιβάλλοντος για τη διατήρηση της ζωής.
- Να κατονομάζουν περιπτώσεις ρύπανσης στην καθημερινή τους ζωή και να επιχειρηματολογούν για την ανάγκη της ανακύκλωσης.

1.2.2 Αντιλήψεις μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες

Οι μαθητές πριν έρθουν στο σχολείο έχουν διαμορφώσει τις δικές τους αντιλήψεις σχετικά με τον κόσμο που τους περιβάλλει. Αυτές οι αντιλήψεις είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στις αλλαγές, καθώς έχουν κατασκευαστεί από προσωπικές εμπειρίες των μαθητών και ενισχύονται συνεχώς από τις καθημερινές αλληλεπιδράσεις (Ozdemir & Clark, 2007). Έτσι, το σχολείο καλείται να τις ανακατασκευάσει και να τις μετατρέψει σε επιστημονικό τρόπο σκέψης.

Οι μαθητές τείνουν να υπερασπίζονται τα αντιληπτικά δεδομένα έναντι της σκέψης. Έχουν συνήθως περιορισμένη εστίαση καθώς εστιάζουν σε συγκεκριμένες όψεις των καταστάσεων. Ανάλογα με την ερώτηση οι μαθητές συνηθίζουν να διαμορφώνουν διαφορετικές αντιλήψεις. Οι απόψεις τους συνήθως δεν έχουν σφαιρική αίσθηση των καταστάσεων και δε διαχωρίζουν σωστά τις έννοιες.

1.2.3 Αντιλήψεις μαθητών για την μόλυνση του περιβάλλοντος

- Το στρώμα του όζοντος προστατεύει τη γη από την όξινη βροχή
- Η όξινη βροχή προκαλεί τη μείωση του στρώματος του όζοντος
- Η μείωση του στρώματος του όζοντος προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Η υπερθέρμανση του πλανήτη θα οδηγήσει στην αύξηση των καρδιακών νοσημάτων
- Η όξινη βροχή προκαλείται από τα οξέα απόβλητα
- Η μόλυνση του αέρα οφείλεται μόνο από τα εργοστάσια
- Η μόλυνση του νερού δεν σχετίζεται με την μόλυνση του εδάφους (Χαρπαντίδου, 2016)

1.2.4 Θεωρίες μάθησης και διδακτικής των Φ.Ε.

Η παραδοσιακή προσέγγιση.

Η διδασκαλία των Φ.Ε., βασίζεται σε κάποιες θεωρίες μάθησης και τις αντίστοιχες διδακτικές τους προσεγγίσεις. Το κυρίαρχο ρεύμα μάθησης μέχρι το 1950 ήταν ο συμπεριφορισμός (παραδοσιακή προσέγγιση), έχοντας ως βάση τη μετάδοση στοιχείων φυσικής και όχι τη διδακτική της. Κύριοι εισηγητές αυτής της θεωρίας ήταν ο Pavlov (1897), ο Thorndike (1905) και ο Skinner (1948). Ο στόχος, με την εφαρμογή των κατάλληλων διδακτικών μεθόδων, ήταν οι εκπαιδευτικοί να οδηγήσουν στα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα τους μαθητές. Ήταν μια δασκαλοκεντρική προσέγγιση, κατά την οποία οι εκπαιδευτικοί έκαναν μετωπική διδασκαλία, χρησιμοποιώντας διάλεξη, επίδειξη – παρουσίαση και

εκτέλεση ενός πειράματος (Hussain, Azeem, & Shakoor, 2011). Καθοδηγούσαν τους μαθητές σε προσχεδιασμένη επιβεβαίωση της λύσης που είχε περιγραφεί από τους ίδιους, θεωρώντας τον εαυτό τους αυθεντία (Ματσαγγούρας, 1996). Επίσης, ο συμπεριφορισμός θεωρούσε ότι το μυαλό των μαθητών ήταν άγραφο χαρτί, (tabula rasa), που πάνω του οι εκπαιδευτικοί μπορούσαν να "εγγράψουν" τη γνώση. Βασικό στοιχείο της διδασκαλίας ήταν η μεταφορά γνώσης στους μαθητές (Barnes, 1976), καθώς και η απομνημόνευση, η επανάληψη και η ανάκληση γνώσεων. Οι μαθητές όφειλαν να ακούν, να προσέχουν τη διάλεξη του εκπαιδευτικού και να αναπαράγουν τη γνώση. Μία επιτυχής διδασκαλία φαινόταν από την ποσότητα των σωστών απαντήσεων των μαθητών στα διαγωνίσματα. Η προσέγγιση αυτή για τη διδασκαλία των Φ.Ε. θεωρείται ξεπερασμένη, παρότι χρησιμοποιείται ακόμα από κάποιους εκπαιδευτικούς.

Οι φάσεις διδασκαλίας της παραδοσιακής προσέγγισης είναι:

★ Προετοιμασία ή Προπαρασκευή.

- Προσφορά ή Παρουσίαση.
- Σύγκριση – Εφαρμογή ή Άσκηση.
- Αξιολόγηση.

Η ανακαλυπτική προσέγγιση.

Στα μέσα του 20^{ου} αιώνα αναγνωρίστηκε ο ρόλος που παίζουν οι Φ.Ε. στην εκπαίδευση. Ο λόγος ήταν οι τεχνολογικές εξελίξεις που συνέβησαν, καθώς υπήρχε ανάγκη από νέους και καταρτισμένους επιστήμονες. Έτσι, εμφανίστηκε το ανακαλυπτικό ρεύμα – προσέγγιση, που έδινε έμφαση σε εργαστηριακές δραστηριότητες και στον ενεργητικό τρόπο της μάθησης, με κύριους εκπροσώπους αυτής της θεώρησης τον Bruner (1966) και τον Gagne (1963). Το ρεύμα αυτό υποστήριζε ότι οι μαθητές ανακαλύπτουν μόνοι τους τις νέες έννοιες, με βασικό στόχο να μπορούν να εξηγούν αυτά που ανακάλυψαν μέσα από το πείραμα. Συνήθως, ήταν χωρισμένοι σε μικρές ομάδες. Ήταν ένα μαθητοκεντρικό μοντέλο, καθώς όλη η διδασκαλία προσανατολιζόταν με βάση τους μαθητές. Ακόμη, σχετίζεται και με το συμμετοχικό μοντέλο, στο οποίο οι εκπαιδευτικοί άφηναν τους μαθητές να συμμετέχουν ελεύθερα σε μία μη οργανωμένη εξ' αρχής διδασκαλία. Επίσης, καθοδηγούσαν τους μαθητές, όταν οι ίδιοι το ζητούσαν ή όταν οι εκπαιδευτικοί το θεωρούσαν απαραίτητο. Έτσι, οι μαθητές επωφελούνταν από την όλη διαδικασία, εφόσον, εκτός από γνώσεις, αποκτούσαν και δεξιότητες αυτογνωσίας και σιγουριάς για τις δυνάμεις τους. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί ενθάρρυναν τους μαθητές στη διατύπωση των απόψεών τους και στην ενεργό συμμετοχή τους σε όλη τη διαδικασία της διδασκαλίας, καθώς οι ίδιοι είχαν ρόλο συντονιστή. Το Α.Π.Σ. δεν αναγνώριζε μόνο γνωστικούς στόχους, αλλά και δεξιοτήτων και στάσεων. Ακόμη, η αξιολόγηση των μαθητών γινόταν, εκτός από τα διαγωνίσματα, με προφορικές εξετάσεις και διαμορφωτική αξιολόγηση. Οι φάσεις διδασκαλίας σύμφωνα με την ανακαλυπτική προσέγγιση είναι (Καριώτογλου, 2006):

- ✦ Προσανατολισμός. Ο εκπαιδευτικός διατυπώνει ερωτήσεις που συνδέονται με το συγκεκριμένο μάθημα, στοχεύοντας στην κινητοποίηση και τον προσανατολισμό των μαθητών για το μάθημα που θα διδάξει.
- ✦ Διατύπωση – Έλεγχος υποθέσεων. Ο εκπαιδευτικός συζητάει και προβληματίζει τους μαθητές για το φυσικό φαινόμενο του μαθήματος, παροτρύνοντάς τους να εκφράσουν δικές τους υποθέσεις.
- ✦ Έρευνα – Πειραματισμός. Μετά τη διατύπωση των υποθέσεων των μαθητών για το φυσικό φαινόμενο, τους ενεργοποιεί να σχεδιάσουν μία έρευνα -με τη χρήση καθοδηγούμενου φύλλου εργασίας- ώστε με αποδεικτικά (επιβεβαιωτικά ή απορριπτικά) πειράματα, να διατυπωθούν και να αξιολογηθούν οι παρατηρήσεις τους, καταλήγοντας σε συμπεράσματα.
- ✦ Εφαρμογές-Γενίκευση. Ο εκπαιδευτικός ζητάει από τους μαθητές να εφαρμόσουν τη νέα γνώση για να διαπιστώσουν την αποτελεσματικότητά της.

- ✦ Αξιολόγηση νέας γνώσης. Ο ίδιος θέτει στους μαθητές ερωτήσεις για να ελέγξει το πόσο κατανόησαν τη νέα γνώση.

Η εποικοδομητική προσέγγιση

Γύρω στα τέλη του 1970, οι ερευνητές αναγνωρίζουν τη σημαντικότητα των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα. Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη του εποικοδομητικού-κονστрукτιβιστικού ρεύματος-προσέγγισης στις αρχές της δεκαετίας του '80, με εκπροσώπους τον Papert (1980) και τον Vygotsky (1986) και στην αντίστοιχη διδακτική των Φ.Ε. (Kuhn, 2012; Feyerabend, 1993). Σε αυτό το ρεύμα κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι ιδέες και οι αντιλήψεις των μαθητών και βάσει αυτών προσαρμόζονται τα σχέδια διδασκαλίας. Σύμφωνα με τον εποικοδομητισμό, η μάθηση είναι ένα προϊόν της εννοιολογικής αλλαγής που επέρχεται στους μαθητές, λόγω της γνωστικής σύγκρουσης στην οποία υποβάλλονται (Skoumios & Hatzinikita, 2005). Βάσει αυτής της προσέγγισης, οι μαθητές οικοδομούν οι ίδιοι τη νέα γνώση για τα φυσικά φαινόμενα, σταδιακά και μέσα στα πλαίσια της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας (Rahn & Kjaergaard, 2014). Μέσα από την αλληλεπίδραση με βιωματικές ιδέες που έχουν ήδη δημιουργήσει για τα φυσικά φαινόμενα και του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, οι μαθητές καθίστανται ικανοί να αντιλαμβάνονται τις φυσικές έννοιες (Κολιόπουλος, 2001; Widolo, Duit, & Muller, 2002). Σε κάθε προσπάθεια διδασκαλίας των Φ.Ε. εμπλέκονται τρία διακριτά σώματα γνώσης: η φυσικοεπιστημονική γνώση, η σχολική της εκδοχή και η καθημερινή-βιωματική γνώση των μαθητών (ιδέες μαθητών) (Κουλαϊδής, 2001). Οι Driver & Oldham (1986) πρότειναν ένα εποικοδομητικό μοντέλο με τις εξής φάσεις διδασκαλίας:

- ✦ Προσανατολισμού. Είναι η παραδοσιακή φάση της αφόρμησης που περιέχει δύο στάδια, το πρώτο στάδιο είναι της πρόκλησης της περιέργειας των μαθητών και το δεύτερο της έναρξης της διαδικασίας αναγνώρισης των ιδεών με αφορμή το εποπτικό υλικό. Η αρχή της διδασκαλίας μπορεί να περιέχει παρατηρήσεις φαινομένων, παρουσίαση εικόνων, αφήγηση μίας σύντομης ιστορίας, απόσπασμα από την ιστορία των Φ.Ε., και άλλα. Ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί ελάχιστα, και κυρίως ενθαρρύνει την έρευνα.
- ✦ Ανάδειξης ιδεών. Αυτή η φάση προβάλλει τις αντιλήψεις των μαθητών. Ζητείται από τους μαθητές να κάνουν διάφορες προβλέψεις σε πειράματα, γίνεται συζήτηση, δίνονται ερωτηματολόγια και ατομικές εργασίες. Οι μαθητές χωρίζονται σε μικρές ομάδες και εργάζονται στην αρχή ατομικά και στη συνέχεια σε ομάδες. Καταγράφουν τις απόψεις τους, ο εκπαιδευτικός τις συγκεντρώνει και τις κατηγοριοποιεί. Στο τέλος, καταλήγουν σε κάποια μοντέλα. Το επιστημονικό μοντέλο θα αναζητηθεί στην επόμενη φάση.
- ✦ Αναδόμησης ιδεών. Στη φάση αυτή οι μαθητές ελέγχουν τις ιδέες τους, είτε επεκτείνοντάς τις, είτε αναπτύσσοντας ιδέες αν δεν είχαν πριν, ή αντικαθιστώντας τις, μέσα από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις υποθέσεις. Έτσι, σε ομαδοσυνεργατικό επίπεδο οι μαθητές εκτελούν πειράματα και προσπαθούν να δώσουν ερμηνείες. Ο εκπαιδευτικός αποσκοπεί οι μαθητές να φτάσουν σε ένα τέλμα, σε μία γνωστική σύγκρουση και να αναρωτηθούν τι δεν σκέφτηκαν στην αρχή σωστά, τι δεν συμβαδίζει με το αποτέλεσμα του πειράματος, και στη συνέχεια να επέλθει η εννοιολογική αλλαγή με την υιοθέτηση του επιστημονικού μοντέλου.
- ✦ Εφαρμογής ιδεών. Στη φάση αυτή τα παιδιά ελέγχουν το κατά πόσο οι νέες γνώσεις που απόκτησαν μπορούν να εφαρμοστούν σε περισσότερες καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Με αυτόν τον τρόπο αντιλαμβάνονται τη χρησιμότητα και τη σημαντικότητα της νέας γνώσης, εφόσον γίνεται μέρος των εμπειριών τους και επηρεάζει τη ζωή τους.
- ✦ Ανασκόπησης. Τέλος, οι μαθητές αναγνωρίζουν τη σπουδαιότητα αυτών που ανακάλυψαν και συγκρίνουν την αρχική τους άποψη με τη νέα. Αντιλαμβάνονται τη διαφορά ανάμεσα στις δύο και συνειδητοποιούν τη διαδικασία με την οποία τα κατάφεραν. Είναι το μέσο του αυτοελέγχου και της συνειδητοποίησης της γνωστικής πορείας, αυτό που ονομάζεται μεταγνώση.

1.2.5 Τεχνικές και εργαλεία για τις Φ.Ε.

Σύμφωνα με τον Woolfolk (1987), "ο άνθρωπος έχει έμφυτη βασική ανάγκη να κατανοήσει το περιβάλλον, να είναι ικανός, ενεργός και αποτελεσματικός στην αντιμετώπιση του κόσμου". Οι εκπαιδευτικοί, συνδυάζουν θεωρίες μάθησης, είδη, ενέργειες και τεχνικές διδασκαλίας, έχοντας ως σκοπό την ανάπτυξη των μαθησιακών κινήτρων και την επίτευξη καλύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων. Οι επιστημονικές ενέργειες για τις Φ.Ε. που ακολουθούν είναι (Κόκκοτας, 1998): παρατήρηση, ταξινόμηση, μαθηματικές εκφράσεις, μέτρηση, χωροχρονικές σχέσεις, επικοινωνία, προβλέψεις, εξαγωγή συμπερασμάτων, λειτουργικοί ορισμοί, υποθέσεις, ερμηνεία, αναγνώριση και έλεγχο μεταβλητών, διεξαγωγή πειραμάτων και κατασκευή μοντέλων.

Επίσης, οι εκπαιδευτικοί ακολουθούν και κάποιες βασικές διδακτικές τεχνικές για τη διδασκαλία των Φ.Ε. για την εξήγηση αντίστοιχων φυσικών φαινομένων, όπως: διάλεξη ή μονόλογο (εκπαιδευτικός ή πρόσκληση ομιλητών), ερωτήσεις (διάλογος ή συζήτηση), καθοδηγούμενη και ελεύθερη ανακάλυψη, εργασία ατομική ή ομαδική, προγραμματισμένη διδασκαλία και εκπαιδευτικές επισκέψεις.

Κάποια διδακτικά εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι εκπαιδευτικοί για τη διδασκαλία των Φ.Ε. είναι: πειράματα επίδειξης, εργαστηριακές ασκήσεις, πρότυπα ή μοντέλα, προσομοιώσεις παιχνιδιού ρόλων, μεταφορές και αναλογίες, νοηματικοί (εννοιολογικοί) χάρτες, διαγράμματα, διαφάνειες με εικόνες και εκπαιδευτικό λογισμικό.

Ειδικότερα, η σύγχρονη διδακτική των Φ.Ε. με βάση την εποικοδομητική προσέγγιση χρησιμοποιεί τα εξής (Σκουμιός, 2015): ερωτήσεις, διάλογο, ομαδική εργασία, γνωστική σύγκρουση, αναλογίες-μεταφορές, θεατρικό παιχνίδι, επίλυση προβλημάτων, κατασκευή – ανακατασκευή μοντέλων, πείραμα και εννοιολογικούς χάρτες.

1.2.6 Συμπεράσματα για τις Φ.Ε.

Ένας από τους κύριους στόχους της διδασκαλίας της Φυσικής στην υποχρεωτική εκπαίδευση είναι οι μαθητές να έρχονται σε επαφή, πάντοτε στον περιορισμένο χρόνο που διατίθεται για τη διδασκαλία των Φ.Ε., με τα σύγχρονα επιτεύγματα της επιστήμης και της τεχνολογίας. Για να γίνει εφικτή η επίτευξη του παραπάνω στόχου θα πρέπει να επιλέγονται και να διδάσκονται τα ουσιαστικά στοιχεία από τις Φυσικές Επιστήμες, δηλαδή κάποιες γενικές θεμελιώδεις αρχές, ώστε οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν διαδικασίες που εφαρμόζουν οι επιστήμονες στη σύγχρονη εποχή και περισσότερο να οικοδομούν έννοιες παρά να συσσωρεύουν γνώσεις. Η ριζική αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών δεν είναι κάτι εύκολο και απαιτεί αρκετό καιρό διδασκαλίας. Η καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών βοηθούν στον σχεδιασμό διδακτικών εργαλείων και διδακτικού υλικού, στον προσδιορισμό εννοιών για τη διδασκαλία και την αποσαφήνιση γνωστικών στόχων. Η επιμόρφωση και εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στα νέα μέσα και στους σύγχρονους τρόπους διδασκαλίας με χρήση Τ.Π.Ε. οδηγούν σε μια ανοδική διδακτική επεξεργασία.

1.2.7 Διδασκαλία των Φ.Ε. με τη χρήση Τ.Π.Ε.

Η αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. στην εκπαιδευτική διαδικασία και πιο συγκεκριμένα στις Φυσικές Επιστήμες, μπορεί υπό προϋποθέσεις και καλά σχεδιασμένες δράσεις να υποστηρίξει όχι μόνο την εκπαιδευτική διαδικασία αλλά και την ευαισθητοποίηση των μαθητών σε περιβαλλοντικά θέματα (Σταμούλης, κ.ά., 2008). Τα Α.Π.Σ. και τα Δ.Ε.Π.Π.Σ. της Ελλάδας και άλλων χωρών αναδεικνύουν τη χρησιμότητα των Τ.Π.Ε. κι επιδιώκουν την ένταξη και την ενσωμάτωσή τους σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα, πέραν του μαθήματος της Πληροφορικής. Αυτό γιατί από τη μία πλευρά, παρέχουν μέσα που δημιουργούν καινοτόμα περιβάλλοντα μάθησης για μία αποδοτικότερη διδασκαλία για όλα τα γνωστικά αντικείμενα, και από την άλλη προωθούν τον επιστημονικό (ή τεχνολογικό) αλφαριθμητισμό για τη διαμόρφωση τεχνολογικά εγγράμματων πολιτών και τη δημιουργία "κουλτούρας". Έτσι, οι Τ.Π.Ε. επιφέρουν, μέσα από κοινωνικές και πολιτικές επιλογές, αλλαγές και στους στόχους, τις πρακτικές και τα μέσα διδασκαλίας, διαμορφώνοντας έτσι ένα νέο πλαίσιο διδασκαλίας (Κόμης, 2005).

Οι οδηγίες των Δ.Ε.Π.Π.Σ. της Ελλάδας και άλλων χωρών αναφέρουν πόσο σημαντική είναι η αξιοποίηση νεωτερικών μεθόδων και μοντέλων, όπως προτείνεται από το ρεύμα του εποικοδομητισμού για την οικοδόμηση των αντιλήψεων αλλά και των γνώσεων των μαθητών. Όμως, στην πράξη, η θεωρία που

στηρίζει τη συμβατική διδασκαλία στο δημοτικό σχολείο για τις Φ.Ε., είναι το ανακαλυπτικό ρεύμα συνήθως με μία πιο δασκαλοκεντρική προσέγγιση και λιγότερο το εποικοδομητικό, κι ακόμη λιγότερο αυτό του επιστημονικού αλφαριθμητισμού. Δηλαδή, η προσέγγιση της διδασκαλίας που ακολουθείται σήμερα για τη διδασκαλία των Φ.Ε. δεν είναι ξεκάθαρη, καθώς πρόκειται για μία σύνθεση των ρευμάτων που προαναφέρθηκαν, χωρίς να επιτυγχάνονται πολλές φορές οι σκοποί της διδασκαλίας.

Όμως παρατηρείται ότι πολλοί εκπαιδευτικοί αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν τα Τ.Π.Ε. στην διδακτική διαδικασία. Αυτό συμβαίνει είτε έλλειψης απαραίτητων εργαλείων ή από την ελλιπή εκπαιδευτική κατάρτιση των εκπαιδευτικών στην χρήση τεχνολογικών μέσων.

1.2.8 Διδασκαλία των Φ.Ε. με Ε.Π.

Η Ε.Π. όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι λοιπόν μια τεχνολογία διαδραστική, καθώς συνδυάζει εικονικά και πραγματικά γεγονότα (Carmigniani & Furht, 2011). Η Ε.Π. δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να μεταφέρεται από τον πραγματικό κόσμο στον εικονικό και αντίστροφα, τα συστήματα Ε.Π. παρέχουν στο χρήστη μία σαφή απεικόνιση των χωρικών και χρονικών εννοιών καθώς επίσης και το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι καταδεικνύουν τη σχέση μεταξύ του εικονικού αντικειμένου και του πραγματικού περιβάλλοντος (Sin & Zaman, 2010).

Στις Φυσικές Επιστήμες είναι δυσνόητες ορισμένες έννοιες όπως άλλωστε και σε όλες τις επιστήμες. Με την Ε.Π. οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να διεισδύσουν σε έναν εικονικό κόσμο και να περιηγηθούν σε αυτόν. Είναι ένας τύπος εικονικής πραγματικότητας που στοχεύει να αναπαραγάγει το περιβάλλον του κόσμου σε έναν υπολογιστή. Η Ε.Π. αποτελεί μια από τις σημαντικότερες αναδυόμενες εκπαιδευτικές τεχνολογίες, καθώς ο συνδυασμός του πραγματικού περιβάλλοντος με την ψηφιακή πληροφορία θεωρείται ότι παρέχει ενισχυμένες δυνατότητες για διδασκαλία και μάθηση.

Οι δυναμικές οπτικοποιήσεις και ιδιαίτερα οι διαδραστικές προσομοιώσεις αποδεικνύονται ουσιαστικές. Η σύνδεση όμως των προσομοιώσεων με το πραγματικό περιβάλλον είναι ιδιαίτερα απαιτητική και σε αυτήν την περίπτωση οι εφαρμογές της Ε.Π. μπορούν να τη διευκολύνουν. Εξίσου σημαντικό είναι το περιορισμένο ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες. Η πραγματοποίηση εργαστηριακών πειραμάτων είναι ένας επιπλέον τομέας όπου αναδεικνύεται η χρησιμότητα της επαυξημένης πραγματικότητας. Η δημιουργία εικονικού εργαστηριακού περιβάλλοντος είναι χρήσιμη για λόγους μαθησιακής ευελιξίας, όμως, από την άλλη πλευρά η δημιουργία ρεαλιστικών εικόνων είναι ιδιαίτερα απαιτητική. Παρά τα διαφανόμενα πλεονεκτήματα από την ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας ως εκπαιδευτικής τεχνολογίας, υπάρχουν ζητήματα που ενδέχεται να περιορίζουν την αποτελεσματικότητα της προσπάθειας και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

Εισαγωγή

Είναι αρκετά ενδιαφέρον να αναλογιστεί κανείς ότι υπάρχει μια νέα μορφή διασκέδασης και ψυχαγωγίας, τα μεγαλύτερα μέσα ψυχαγωγίας όπως ήταν ο κινηματογράφος η μουσική οι τέχνες έχουν αντικατασταθεί σε μεγάλο βαθμό από τα ηλεκτρονικά παιχνίδια. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετά παιχνίδια και προσομοιώσεις με εκπαιδευτικό χαρακτήρα. Όπως γίνεται στην ιατρική, στο στρατό στους πιλότους. Έτσι, και στην εκπαίδευση, πλέον, χρησιμοποιούνται τα ηλεκτρονικά παιχνίδια για μαθησιακούς σκοπούς στα πλαίσια της σχολικής τάξης όπως είναι το Second Life και το Open Simulator. Ένα Εικονικό Περιβάλλον Μάθησης είναι στην ουσία ένα σύνολο από εικονικούς κόσμους το οποίο παρέχει εκπαιδευτική λειτουργικότητα στους χρήστες που συμμετέχουν σε αυτό. Τα avatar που αναπαριστούν τους χρήστες σε αυτού του τύπου τα Εικονικά Περιβάλλοντα είναι συνήθως εμπλουτισμένα με επιπρόσθετα χαρακτηριστικά

όπως κινήσεις, χειρονομίες επίσης, υπάρχουν αντικείμενα τα οποία αποτελούν απαραίτητα εργαλεία για τη δημιουργία του κόσμου.

OpenSim(ulator)

Είναι μια τρισδιάστατη εφαρμογή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ενός Εικονικού Περιβάλλοντος ή Κόσμου. Υποστηρίζει τη δημιουργία πολλαπλών κόσμων σε μια μόνο εφαρμογή. Υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας περιεχομένου, σε πραγματικό χρόνο, μέσα στο περιβάλλον χρησιμοποιώντας εργαλεία του περιβάλλοντος. Εκτεταμένη δυνατότητα να προσαρμόζει κανείς το avatar με ρούχα, επιδερμίδα και αντικείμενα της επιλογής του.

Πρόκειται δηλαδή για μια ανοιχτή πλατφόρμα δημιουργίας εικονικών κόσμων, δημιουργίας περιεχομένου, συνάντησης και αλληλεπίδρασης σε πραγματικό χρόνο οπουδήποτε στον κόσμο. Υπάρχει η δυνατότητα να υποστηριχθεί μια ολόκληρη προσομοίωση με πολλαπλούς κόσμους σε μια μόνο εφαρμογή.

Χαρακτηριστικά OpenSim:

- Υπάρχουν πολλά έτοιμα αντικείμενα για εισαγωγή και χρήση (κτήρια, ρούχα, άνθρωποι, δέντρα κ.α.)
- Είναι πλατφόρμα για εκπαίδευση και εκμάθηση
- Το περιβάλλον μπορεί να διαμορφωθεί για να καλύψει ακριβώς τις ανάγκες του χρήστη
- Υπάρχουν προγράμματα ανοιχτού κώδικα, δωρεάν και διαθέσιμα σε όλους για τη δημιουργία εικόνων, υφών σχεδιοκινήσεων
- Υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης πολλών χρηστών στο ίδιο περιβάλλον (π.χ. μέσα σε μια τάξη)
- Υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης πολλών χρηστών μέσα από το διαδίκτυο για εξ' αποστάσεως εκπαίδευση

Ανάπτυξη Περιβάλλοντος

Το αρχικό περιβάλλον αποτελείται από ένα νησί περιβαλλόμενο από θάλασσα. Το αρχικό avatar το οποίο χρησιμοποιεί ο χρήστης μόλις εισέλθει στο περιβάλλον έχει συγκεκριμένη μορφή και εμφάνιση με το όνομα Simona και πρόκειται για μία γυναικεία φιγούρα.



Εικόνα 1: Παρουσίαση του αρχικού κόσμου

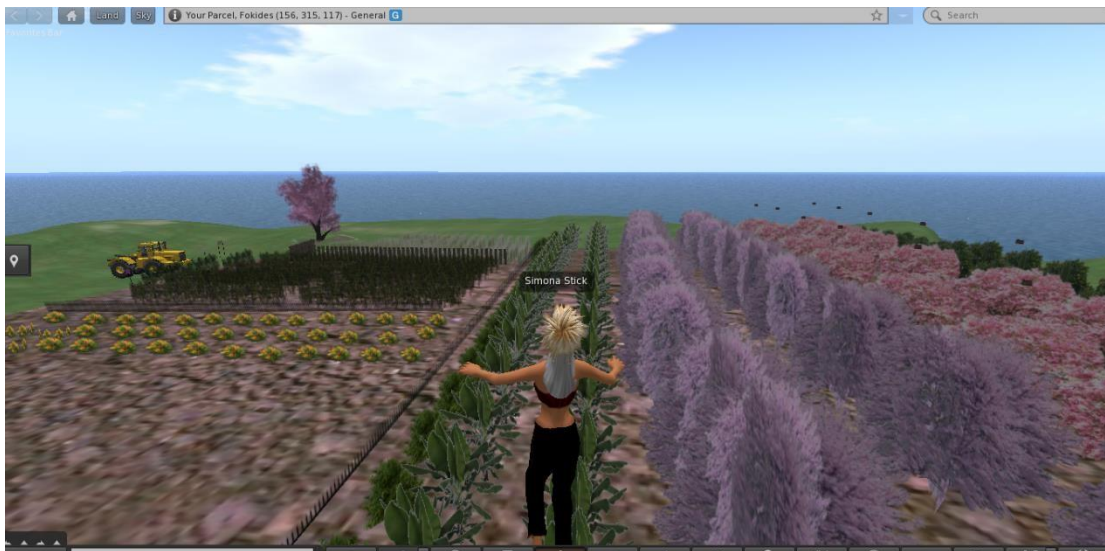
Μέσα στον κόσμο αυτό μπορεί ο χρήστης να προσθέσει κτήρια, αυτοκίνητα, εργάτες ταμπέλες φυτά, λουλούδια ζώα και να το διαμορφώσει όπως εκείνος θέλει.



Εικόνα 2: Μόλυνση του εδάφους από φυτοφάρμακα



Εικόνα 3: Παρουσίαση του φυτικού κόσμου στα πλαίσια της μόλυνσης του εδάφους



Εικόνα 4: Παρουσίαση του φυτικού κόσμου στα πλαίσια της μόλυνσης του εδάφους



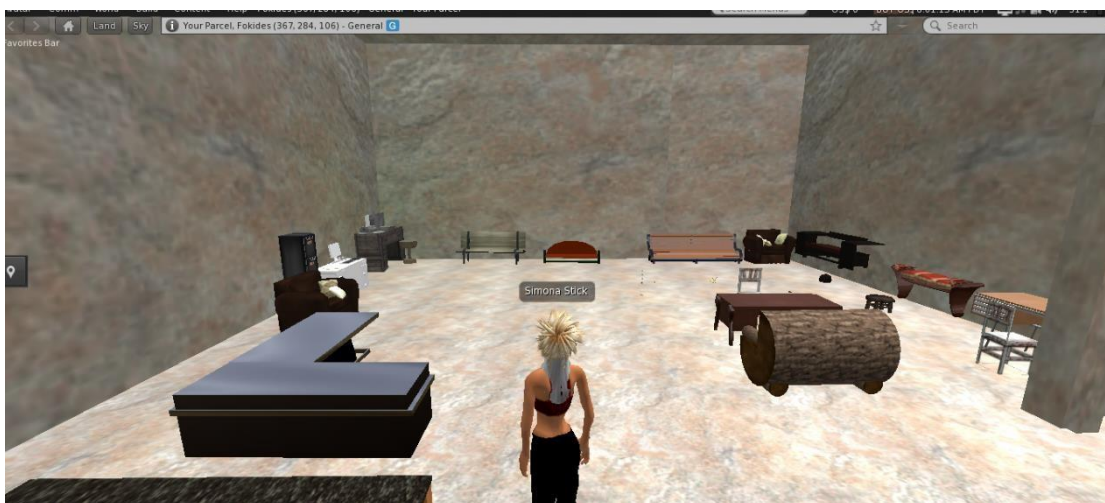
Εικόνα 5: Ένας εργάτης (παράδειγμα από το εργατικό δυναμικό του προγράμματος)



Εικόνα 6: Ο αυτοκινητόδρομος με στόχο την παρουσίαση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



Εικόνα 7: Παρουσίαση των εργοστασίων στο πλαίσιο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



Εικόνα 8: Παρουσίαση του φυτικού κόσμου στα πλαίσια της μόλυνσης του εδάφους



Εικόνα 9: Η καταναλωτική μανία των ανθρώπων



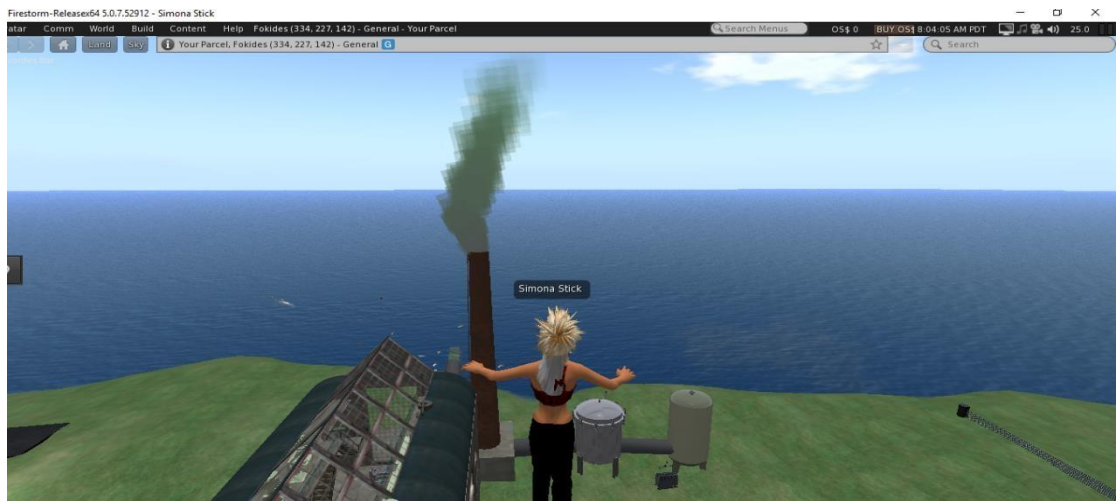
Εικόνα 10: Η καταναλωτική μανία των ανθρώπων



Εικόνα 11: Το ανθρώπινο δυναμικό



Εικόνα 12: Το εργοστάσιο



Εικόνα 13: Η ατμοσφαιρική ρύπανση



Εικόνα 14: Η μόλυνση των υδάτων και τα αποτελέσματά της



Εικόνα 15: Η αποξήλωση των δέντρων



Εικόνα 16: Η αποξήλωση των δέντρων



Εικόνα 17: Η μόλυνση των υδάτων και οι επιπτώσεις



Εικόνα 18: Ο κόσμος

Ανάλυση Παρατηρήσεων για την εφαρμογή

Κατά την διάρκεια των διδασκαλιών πραγματοποιήθηκε μια σειρά παρατηρήσεων που αφορούσαν την συγκεκριμένη εφαρμογή. Στους μαθητές δόθηκαν laptop με τον κόσμο που δημιουργήσα για τις ανάγκες τις συγκεκριμένης έρευνας ώστε να δουλέψουν ομαδικά και έπειτα να καταγράψουν ατομικά τα συμπεράσματα και τις παρατηρήσεις τους. Ως επιβλέπων παρατήρησα ότι οι μαθητές αφού τους δόθηκαν απλές οδηγίες για την χρήση των κινήσεων του avatar με ευκολία περιηγήθηκαν στον κόσμο, παρατήρησαν όσα δημιουργήσα μέσα σε αυτόν και την σχέση που έχουν με τις διδακτικές ενότητες που αφορούσαν. Ήταν εμφανές το ενδιαφέρον για το πως δημιουργήθηκε ο κόσμος και ζητούσαν αν γίνεται σε επόμενο μάθημα να δημιουργήσουν και εκείνοι τον δικό τους. Κάθε μαθητής παρατηρούσε κάτι διαφορετικό και με ενθουσιασμό το έδειχνε στην τάξη παρουσιάζοντας τους γιατί είναι εκεί και τι σχέση έχει με την μόλυνση του περιβάλλοντος. Ως συμπέρασμα λοιπόν παρατήρησα ότι η εφαρμογή είχε την ποθητή απήχηση στους μαθητές και συνδυάστηκε απόλυτα με την μόλυνση του εδάφους, την ατμοσφαιρική ρύπανση και την μόλυνση του νερού.

ΜΕΡΟΣ Β' : ΕΡΕΥΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΜΕΘΟΔΟΣ

• 3.1 Ερευνητική Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται στην ερευνητική διαδικασία κατέχει σημαντικό ρόλο στον βαθμό της επιτυχίας ή μη της έρευνας καθώς και στα αποτελέσματά της. Στην συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκε μικτή μέθοδος όπου ποσοτικές και ποιοτικές μέθοδοι συνδυάζονται. Οι ποσοτικές μέθοδοι, συνήθως, εφαρμόζονται όταν κύριος στόχος της έρευνας είναι ο έλεγχος θεωρητικών υποθέσεων για το φαινόμενο που εξετάζεται. Αντίθετα, οι ποιοτικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται όταν κύριος στόχος είναι η απόδειξη ή μη της θεωρίας μέσα από την έρευνα. Αρχικά πραγματοποιήσα βιβλιογραφική ανασκόπηση για την ένταξη και την σημαντικότητα των Τ.Π.Ε. και της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση, έπειτα αναφέρθηκα στην θεωρία για τις φυσικές επιστήμες αλλά και στον συνδυασμό αυτών. Στην συνέχεια αφού δημιούργησα τον εικονικό κόσμο μέσα από το πρόγραμμα Open Sim όπως προαναφέρθηκε στο σχολικό περιβάλλον πραγματοποιήσα διδακτικές παρεμβάσεις στις οποίες χρησιμοποίησα δύο μεθόδους συλλογής υλικού, την παρατήρηση και το ερωτηματολόγιο. Η παρατήρηση ήταν συμμετοχική δηλαδή ως ερευνητής μοιράστηκα την εμπειρία και την αίσθηση της ομάδας των μαθητών, δεν ήμουν απλώς παρατηρητής. Με το ερωτηματολόγιο ο ερευνητής δεν μπορεί να επηρεάσει τις απαντήσεις των ερωτώμενων οπότε και είναι πιο αξιόπιστη πηγή, επίσης οι μαθητές μπορούσαν να εκφραστούν ελεύθερα στο ίδιο σύνολο ερωτήσεων.

Οι μαθητές χωρίστηκαν σε δυο ομάδες. Η πρώτη δίδαχθηκε το γνωστικό αντικείμενο με συμβατικήδασκαλοκεντρική προσέγγιση ενώ η δεύτερη ομάδα με χρήση Εικονικής Πραγματικότητας. Για την Ε.Π. χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Open Sim που εγκαταστάθηκε σε φορητούς υπολογιστές, οι οποίοι δόθηκαν στους μαθητές ώστε να εργασθούν πρώτα ατομικά και έπειτα συλλογικά-ομαδικά. Δεδομένα συλλέχθηκαν με κοινά για τις δύο ομάδες ερωτηματολόγια, φύλλα εργασίας και αξιολόγησης. Το γνωστικό αντικείμενο που αναφέρεται στις φυσικές επιστήμες είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος. Η στάση των μαθητών απέναντι στην χρήση των φορητών υπολογιστών ήταν θετική.

• 3.2 Στόχος

Όπως αναφέρθηκε στην ανάλυση παρατηρήσεων για την εφαρμογή στους μαθητές δόθηκαν laptop με τον κόσμο που δημιουργήσα για τις ανάγκες τις συγκεκριμένης έρευνας. Στόχος μου ήταν να ερευνήσω αν η χρήση τεχνολογικών επιτευγμάτων και συγκεκριμένα του προγράμματος Open Simulator ήταν πιο επιτυχής ως μέθοδος διδασκαλίας σε μαθητές Στ' Δημοτικού από την συμβατική – παραδοσιακή προσέγγιση. Οι μαθητές είχαν την δυνατότητα να περιηγηθούν στον κόσμο με την βοήθεια του Avatar και να παρατηρήσουν τι συμβαίνει μέσα σε αυτόν. Πραγματοποιήθηκαν τρεις διδασκαλίες από δύο διδακτικές ώρες η κάθε μία, στις οποίες δόθηκαν φύλλα αξιολόγησης και στις δύο ομάδες (την ομάδα 1 με συμβατική διδασκαλία, την ομάδα 2 με χρήση Τ.Π.Ε.). Η διδασκαλία μου ήταν μαθητοκεντρική, δηλαδή, οι μαθητές αφού τους δόθηκε το φύλλο αξιολόγησης για την ρύπανση του εδάφους μόνιμοι τους περιηγήθηκαν στον κόσμο, εξήγησαν τι παρατήρησαν, μερικά παραδείγματα, για τα φυτοφάρμακα, την αλόγιστη εκμετάλλευση την ξυλείας είτε

μέσα από τα έπιπλα που βρίσκονται στα εργοστάσια είτε από τα “νεκρά” κομμένα δέντρα που είδαν. Το ίδιο συνέβη όταν τους δόθηκαν το φύλλο αξιολόγησης για την ατμοσφαιρική ρύπανση με τους μαθητές να παρατηρούν, μερικά παραδείγματα, το καυσαέριο από τα εργοστάσια και τα αυτοκίνητα όπως και στο φύλλο αξιολόγησης για την μόλυνση των υδάτων στο οποίο παρατήρησαν τα σκουπίδια και τις χημικές ουσίες που βγαίνουν από τα εργοστάσια, τα νεκρά ψάρια που επέπλεαν κ.α.

• 3.3 Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν οι μαθητές της Στ΄ τάξης του 6^{ου} Δημοτικού σχολείου Ρόδου. Πιο συγκεκριμένα στο σύνολο οι μαθητές ήταν 40 και χωρίστηκαν σε 2 ομάδες των 20 ατόμων. Η 1^η ομάδα διδάχτηκε με συμβατική διδασκαλία ενώ η 2^η ομάδα με εικονική πραγματικότητα.

Παράδειγμα διδασκαλιών Διδακτικό Σενάριο

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Στ΄ Δημοτικού

Πληροφορίες διδάσκοντος

Διδάσκων:

Διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου

Κομιζόγλου Άννα

Anna.komizoglou@gmail.com

Γενικές πληροφορίες

Περιγραφή

Το συγκεκριμένο διδακτικό σενάριο δημιουργήθηκε για της ανάγκες της πτυχιακής εργασίας με τίτλο “χρήση εικονικής πραγματικότητας για τη διδασκαλία φυσικών επιστημών”. Αναφέρεται στη μόλυνση του περιβάλλοντος και αναφέρεται σε μαθητές Στ΄ τάξης Δημοτικού.

Προσδοκίες και στόχοι

Προσδοκίες:

Το σενάριο προσδοκεί να καταστήσει αντιληπτό στους μαθητές την έννοια μόλυνση, ρύπανση, περιβάλλον καθώς και τα αποτελέσματα που έχει η ανθρώπινη παρέμβαση στο περιβάλλον και την σημασία της προστασίας του.

Υλικά κύκλου μαθημάτων

Απαιτούμενα υλικά

Για την διδασκαλία χωρίς Τ.Π.Ε.

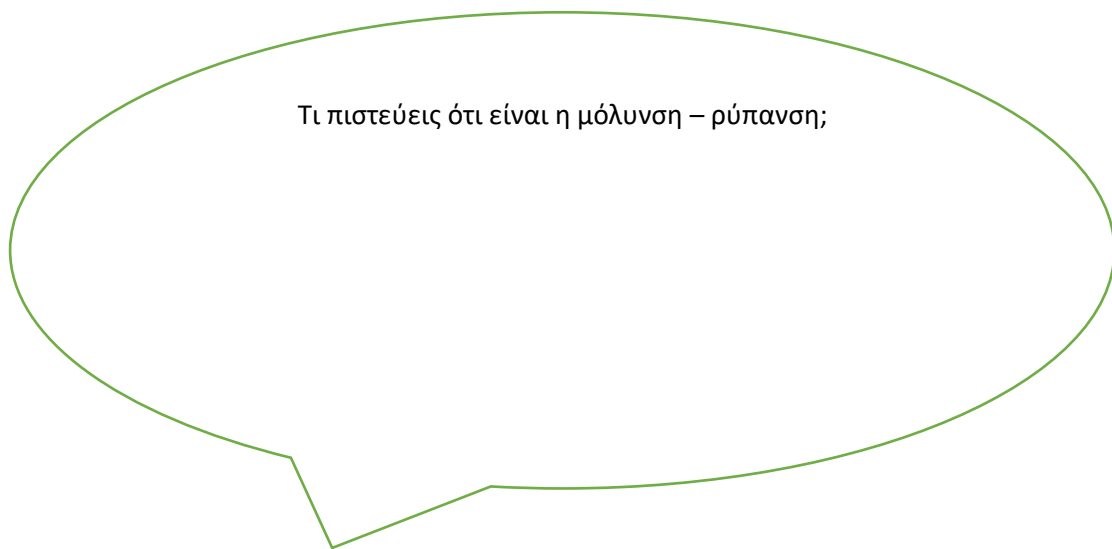
- Φύλλα εργασίας
- Εικόνες περιβάλλοντος από το πρόγραμμα (open sim)
- Φύλλα αξιολόγησης

Για την διδασκαλία με Τ.Π.Ε.

- Φύλλα εργασίας
- Φύλλα αξιολόγησης
- Λάπτοπ (τουλάχιστον 2)
- Το πρόγραμμα open sim

Πρόσθετες πληροφορίες και πόροι

1) Φάση Προσανατολισμού – Αφόρμισης



Οι μαθητές καλούνται:

1. να εξηγήσουν τι παρατηρούν στην εικόνα
2. γιατί πιστεύουν ότι συμβαίνει αυτό

- Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 4 ατόμων

Ζητάμε από τους μαθητές να καταγράψουν τις απόψεις τους πρώτα ατομικά και έπειτα να συζητήσουν ομαδικά.

Οι μαθητές συζητούν τι έχουν καταγράψει και εξηγούν γιατί έδωσαν αυτήν την απάντηση.

2) προσφορά νέας γνώσης

Ατμοσφαιρική ρύπανση

Ατμοσφαιρική ρύπανση ονομάζουμε την παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα και γενικά να κατακτήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

ΑΙΤΙΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Οι αιτίες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες από τις οποίες προέρχονται.

- A) στις φυσικές πηγές
- B) στις ανθρωπογενείς

Οι σημαντικότερες φυσικές πηγές πρόκλησης της ρύπανσης του αέρα είναι:

1. Τα ηφαίστεια (κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, διοξείδιο του θείου, υδρόθειο και μεθάνιο).
2. Οι πυρκαγιές δασών (κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα).
3. Οι ωκεανοί και γενικότερα οι θαλάσσιες εκτάσεις (κυρίως χλωριούχο νάτριο και θειικά άλατα).
4. Βιολογική αποσύνθεση των φυτών και των ζώων (κυρίως υδρογονάνθρακες, αμμωνία και υδρόθειο).
5. Η αποσάθρωση του εδάφους (αιωρούμενα σωματίδια).
6. Τα φυτά και τα δέντρα (κυρίως υδρογονάνθρακες).

Ανθρώπινες δραστηριότητες που προκαλούν ρύπανση

Οι περισσότερες ανθρώπινες δραστηριότητες ρυπαίνουν τον αέρα. Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης είναι:

- τα μέσα μεταφοράς
- οι βιομηχανίες
- οι καυστήρες θέρμανσης
- τα τεχνικά έργα
- η παραγωγή και μεταφορά ενέργειας

Σε μια τυπική πόλη, η βιομηχανία ευθύνεται για το 50% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τα μέσα μεταφοράς για το 35% , ενώ τα νοικοκυριά για το 15%.

ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας αποτελεί σοβαρό υγειονομικό, περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό πρόβλημα, γιατί τα αέρια που την ρυπαίνουν, όπως το διοξείδιο του άνθρακα έχουν σοβαρές συνέπειες,

όπως την υπερθέρμανση της γης, αναπνευστικά προβλήματα και άλλα προβλήματα υγείας. Η τρύπα του όζοντος προκλήθηκε από τη χρήση των χλωροφθορανθράκων, απαγορευμένων σήμερα χημικών ενώ χρησιμοποιούνταν στην ψυκτική και τα σπρέι.

Επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει μεγάλες επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στον άνθρωπο:

1. Υλικά. Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να διαβρώσει τα υλικά και να καταστρέψει ιστορικά αλλά και σύγχρονα κτίρια και μνημεία. Κύρια υπεύθυνη για αυτές τις καταστροφές είναι η όξινη βροχή, η οποία οφείλεται στην όξυνση του νερού της βροχής λόγω διάλυσης στις σταγόνες ενώσεων του θείου και του αζώτου. Και η φυσική βροχή είναι ελαφρά όξινη λόγω του διοξειδίου του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα αλλά η παρουσία των προαναφερθέντων ρύπων επιδεινώνει την κατάσταση.
2. Φυτά. Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να ξεράνει τα φυτά ή να περιορίσει την ανάπτυξή τους. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος προέρχεται και πάλι από την όξινη βροχή αλλά σ' αυτή την περίπτωση σημαντική είναι και η συνεισφορά από τους ρύπους που υπάρχουν στον αέρα. Παραδείγματος χάριν, όταν τα επίπεδα του διοξειδίου του θείου ή του όζοντος είναι υψηλά, έχει παρατηρηθεί υποανάπτυξη ή και νέκρωση ορισμένων φυτών.
3. Ορατότητα. Όπως είναι γνωστό η αιθαλομίχλη μειώνει την ορατότητα.
4. Ανθρώπινη υγεία. Οι σημαντικότερες επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης εμφανίζονται σε συγκεκριμένες ευπαθείς ομάδες.

• 3.4 Ερευνητική Διαδικασία

Αρχικά οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε κάποιες ερωτήσεις, το λεγόμενο pre-test το οποίο αφορούσε ερωτήσεις γενικών γνώσεων ώστε να παρατηρηθεί το επίπεδο του συνόλου της τάξης αλλά και των μαθητών ξεχωριστά. Στην συνέχεια αφού χωρίστηκαν οι μαθητές σε 2 ομάδες των 20 ατόμων ξεκίνησαν οι διδασκαλίες, στην 1^η ομάδα πραγματοποιήθηκε συμβατική προσέγγιση ενώ στην 2^η χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Open Sim. Κατά την διάρκεια των διδασκαλιών δόθηκαν στους μαθητές 3 φύλλα αξιολόγησης ίδια και στις δυο ομάδες. Οι τρεις διδασκαλίες σε κάθε ομάδα αποτελούνταν από δύο διδακτικές ώρες η κάθε μία, ενώ για το pre test, το post test και το ερωτηματολόγιο για την εφαρμογή χρειάστηκαν τρεις διδακτικές ώρες στο σύνολο. Η χρονική διάρκεια για να δημιουργηθεί ο κόσμος ήταν το διάστημα τριών μηνών, χρειάστηκαν άλλοι δύο μήνες για την παρασκευή των διδασκαλιών και των φύλλων αξιολόγησης καθώς και τα pre και post test. Η διδακτική παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε στο 6^ο Δημοτικό Ρόδου διήρκεσε δύο μήνες. Δεδομένα συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια, φύλλα εργασίας και αξιολόγησης καθώς και παρατηρήσεις από τις διδασκαλίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η έρευνα είχε στόχο να δώσει απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα, αν η χρήση Τ.Π.Ε. στην σχολική αίθουσα φέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στην μάθηση. Όπως αναφέρθηκε στην μεθοδολογία της έρευνας, συνολικά 60 μαθητές συμμετείχαν στη μελέτη, χωρισμένοι σε 2 ομάδες. Χρειάστηκαν 17 διδακτικές ώρες για την πραγματοποίηση διδασκαλιών ανά ομάδα. Ο διευθυντής αλλά και το εκπαιδευτικό προσωπικό του 6^{ου} Δημοτικού Ρόδου ήταν αρκετά πρόθυμοι να διευκολύνουν την παραμονή μου στο σχολικό περιβάλλον καθώς και στις όποιες αλλαγές χρειάστηκε να γίνουν για την υλοποίηση της έρευνάς μου. Η εκπαιδευτικός της πληροφορικής παρείχε σε εμένα και στην ομάδα 2 (διδασκαλία με Τ.Π.Ε.) όχι μόνο το εργαστήριο της πληροφορικής το οποίο χρειάστηκα για 6 διδακτικές ώρες αλλά και τον απαραίτητο εξοπλισμό (laptop, βιντεοπροβολέα) . Για την ομάδα 1 (διδασκαλία με συμβατική μέθοδο) χρειάστηκαν και εδώ 8 διδακτικές ώρες για την υλοποίηση των τριών ενοτήτων που αφορούσαν την μόλυνση του

περιβάλλοντος. Τα pre-post test και το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκαν σε 1 ώρα το καθένα. Από την ανάλυση εξαιρέθηκαν όσοι μαθητές ήταν απόντες σε ένα ή περισσότερα φύλλα αξιολόγησης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το τελικό δείγμα να αποτελείται από 40 μαθητές, 20 σε κάθε ομάδα (ομάδα 1 συμβατική διδασκαλία, ομάδα 2 διδασκαλία ομαδοσυνεργατικά με Τ.Π.Ε.). Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων στα φύλλα αξιολόγησης, αυτά βαθμολογήθηκαν με βάση τις σωστές απαντήσεις. Στοιχεία για τη μέση βαθμολογία και για την τυπική απόκλιση, ανά ομάδα συμμετεχόντων και ανά φύλλο αξιολόγησης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Το pre test αναφέρεται σε δραστηριότητες για τις φυσικές επιστήμες γενικά. Με ερωτήσεις συμπλήρωσης κενών, αντιστοίχιση, ανάπτυξης, Σωστού- Λάθους, συμπλήρωση πινάκων ολοκληρώνουν ένα πλήθος θεμάτων, από την αναπνοή των φυτών, τις μεταβολές στην επιφάνεια της γης την τρύπα του όζοντος το οικοσύστημα ως τα αποτελέσματα της όξινης βροχής.

Το πρώτο φύλλο αξιολόγησης αφορούσε την ατμοσφαιρική ρύπανση. Στο οποίο υπήρχαν ερωτήσεις ανάπτυξης, συμπλήρωση κενών, πολλαπλής επιλογής, συμπλήρωση πινάκων, συμπλήρωση κενών καθώς και εύρεση τίτλων σε κείμενα που αφορούσαν την ατμοσφαιρική ρύπανση. Το φύλλο αξιολόγησης ξεκινάει από τον ορισμό της μόλυνσης- ρύπανσης και συνεχίζει στην ατμοσφαιρική ρύπανση μέσα από διαφορετικές δραστηριότητες κλιμακούμενης δυσκολίας.

Το δεύτερο φύλλο αξιολόγησης αφορούσε την μόλυνση του εδάφους. Υπάρχουν ερωτήσεις ανάπτυξης συμπλήρωση πινάκων και δραστηριότητες πολλαπλών επιλογών. Με κλιμακούμενης δυσκολίας ερωτήσεις ξεκινάει το φύλλο αξιολόγησης από τους τρόπους ρύπανσης του εδάφους ως τις επιπτώσεις στον άνθρωπο και στο περιβάλλον.

Το τρίτο φύλλο αξιολόγησης αναφέρεται στην μόλυνση των υδάτων. Περιέχει ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών, συμπλήρωση κενών, πίνακες και ανάπτυξης. Με κλιμακούμενη δυσκολία αρχίζει με τους λόγους την μόλυνσης των υδάτων ως τα αποτελέσματα της.

Το post test έχει πλήθος δραστηριοτήτων από τα τρία φύλλα αξιολόγησης ώστε να ερευνηθεί με ποια από τις δύο μεθόδους η διδασκαλία των μαθητών Στ' Δημοτικού ήταν πιο επιτυχής.

Πίνακας 1. Ανάλυση αποτελεσμάτων φύλλων αξιολόγησης

	Ομάδα μαθητών		
	Ομάδα1 (N = 20)		Ομάδα2 (N = 20)
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>
Pre-test (max = 32)	20.0500	5.15522	18.5500
Φύλλο αξιολόγησης 1 (max = 30)	17,2000	4.39617	20.6000
Φύλλο αξιολόγησης 2 (max = 20)	14.5500	3.06894	15.2000
Φύλλο αξιολόγησης 3 (max = 21)	14.7500	2.95359	16.8500
Delayed post-test (max = 40)	23.0500	2.37254	32.1000

Σημείωση: Το μέγιστο σκορ σε κάθε φύλλο αξιολόγησης αναφέρεται σε παρένθεση

Αναλύσεις διασποράς μίας κατεύθυνσης (One-way ANOVA) επρόκειτο να διεξαχθούν για να συγκριθούν οι βαθμολογίες των μαθητών στα φύλλα αξιολόγησης και με βάση τις 2 ομάδες που συμμετείχαν. Η ανάλυση διασποράς μίας κατεύθυνσης επιλέχθηκε μιας και είναι ισοδύναμη του *t* test, που συνήθως χρησιμοποιείται όταν το δείγμα αποτελείται από 2 ομάδες. Πριν γίνει η ανάλυση, ελέγχθηκε το κατά πόσο πληρούνται οι προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή αυτού του είδους της ανάλυσης. Διαπιστώθηκε ότι:

- ✦ Όλες οι ομάδες σε όλες τις δραστηριότητες είχαν τον ίδιο αριθμό συμμετεχόντων ($N = 20$).
- ✦ Στη βαθμολογία όλων των φύλλων αξιολόγησης δεν υπήρχαν ακραίες τιμές (outliers).
- ✦ Τα δεδομένα στα φύλλα αξιολόγησης είχαν κανονική κατανομή όπως αυτό εκτιμήθηκε από Q-Q γραφήματα και το Shapiro-Wilk test ($p < .05$), όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.
- ✦ Η ομοιογένεια της διακύμανσης παραβιάστηκε σε μια περίπτωση, όπως εκτιμήθηκε από το test Levene ($p < .05$), αλλά θεωρήθηκε αποδεκτή παρέκκλιση από τις απαραίτητες προϋποθέσεις. Αυτό γιατί το One-way ANOVA τεστ είναι ανθεκτικό σε τέτοιες παρεκκλίσεις (Glass, Peckham, & Sanders, 1972; Lix, Keselman, & Keselma, 1996) (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Αποτελέσματα ελέγχου κανονικότητας της κατανομής

	Wilk	Shapiro-		
		Ομάδα	Statistic	Df
Pre-test		1	0,960	20
		2	0,915	20
Φύλλο αξιολόγησης 1		1	0,949	20
		2	0,928	20
Φύλλο αξιολόγησης 2		1	0,927	20
		2	0,926	20
Φύλλο αξιολόγησης 3		1	0,909	20
		2	0,939	20
Delayed post-test		1	0,911	20
		2	0,923	20

Πίνακας 3. Αποτελέσματα ελέγχου ομοιογένειας διακύμανσης

	Levene	
	Statistic	Sig.
Pre-test	0,015	0,904
Φύλλο αξιολόγησης 1	0,948	0,917

Φύλλο αξιολόγησης 2	0,104	0,482
Φύλλο αξιολόγησης 3	0,504	0,482
Delayed post-test	10,406	0,003

Εφόσον τα δεδομένα σε όλα τα φύλλα αξιολόγησης πληρούσαν όλες τις προϋποθέσεις, σε αυτά διεξήχθη το One-way ANOVA test. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα One-way ANOVA

	Αποτέλεσμα	Ερμηνεία
Pre-test	$F(1, 38) = 0,768, p = 0,386$	ΜΣ
Φύλλο αξιολόγησης 1	$F(1, 38) = 4,734, p = 0,036$	Η Ομάδα2 ξεπέρασε την Ομάδα1
Φύλλο αξιολόγησης 2	$F(1, 38) = 0,448, p = 0,507$	ΜΣ
Φύλλο αξιολόγησης 3	$F(1, 38) = 4,625, p = 0,038$	Η Ομάδα2 ξεπέρασε την Ομάδα1
Delayed post-test	$F(1, 38) = 49,500, p < 0,001$	Η Ομάδα2 ξεπέρασε την Ομάδα1

Σημείωση: ΜΣ = μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Συνοψίζοντας:

- ✦ Οι δύο ομάδες είχαν το ίδιο αρχικό επίπεδο γνώσεων, εφόσον στο Pre-test δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Συνεπώς, ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στα επόμενα τεστ, αυτές οφείλονται καθαρά και μόνο στη μέθοδο που ακολουθήθηκε.
- ✦ Στο Φύλλο αξιολόγησης 2 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι ομάδες ήταν μεταξύ τους ισοδύναμες και είχαν το ίδια γνωστικά/μαθησιακά αποτελέσματα. Συνεπώς, οι διαφορετικές μέθοδοι διδασκαλίας δεν είχαν καμία επίδραση στα γνωστικά αποτελέσματα των μαθητών.
- ✦ Στα φύλλα αξιολόγησης 1 και 3 που αφορούσαν την ατμοσφαιρική ρύπανση και τη μόλυνση του νερού αντίστοιχα, η Ομάδα 2 ξεπέρασε την Ομάδα 1. Συνεπώς, σε αυτές τις ενότητες η διδασκαλία με Τ.Π.Ε. είχε θετικά αποτελέσματα.
- ✦ Στο delayed post test το οποίο αφορούσε στο σύνολο και στις τρεις ενότητες για την μόλυνση του περιβάλλοντος και πάλι η Ομάδα 2 ξεπέρασε την Ομάδα 1 και μάλιστα κατά πολύ.

Άρα, η μέθοδός μου ήταν καλύτερη από τη συμβατική διδασκαλία, αφού η ομάδα 2 ξεπέρασε την ομάδα 1 σε 3 από τις 4 περιπτώσεις (και ιδιαίτερα στο delayed post test. Συνεπώς, επαληθεύεται η βασική ερευνητική υπόθεση της παρούσας εργασίας, δηλαδή ότι η χρήση Τ.Π.Ε. για την διδασκαλία φυσικών επιστημών ήταν πιο αποτελεσματική από την συμβατική διδασκαλία.

Αναφορικά με το ερωτηματολόγιο κινήτρων, φάνηκε ότι οι μαθητές ανταποκρίθηκαν θετικά στο πρόγραμμα OpenSim και στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με την συγκεκριμένη εφαρμογή με τα αποτελέσματα να κυμαίνονται ανάμεσα στο πολύ λίγο έως το πολύ καλά. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Αποτελέσματα ερωτηματολογίου

Ερώτηση	<i>M</i>	<i>SD</i>
Εμβύθιση	2.3333	1.04822

Ευχαρίστηση	3.2763	0,73075
Αποτελεσματικότητα της μάθησης	3.2807	0,84080
Βελτίωση προσλαμβάνουσας γνώσης	3.1930	1,00809
Ρεαλισμός	3.1228	0,97633
Καταλληλότητα της αφήγησης	3.0877	1,13769
Καταλληλότητα ηχητικής αισθητικής	2.6667	1,16534
Καταλληλότητα οπτικής αισθητικής	3.1579	1,05039
Σαφήνεια του στόχου της εφαρμογής	2.8947	1,00032
Καταλληλότητα ανατροφοδότησης	2.8947	1,13884
Ευκολία στη χρήση	3.5965	0,59399
Ευχρηστία	3.0351	0,97433
Ικανότητα	3.1184	1,08131
Καταλληλότητα του εκπαιδευτικού υλικού	3.8947	0,59889
Κίνητρο	3.6316	0,62008
Σχέση με προσωπικά ενδιαφέροντα	3.1930	0,66030

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνήσει το κατά πόσο ένα πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση των φυσικών επιστημών και συγκεκριμένα της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν διδασκαλίες σε δύο τμήματα της Στ' Δημοτικού με δύο διαφορετικούς τρόπους διδασκαλίας. Η ομάδα 1 διδάχθηκε με τη χρήση συμβατικών μέσων διδασκαλίας(σχολικό εγχειρίδιο, φωτοτυπίες, κλπ.) ενώ η ομάδα 2 διδάχθηκε ομαδοσυνεργατικά (Driver & Oldhman) με τη χρήση φορητών υπολογιστών στον εικονικό κόσμο. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των pre-test φάνηκε ότι και οι δύο τάξεις βρίσκονταν σε ίδιο γνωστικό επίπεδο, επομένως οποιαδήποτε αλλαγή στην επίδοσή τους μπορεί να ειπωθεί ότι είναι αποτέλεσμα της μεθόδου διδασκαλίας. Στα φύλλα αξιολόγησης 1, 3 και στο post-test η Ομάδα 2 είχε καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με την ομάδα 1. Ωστόσο, ορισμένες από τις διαφορές αυτές είναι στατιστικά μη σημαντικές.

Σημαντικό ρόλο στη διαφορά ανάμεσα στην Ομάδα 2 και στην Ομάδα 1 φαίνεται να κατέχει ο εικονικός κόσμος μέσα από την οποία οι μαθητές φαίνεται να κατανοήσουν καλύτερα την ατμοσφαιρική ρύπανση και τη μόλυνση των υδάτων. Η απεικόνιση της μόλυνσης του περιβάλλοντος με τον μαθητή ικανό να περιηγηθεί στον κόσμο βιώνοντας τη διαδρομή από την αιτία στο αποτέλεσμα ,δηλαδή, από το εργοστάσιο στην ατμοσφαιρική ρύπανση και στη μόλυνση των υδάτων.

Το post test χορηγήθηκε στις ομάδες 15 μέρες έπειτα από την ολοκλήρωση των διδασκαλιών προκειμένου να εξεταστεί η μακροπρόθεσμη επίδραση των μεθόδων διδασκαλίας. Αν λάβουμε υπόψη ότι οι δύο ομάδες είχαν σχεδόν το ίδιο γνωστικό επίπεδο (pre-test), όπου η ομάδα 2 είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην διδασκαλία της μόλυνσης του περιβάλλοντος.

Όσον αφορά το ερωτηματολόγιο για τις απόψεις και εντυπώσεις των μαθητών που χρησιμοποίησαν την εφαρμογή, φάνηκε ότι οι μαθητές έχουν θετική στάση απέναντι στη χρήση των laptop και της εφαρμογής στη διδασκαλία. Στοιχεία που τους εντυπωσίασαν ήταν η σχεδόν ρεαλιστική αναπαράσταση του κόσμου με τα ζώα που κινούνταν (τις πεταλούδες να πετάνε, την χελώνα, τον καρχαρία) την αλλαγή της μέρας σε νύχτα,

τα νερά που κυλούσαν αλλά και τα αντικείμενα που αναπαριστούσαν τις αιτίες και τα αποτελέσματα της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι οι μαθητές θα ήθελαν να χρησιμοποιήσουν ξανά την εφαρμογή και τα laptop στη διδασκαλία. Οι μαθητές στην πλειοψηφία τους δήλωσαν ότι δεν υπήρξε κάτι που να τους δυσκόλεψε σχετικά με τον χειρισμό των laptop και της εφαρμογής, γεγονός που υποδεικνύει ότι οι μαθητές ήταν ήδη εξοικειωμένοι με τη χρήση τους. Το πρόγραμμα φάνηκε να ενδιαφέρει αρκετά τους μαθητές καθώς από την μικτή μεθοδολογία έρευνας καταγράφηκε μέσα από τις παρατηρήσεις το πως οι μαθητές συνεργάστηκαν ομαδικά για να εξερευνήσουν τον κόσμο και να καταγράψουν τι παρατήρησε ο καθένας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον είχε ο ενθουσιασμός των μαθητών για το πως δημιουργήθηκε ο κόσμος, πόσο χρονικό διάστημα χρειάστηκε, αλλά και για τα αντικείμενα που εντόπιζαν αλλά και το avatar που κινούνταν και πετούσε.

Οι διδασκαλίες για την συμβατική διδασκαλία πραγματοποιήθηκαν στην σχολική αίθουσα ενώ για την μέθοδο με Τ.Π.Ε. στο εργαστήριο της πληροφορικής. Οι εκπαιδευτικοί αλλά και ο διευθυντής του σχολείου ήταν απόλυτα πρόθυμη να συνεργαστούν μαζί μου. Οι μαθητές με δέχτηκαν με ενδιαφέρον στην σχολική τους τάξη και υπέδειξαν ενθουσιασμό στην διαφορετική διδασκαλία μου.

Τα αποτελέσματα από τα φύλλα αξιολόγησης αλλά και τα pre και post test δείχνουν ότι οι μαθητές ενδιαφέρθηκαν για την διδασκαλία μου με σημαντική διαφορά την διδασκαλία με Τ.Π.Ε. να δείχνει ότι οι μαθητές αναζητούν το διαφορετικό και πιο κοντά στα ενδιαφέροντά τους όπως είναι η είσοδος των υπολογιστών στο σχολικό περιβάλλον όχι μόνο για το μάθημα της πληροφορικής αλλά και για τα υπόλοιπα μαθήματα. Στην σύγχρονη εποχή όπου οι μαθητές έχουν στην καθημερινότητά τους όλα τα τεχνολογικά μέσα (smart phone, tablet, laptop) το σχολείο πρέπει να ακολουθεί τα ενδιαφέροντά τους και να εισάγει την τεχνολογία σε όλες τις σχολικές ώρες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών μάθησης αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης εκπαίδευσης. Οι στόχοι που έθεσα και κατάφερα με βάση την ποσοτική και ποιοτική έρευνα που πραγματοποίησα είναι:

1. Η χρήση Τ.Π.Ε. για την διδασκαλία σε μαθητές δημοτικού είναι πιο επιτυχής μέθοδος από την συμβατική.
2. Αξιοποιήθηκε θετικά ο ηλεκτρονικός υπολογιστής καθώς, χρησιμοποιήθηκε κατ' επανάληψη ώστε να εμπεδωθεί η χρήση της εφαρμογής.
3. Βελτιώθηκε η ικανότητα της συνεργασίας και του καταμερισμού εργασιών μέσα στις ομάδες, παρότι υπήρξαν μικροπροβλήματα καθώς ο τρόπος λειτουργίας του ελληνικού σχολείου παραμένει ανταγωνιστικός και δασκαλοκεντρικός.
4. Βελτιώθηκε πολύ σημαντικά το γνωστικό επίπεδο των μαθητών τόσο στη χρήση του φορητού υπολογιστή όσο και στις φυσικές επιστήμες.
5. Συνδέθηκε το σχολείο με την κοινωνία και μάλιστα σε ένα θέμα τόσο εφήμερο όπως είναι η μόλυνση του περιβάλλοντος.
6. Εμπεδώθηκε βαθιά το αίσθημα της αλληλεγγύης και του σεβασμού του περιβάλλοντος.
7. Μέσα από την έρευνα βελτιώθηκαν οι σχέσεις μαθητών- εκπαιδευτικού, κάτι που συμβαίνει όταν στη σχολική τάξη λαμβάνουν χώρα δραστηριότητες πέρα από το συμβατικό μάθημα.

- i. Περιορισμοί και Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Δεδομένου ότι δεν υπήρχε ο απαραίτητος χρόνος, ο εικονικός κόσμος δημιουργήθηκε από εμένα ενώ ως μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να δημιουργηθεί εξαρχής από τους μαθητές. Ακόμα θα μπορούσε να προστεθούν από τους μαθητές διάφοροι ήχοι και βίντεο. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσα στην σχολική τάξη αντικαθιστώντας τις ώρες διδασκαλίας των εκπαιδευτικών, είναι ένας σημαντικός περιορισμός καθώς δεν υπήρχε δυνατότητα για παραπάνω ώρες για την εφαρμογή. Επίσης, το σχολείο είχε μόνο 2 Στ' τάξεις οπότε δεν υπήρχε η δυνατότητα δημιουργίας τρίτης ομάδας με διαφορετικό παράγοντα (διδασκαλία και με τις δύο μεθόδους). Το πρόγραμμα θα μπορούσε να διευρυνθεί και σε άλλους τομείς της εκπαίδευσης όπως την βιολογία, την γλώσσα, τα μαθηματικά. Τέλος, ακόμη και στις φυσικές επιστήμες θα μπορούσε ο ερευνητής να ασχοληθεί με την ταχύτητα (avatar, αυτοκίνητα,) , την κίνηση (νερού, αέρα, avatar) την άνωση, την βαρύτητα είτε την εναλλαγή μέρας – νύχτας για μικρότερης ηλικίας παιδιά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ Ελληνόγλωσσα

- Γιαννακού, Ι., & Κίτσος, Θ. (2014). Η μεταβολή της φυσικής κατάστασης των σωμάτων": Σενάριο διδασκαλίας με βάση τα Εννέα Διδακτικά Γεγονότα του Gagné και την αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης, & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή, "Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση". Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο, 3-5 Οκτωβρίου 2014.*
- Δαβλάντης, Ι., Κατσά, Μ., Κουντάνη, Α., & Μουστεράκη, Α. (2013). Σχεδιασμός Πρότυπου Σεναρίου Διδασκαλίας με τίτλο "Το Αναπνευστικό Σύστημα του Ανθρώπου" και απεικόνισή του με το εργαλείο LAMS. Α. Λαδιάς, Α. Μικρόπουλος, Χ. Παναγιωτακόπουλος, Φ. Παρασκευά, Π. Πιντέλας, Π. Πολίτης, Σ. Ρετάλης, Δ. Σάμψων, Ν. Φαχαντίδης, Α. Χαλκίδης (Επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία" της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ), Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς, 10-12 Μαΐου 2013.*
- Ευαγγέλου, Β. Φ., & Κώτσης, Θ. Κ. (2015). *Σενάριο διδασκαλίας για το φαινόμενο του βρασμού του νερού με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης ΣΕΠ σε μαθητές Ε' και ΣΤ' τάξης δημοτικού σχολείου.*
- Καλαϊτζίδης, Α., Κατσίκης Α., & Ψαλλιδάς, Β. (2002). Απόψεις και στάσεις μαθητών δευτέρας και τρίτης τάξης γυμνασίου για το μάθημα της Γεωγραφίας. *Πανελλήνια (Διεθνή) Γεωγραφικά Συνέδρια, Συλλογή Πρακτικών, 3, 37-41.*
- Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου φυσικών επιστημών. Γράφημα, Θεσσαλονίκη.*
- Κατσίκης, Α. Ν. (2001). Γεωγραφία και γεωγραφική Εκπαίδευση: Αιτιολογία της κρίσης, πρόταση ανανεωτικής παρέμβασης. *Γεωγραφίες, 2, 15-29.*
- Κόκκοτας, Π. (1998). Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Αθήνα.
- Κόκκοτας, Π. (2002). Διδακτική Φυσικών Επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης. Αθήνα.
- Κολιόπουλος, Δ. (2001). *Από την πρακτικο-βιωματική γνώση στη σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης: Η εποικοδομητική αντίληψη στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.* Στο Β. Κουλαϊδής (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, τόμος 1, 367-410.
- Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής.* Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: αντικείμενο και αναγκαιότητα. Στο Β. Κουλαϊδής (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, τόμος 1, σελ. 25-50.

- Κουλαϊδής, Β., Αποστόλου, Α., & Καμπουράκης, Κ. (2008). *Η Φύση των Επιστημών-Διδακτικές προσεγγίσεις*, Αθήνα: Child Services.
- Κούτρα, Χ. Holmberg, C., Midoro, V. (2001). Νέες Τεχνολογίες της Πληροφορίας στη Σχολική Εκπαίδευση. Αθήνα, Ίδρυμα Μελετών Λαμπράκη.
- Λάππα Ι., & Σταυρίδου, Ε. (2009). Διερεύνηση των ιδεών μαθητών Ε΄ τάξης Δημοτικού για το φαινόμενο των εποχών του έτους και διδακτική παρέμβαση με Τ.Π.Ε. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 2(1-2), 141-169.
- Λέτσι, Α., Αραπάκη, & Ξ., Σέρογλου, Φ. (2014). Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες με την κεραμική τέχνη και τις ψηφιακές αφηγήσεις: Οι ιδιότητες του αέρα. Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης, & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή, "Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση"*. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο, 3-5 Οκτωβρίου 2014. (σ.σ. 679-689).
- Ματσαγγούρας, Η. (1996). *Η εξέλιξη της διδακτικής. Επιστημολογική θεώρηση*. 2^η Έκδοση. Αθήνα: Gutenberg Παιδαγωγική σειρά.
- Μιχαήλ, Δ., Παπαγεωργίου, Γ., & Σπηλιωτοπούλου, Β. (2012). Οι επιστήμονες, τα τηλεσκόπια και το φεγγάρι: Ψηφιακές φωτοιστορίες για μαθητές Δημοτικού. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 5 (1-2), 85-98.
- Νικολαΐδης, Δ. (2003). *Επαυξημένη Πραγματικότητα: Πολλαπλασιάζοντας τις δυνατότητες των αισθήσεων*. Στο Περισκόπιο της επιστήμης, τ. 270.
- Πατσαδάκης, Μ. (2014). Πειραματική διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνίας. *ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΚΑΙΡΟΤΗΤΑ*, τόμος Α, τεύχος 6, 26-35.
- Σκουμιός, Μ., (2015). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Ρόδος: Πανεπιστημιακές Σημειώσεις ΠΤΔΕ.
- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2000). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα, θερμοκρασία και θερμικά φαινόμενα, *Επιθεώρηση Φυσικής*, 31, σελ. 58-71.
- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2003). Επιπτώσεις παραγόντων του πλαισίου στις αντιλήψεις μαθητών για τη θερμότητα. Στο: Π. Κόκκοτας, Ι. Βλάχος, Π. Πήλιουρας & Α. Πλακίτση (Επιμ.), *Πρακτικά 1ου πανελληνίου συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή και θέμα: Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην κοινωνία της πληροφορίας* (σελ. 743-747). Αθήνα: Γρηγόρης.
- Σπυράτου, Ε., Χαλκιά Κ. (2007). Οι αντιλήψεις των μαθητών και μαθητριών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα. *Πρακτικά Συνεδρίου Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση* (τ. Β), 810-819.
- Τζιμογιάννης, Α., & Σιόρεντα, Α. (2007). Η μοντελοποίηση ως εργαλείο ανάπτυξης της κριτικής και δημιουργικής σκέψης, στο Β. Κουλαϊδής (Επιμ.), *Η Διδασκαλία της κριτικής και δημιουργικής σκέψης*, 241-267, Αθήνα: ΟΕΠΕΚ.
- Φωκίδης, Ε., & Ατσικπάση, Π. (2016). Η εικονική πραγματικότητα στην εκπαίδευση. Αποτελέσματα από την πιλοτική διδασκαλία στοιχείων της εξερεύνησης του διαστήματος σε μαθητές Γυμνασίου. *Θεωρία και έρευνα στις επιστήμες της αγωγής* 7(2).
- Χαρπαντίδου Σ, Οκτώβριος 216, *Αντιλήψεις μαθητών Β΄/θμιας εκπαίδευσης αγροτικής περιοχής, σχετικά με τη συμβολή των αγροτικών εργασιών στη ρύπανση νερού, αέρα εδάφους και τη διαχείριση των αποβλήτων των αγροτικών εργασιών*.
- Υπουργείο Παιδείας (2010). Αναλυτικά προγράμματα σπουδών. Διαθέσιμο στο http://www.moec.gov.cy/analytika_programmata/programmata_spoudon.html

Χατζηνικήτα, Β., & Χρηστίδου, Β. (2001). Πρακτικο-βιωματική γνώση μαθητών: γενικά χαρακτηριστικά, στο Β. Κουλαϊδής (Επιστ. ευθ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, (τόμος Α, σελ. 153-188), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.

Ξερόγλωσση

- Abelson, H., & diSessa, A. A. (1983). *Turtle Geometry - The Computer as a Medium for Exploring Mathematics (5th ed.)*. Massachusetts: The MIT Press.
- Ackerman, P. L., Kanfer, R., and Calderwood, C. (2010). Use it or lose it? Wii brain exercise practice and reading for domain knowledge. *Psychology and Aging* 25, 753–766.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy* (New York Oxford: Oxford University Press).
- Andújar, J. M., Mejías, A., & Márquez, M. A. (2011). Augmented Reality for the Improvement of Remote Laboratories: An Augmented Remote Laboratory. *IEEE Transactions on Education*. 54(3), 492-500.
- Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., & Gargalakos, M. (2007). Human factors and qualities pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 11, pp. (1–8).
- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 6, No. 4*, August, pp. 355-385.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Computers & Graphics*, 1-15.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Barman, C. R., Stein, M., McNair, S., & Barman, N. S. (2006). Students' ideas about plants & plant growth. *The American Biology Teacher*, 68(2), 73-79.
- Barnett, M. (2005). Using Virtual Reality Computer Models to Support Student Understanding of Astronomical Concepts. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 24(4), pp. 340-346.
- Barnes, S. E. (1976). New method for the Anderson model. *Journal of Physics F: Metal Physics*, 6(7), 1375.
- Bitter, G., & Corral, A. (2014). The pedagogical potential of augmented reality apps. *International Journal of Engineering Science Invention*, 3(10), 13-17.
- Broll, W., Lindt, I., Herbst, I., Ohlenburg, J., Braun, A. K., & Wetzels, R. (2008). Toward next-gen mobile AR games. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 28(4), 40–48. <http://dx.doi.org/10.1109/MCG.2008.85>
- Bronack, S. C. (2011). The role of immersive media in online education. *Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113–117. <http://dx.doi.org/10.1080/07377363.2011.583186>.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, Mass: Belkapp.
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536–544. doi:10.1016/j.compedu.2013.02.017.

- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heinemann, 88 Post Road West, PO Box 5007, Westport, CT 06881.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS, 5, 88-98.
- Cadavieco, J. F., de Fatima Goulão, M., & Costales, A. F. (2012). Using augmented reality and mlearning to optimize students' performance in higher education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 2970-2977.
- Casperson, J. M. & Linn, M. C. (2006). Using visualization to teach electrostatics. *American Journal of Physics*, 74 (4), 316-323.
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). *Dual coding theory and education*. *Educational psychology review*, 3(3), 149-210.
- Chang, K.-E., Chang, C.-T., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Chao, H.-L., & Lee, C.-M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*, 71, 185–197. doi:10.1016/j.compedu.2013.09.022
- Chen, Y. C. (2006, June). A study of comparing the use of augmented reality and physical models in chemistry education. In *Proceedings of the 2006 ACM international conference on Virtual reality continuum and its applications* (pp. 369-372). ACM.
- Chen, C.-M., & Tsai, Y.-N. (2012). Interactive Augmented Reality System for Enhancing Library Instruction in Elementary Schools. *Computers & Education*, 638-652.
- Cheng, K.-H., and Tsai, C.-C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology* 22, 449462.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 582-601.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586–596. doi:10.1016/j.compedu.2012.03.002
- diSessa, A. (2000). *Changing minds*. Cambridge: MIT Press.
- Dodge, B. (1997). *Building blocks of a WebQuest*. <http://projects.edtech.sandi.net/staffdev/buildingblocks/p-index.Htm>. Acessado em, 9(02), 2009.
- Dodge, B. (2009). A webquest about webquests. Retrieved *San Diego State University* <http://webquest.sdsu.edu/webquestwebquest-es.html>
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes. Open University Press.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 18, 105-122.
- Duit, R. (2009). Bibliography—STCSE. *Students' and teachers' conceptions and science education*.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2006). *Strategies for Teachers: Teaching Content and Thinking Skills*. Allyn and Bacon, Boston.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *Science Teacher-Washington-*, 70(6), 56-59.
- Feyerabend, P. (1993). *Against method*. Verso.
- Fokides, E., & Tsolakidis, C. (2008). Virtual reality in education: a theoretical approach for road safety training to students. *European Journal of Open, Distance and E-learning*, 11(2).

- Franck, E., & Jungwirth, C. (2002). Reconciling Rent-Seekers and Donators – The Governance Structure of Open Source. *Journal of Management and Governance*, 7, 401-421.
- Freitas, R., & Campos, P. (2008, September). SMART: a System of Augmented Reality for Teaching 2nd grade students. In *Proceedings of the 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction-Volume 2* (pp. 27-30). British Computer Society.
- Galton, M., & Williamson, J. (1992). *Group work in the primary classroom*, London: Routledge.
- Gagne, R. (1963). The learning requirements for enquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 1, 144-153.
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2010). Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K12 and higher education settings: A review of the research. *British journal of educational technology*, 41(1), 33-55.
- Higgins, K., Boone, R., & Williams, D. (2000). Evaluating Educational software for Special Education. *Intervention in School and Clinic*, 36 (2), 109-15.
- Hong, N. S., McGee, S., & Howard, B. C. (2000). The effect of multimedia learning environments on wellstructured and ill-structured problem-solving skills. In *American Educational Research Association Annual Meeting* (Vol. 2000, No. 1).
- Hurd, P. D. (1997). Scientific Literacy: New minds for a changing world. *Science education* 82, 407-416.
- Hussain, A., Azeem, M., & Shakoor, A. (2011). Physics teaching methods: scientific inquiry vs traditional lecture. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(19), 269-276.
- Jara, C. a., Candelas, F. a., Puente, S. T., & Torres, F. (2011). Hands-on experiences of undergraduate students in Automatics and Robotics using a virtual and remote laboratory. *Computers & Education*, 57(4), 2451–2461. doi:10.1016/j.compedu.2011.07.003
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2007). Examining teachers' beliefs about ICT in education: Implications of a teacher preparation programme. *Teacher Development*, 11(2), 149-173.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in teaching and learning physics: a case study concerning students' understanding of trajectory motion, *Computers & Education*, 36, 183-204.
- Johnson, L., Adams-Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). *Horizon report 2014 - Higher education edition*. Austin, TX: The New Media Consortium.
- Kariotogloy, P., Koumaras, P., & Psillos, D. (1993). A constructivist approach for teaching fluid phenomena. *Physics Education*, 28, 164-169.
- Kauertz, A., & Fischer, H. E. (2006). Assessing students' level of knowledge and analysing the reasons for learning difficulties in physics by Rasch analysis. *Applications of Rasch measurement in science education*, 212-246.
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S. & Woolard, A. (2006). Making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3), 163–174.
- Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 297-302.
- Klein, P. S., Nir-Gal, O., & Darom, E. (2000). The use of computers in kindergarten, with or without adult mediation; effects on children's cognitive performance and behavior. *Computers in Human Behavior*, 16(6), 591-608.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives: the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*,

- Kuhn, T. S. (2012). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago press.
- Lee, E. A-L., & Wong, K. W. (2008). A Review of Using Virtual Reality for Learning. *Transactions on Edutainment I*, p. 235.
- Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2006). Science Education: Integrating Views of Learning and Instruction. In P.A. Alexander & P.H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology 2nd ed.* (pp. 536–540). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- March, T. (2004). The learning power of WebQuests. *Educational Leadership*, 61(4), 42-47.
- Marshall, J. C., Horton, B., & Smart, J. (2009). 4E×2 instructional model: Uniting three learning constructs to improve praxis in science and mathematics classrooms. *Journal of Science Teacher Education*, 20(6), 501-516.
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893–1906. doi:10.1016/j.compedu.2011.04.003
- Martin-Gutierrez, J., Saorin, J. L., Contero, M., Alcaniz, M., Perez-Lopez, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77–91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cag.2009.11.003>
- Mayer, R. & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52.
- Medicherla, P. S., Chang, G., & Morreale, P. (2010, March). Visualization for increased understanding and learning using augmented reality. In *Proceedings of the international conference on Multimedia information retrieval* (pp. 441-444). ACM.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of research in science teaching*, 47(4), 474-496.
- New York Academy of Sciences (1995). *Science, technology and the 104th Congress: Perspectives on new choices*. New York: Author.
- Nicolaou, C. T., Nicolaidou, I. A., Zacharia, Z. C., & Constantinou, C. P. (2007). Enhancing fourth graders' ability to interpret graphical representations through the use of microcomputer – based labs implemented within an inquiry-based activity sequence. *The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(1), 75.
- Oda, O. Lister, L. J. White, S., & Feiner, S. (2008). "Developing an Augmented Reality Racing Game" Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Technologies for Interactive Entertainment. Cancun, Mexico.
- Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*. Paris: PISA, OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD (2012). *PISA 2012: Results in Focus: What 15-year-olds know and what they can do with what they know*.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections* (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation.

- Pantelidis, V. S. (2009). "Reasons to Use Virtual Reality in Education" *VR in the Schools*, Vol. 1. No. 1 June 1995, p. 9. Revised April 2009 and available at <http://vr.coe.ecu.edu/reas.html>.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms - Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books. Pavlov, I. P. (1897). *The work of the digestive glands*. London: Griffin.
- Pearson, L. C. & Moomaw, W. (2005). The relationship between teacher autonomy and stress, work satisfaction, empowerment and professionalism. *Educational Research Quarterly*, 29(1), 38-54.
- Pengcheng, F., Mingquan, Z., & Xuesong, W. (2011, May). The significance and effectiveness of Augmented Reality in experimental education. In *E-Business and E-Government (ICEE), 2011 International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.
- Rahn, A., & Kjaergaard, H. W. (2014). Augmented reality as a visualizing facilitator in nursing education. *INTED2014 Proceedings*, 6560-6568.
- Seo, D. W., & Lee, J. Y. (2013). Direct Hand Touchable Interactions in Augmented Reality Environments for Natural and Intuitive User Experiences. *Expert Systems with Applications*, 3784-3793.
- Schoolnet, E. (2013). *Survey of Schools: ICT in Education*. Benchmarking Access, Use and Attitudes to Technology in European Schools. Liège: European Union. doi, 10, 94499.
- Schwarz, C. V., & Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91(1), 158-186.
- Skoumios, M., & Hatzinikita, V. (2005). The role of cognitive conflict in science concept learning, *International Journal of Learning*, 12 (7), p. 185-194.
- Skinner, B. F. (1948). *Walden two*. New York: Macmillan.
- Skinner, B. F. (1978). Reflections on behaviorism and society.
- Souvignier, E., & Kronenberger, J. (2007). Cooperative learning in third graders' jigsaw groups for mathematics and science with and without questioning training. *British Journal of Educational Psychology*, 77(4), 755-771.
- Squire, K., & Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *Journal of the Learning Sciences*, 16(3), 371-413. <http://dx.doi.org/10.1080/10508400701413435>
- Stears, M., James, A., & Good, M. A. (2011). Teachers as learners: A case study of teachers' understanding of Astronomy concepts and processes in an ACE course. *South African Journal of Higher Education*, 25(3), 568-582.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1992). *A revisionist theory of conceptual change*. Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice, 163-169. State University of New York Press.
- Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. Proceedings of the Fall Joint Computer Conference, 33, 757- 764.
- Thorndike, E. L. (1905). *The elements of psychology*. New York: A. G. Seiler.
- Van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International Journal of Virtual Reality*, 9(2), 1.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205-221.
- Vygotsky, L. (1986). *Thought and Language*. (A. Kozulin, Trans). Cambridge, MA: MIT Press (original work published 1934).

- Widolo, A., Duit, R., & Muller, C. (2002). Constructivist views of teaching and learning in practice: teachers' views and classroom behavior. *Paper presented at the Annual meeting of the national Association for Research in Science Teaching*, New Orleans.
- Winn, W. (1993) "A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality" Technical Report TR 93-9. Washington: University of Washington, August.]
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of Learners' Attitude Toward Learning in ARIES Augmented Reality Environments. *Computers & Education*, 570-585.
- Woolfolk, A. (1987). *Educational Psychology*. New Jersey: Prentice- Hall, Inc.
- Zacharia, Z. (2003). Beliefs, attitudes, and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 792-823.
- Zuza, K., & Guisasola, J. (2014). Closing the gap between experimental data and concepts of electromagnetic induction. In *Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*. Proceedings of the ESERA 2013 Conference.
- Glass, G. V., Peckham, P. D., & Sanders, J. R. (1972). Consequences of failure to meet assumptions underlying fixed effects analyses of variance and covariance. *Review of Educational Research*, 42, 237-288.
- Lix, L. M., Keselman J. C., & Keselman H. J. (1996). Consequences of assumption violations revisited: A quantitative review of alternatives to the one-way analysis of variance F test. *Review of Educational Research*, 66, 579-619.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Bidin, S., & Ziden, A. A. (2013). Adoption and application of mobile learning in the education industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 90, 720-729.
- Bisard, W. J., Aron, R. H., Francek, M. A., & Nelson, B. D. (1994). Assessing selected physical science and earth science misconceptions of middle school through university preservice teachers: Breaking the science' misconception cycle. *Journal of College Science Teaching*, (24) 1, 38-42.
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45, 56-63
- Broll, W., Lindt, I., Herbst, I., Ohlenburg, J., Braun, A. K., & Wetzler, R. (2008). Toward next-gen mobile AR games. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 28(4), 40-48.
- Brown, M. B. and Forsythe, A. B., 1974: Robust test for the equality of variance. *Journal of American Statistical Association*, 69, 364-367.
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented reality: an overview. In *Handbook of augmented reality* (pp. 3-46). Springer New York.
- Chang, K. E., Chang, C. T., Hou, H. T., Sung, Y. T., Chao, H. L., & Lee, C. M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*, 71, 185-197.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.
- Corder, G. W., & Foreman, D. I. (2009). *Nonparametric statistics for nonstatisticians: A step-by-step approach*. John Wiley & Sons.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Dove, J., Everett, L., & Preece, P. (2000). The urban child's conception of a river. *Education 3-13*, 28(2), 5256.

- Dunn, O. J. (1964). Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics*, 6, 241-252.
- Ertmer, P. A. & Newby, T. J. (2013). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 26(2), 43-71.
- Falloon, G. (2013). Young students using iPads: App design and content influences on their learning pathways. *Computers & Education*, 68, 505-521.
- Fokides, E., & Atsikpasi, P. (2016). Tablets in education. Result from the initiative ETIE for teaching plants to primary school students. *Education and Information Technologies*, 1-19.
- Forsthuber, B., Motiejunaite, A., & de Almeida Coutinho, A. S. (2011). *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, European Commission.
- Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M. C., Seguí, I., & Costa, M. (2013). The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game. *Computers & Education*, 64, 24-41.
- Games, P. A., Howell, J. F. (1976). Pairwise multiple comparison procedures with unequal N's and/or variances: A Monte Carlo Study. *Journal of Educational Statistics* 1(2), 113-125.
- Gimbert, B., & Cristol, D. (2004). Teaching curriculum with technology: Enhancing children's technological competence during early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 31(3), 207-216.
- Hopwood, N. (2004). Pupils' conceptions of geography: Towards an improved understanding. *International Research in Geographical & Environmental Education*, 13(4), 348-361.
- Henderson, S., & Yeow, J. (2012, January). iPad in education: A case study of iPad adoption and use in a primary school. *Proceedings of the 45th Hawaii International Conference in System Science (HICSS), 2012*, 78-87. IEEE.
- Hsieh, S. W., Jang, Y. R., Hwang, G. J., & Chen, N. S. (2011). Effects of teaching and learning styles on students' reflection levels for ubiquitous learning. *Computers & Education*, 57(1), 1194-1201.
- Jerry, T., & Aaron, C. (2010). The impact of augmented reality software with inquiry-based learning on students' learning of kinematics graph. *Proceedings of the 2nd International Conference on Education Technology and Computer (ICETC), 2010*, V2-1-V2-5). Shanghai: IEEE.
- Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Haywood, K. (2010). *The 2010 Horizon report: Australia-New Zealand ed.* Austin, TX: T.N.M. Consortium
- Karsenti, T., & Fievez, A. (2013). The iPad in education: uses, benefits, and challenges-A survey of 6,057 students and 302 teachers in Quebec, Canada. *Montreal, QC: CRIFPE*.
- Keane, T., Lang, C., & Pilgrim, C. (2012). Pedagogy! iPadology! Netbookology! Learning with Mobile Devices. *Australian Educational Computing*, 27(2), 29-33.
- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in learning technology*, 20.
- Klopper, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives: The development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.
- Kucirkova, N., Messer, D., Sheehy, K., & Panadero, C. F. (2014). Children's engagement with educational iPad apps: Insights from a Spanish classroom. *Computers & Education*, 71, 175-184.
- Laerhoven, H. V., Zaag-Loonen, H. V. D., & Derkx, B. H. (2004). A comparison of Likert scale and visual analogue scales as response options in children's questionnaires. *Acta paediatrica*, 93(6), 830-835.

- Lin, C. P., Wong, L. H., & Shao, Y. J. (2012). Comparison of 1: 1 and 1: m CSCL environment for collaborative concept mapping. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(2), 99-113.
- Lohnari, T. (2016) Mobile Learning: Revolutionizing education. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 4(3).
- Mang, C. F., & Wardley, L. J. (2013). Student perceptions of using tablet technology in post-secondary classes. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 39(4), 1-16.
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893-1906.
- Milburn, D. (1972). Children's vocabulary. In: Graves, N. (Ed.) *New movements in the study and teaching of geography*. London: Maurice Temple Smith.
- Murphy, G. D. (2011). Post-PC devices: A summary of early iPad technology adoption in tertiary environments. *E-Journal of Business Education & Scholarship of Teaching*, 5(1), 18-32.
- Nelson, B. D., Aron, R. H., & Francek, M. A. (1992). Clarification of selected misconceptions in physical geography. *Journal of Geography*, 91(2), 76-80.
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 351361.
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 351361.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). Comparing tablets and PCs in teaching mathematics: An attempt to improve mathematics competence in early childhood education. *Preschool and Primary Education*, 4(2), 241-253.
- Pitchford, N. J. (2015). Development of early mathematical skills with a tablet intervention: a randomized control trial in Malawi. *Frontiers in Psychology*, 6.
- Rossing, J. P., Miller, W. M., Cecil, A. K., & Stamper, S. E. (2012). iLearning: The future of higher education? Student perceptions on learning with mobile tablets. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 12(2), 1-26.
- Saylor, Michael (2012). *The mobile wave: How mobile intelligence will change everything*. Perseus Books/Vanguard Press.
- Scacchi, W. (2012). *The future of research in computer games and virtual world environments*. Irvine, CA: University of California.
- Shelton, B. (2002). Augmented reality and education. *New Horizons for learning*, 9(1).
- Shuler, C., Winters, N., & West, M. (2012). *The future of mobile learning: Implications for policy makers and planners*. Paris: UNESCO.
- Sin, A. K., & Zaman, H. B. (2010). Live solar system (LSS): Evaluation of an augmented reality book-based educational tool. *Proceedings of the International Symposium in Information Technology (ITSim), 2010*, 1-6. Kuala Lumpur: IEEE.
- Suduc, A. M., Bîzoi, M., Gorghiu, G., & Gorghiu, L. M. (2011). Information and communication technologies in science education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 1076-1080.
- Tarng, W., & Ou, K. L. (2012, March). A study of campus butterfly ecology learning system based on augmented reality and mobile learning. *Proceedings of the Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference*, 62-66). IEEE.

- van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *The International Journal of Virtual Reality*, 9(2), 1-20.
- Wilson, P., & Goodwin, M. (1981). How do twelve and ten-year-old students perceive rivers? *Geographical Education*, 4(1), 5-16.
- Yahya, S., Ahmad, E. A., & Jalil, K. A. (2010). The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 6(1), 1.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

I. Pre-test

- Η χλωροφύλλη δεσμεύει το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα.
- Η χλωροφύλλη δίνει στα φύλλα το πράσινο χρώμα τους και δεσμεύει το φως.
- Κατά τη φωτοσύνθεση το φυτό δίνει στο περιβάλλον οξυγόνο.
- Με τη διαπνοή το φυτό διώχνει νερό.
- Η διαπνοή γίνεται από όλα τα μέρη του φυτού.
- Το άμυλο μεταφέρεται με το βλαστό από τα φύλλα σε όλο το φυτό.
- Η αναπνοή γίνεται από όλα τα μέρη ενός φυτού.

Θρυμματισμός των πετρωμάτων • • ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Τα υλικά μεταφέρονται με το νερό
και τον αέρα και τοποθετούνται αλλού • • ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ

Με τη βοήθεια του ανέμου προκαλείται
Μείωση (φάγωμα) του εδάφους • • ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ

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

1. Η θερμοκρασία, η υγρασία, η ηλιοφάνεια, κ.ά αποτελούν τα στοιχεία ενός οικοσυστήματος.
2. Στους ζουν ζώα και φυτά που κινδυνεύουν με εξαφάνιση.
3. Οι ζωντανοί οργανισμοί αποτελούν τα στοιχεία ενός οικοσυστήματος.

Συνέπειες στον άνθρωπο	Συνέπειες στο περιβάλλον
------------------------	--------------------------

--	--

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

II. Φύλλα αξιολόγησης

A. Φύλλο αξιολόγησης 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο εργασίας



1) _____

2) _____



3) _____

4) _____



5) _____

✓ **Ρύπανση έχουμε:**

A. όταν το περιβάλλον είναι πολύ καθαρό.

B. όταν υπάρχουν στη φύση, σε μεγαλύτερο βαθμό από τον κανονικό, βλαβερές ουσίες για τον άνθρωπο, για τα φυτά και για τα ζώα.

Γ. όταν οι άνθρωποι πίνουν πολύ νερό ή ξοδεύουν πολύ νερό για να μαγειρεύουν.

✓ **Η ρύπανση του αέρα λέγεται αλλιώς: **A.****

ατμοσφαιρική ρύπανση.

B. ρύπανση του εδάφους.

Γ. ρύπανση του νερού.

✓ **Τα καυσαέρια είναι:**

A. ο αέρας που αναπνέουμε στο βουνό.

B. τα βλαβερά αέρια που παράγουν τα αυτοκίνητα όταν καίνε πετρέλαιο ή βενζίνη για να κινηθούν.

Γ. η σκόνη που υπάρχει στον αέρα των μεγάλων πόλεων.

Συνέπειες στον άνθρωπο	Συνέπειες στο περιβάλλον

1. _____

Το δάσος είναι ένα σύνολο από δέντρα, θάμνους και άλλα φυτά, που δημιουργούν ένα ξεχωριστό περιβάλλον όπου ζουν πολλά ζώα. Πολλές είναι οι αιτίες που τα δάση κινδυνεύουν να καταστραφούν: το ξεριζώμα των δέντρων για να γίνουν χωράφια που θα καλλιεργηθούν, το κόψιμο πολλών δέντρων για τη βιομηχανία, η υπερβολική ζέστη και οι λίγες βροχές, οι κεραυνοί, τα αναμμένα τσιγάρα κ.ά. Όμως ο μεγαλύτερος εχθρός των δασών είναι ο εμπρησμός, η φωτιά που ανάβει επίτηδες κάποιος για να καταστρέψει τα δάση και να τα κάνει οικόπεδα που θα χτιστούν.

2. _____

Μερικές πόλεις είναι χτισμένες κοντά σε δάσος. Μέσα στις πόλεις οι άνθρωποι φρόντισαν να φτιάξουν πάρκα και κήπους ή να διατηρήσουν κάποια από αυτά που υπήρχαν από παλιά. Αυτό το έκαναν για πολλούς λόγους.

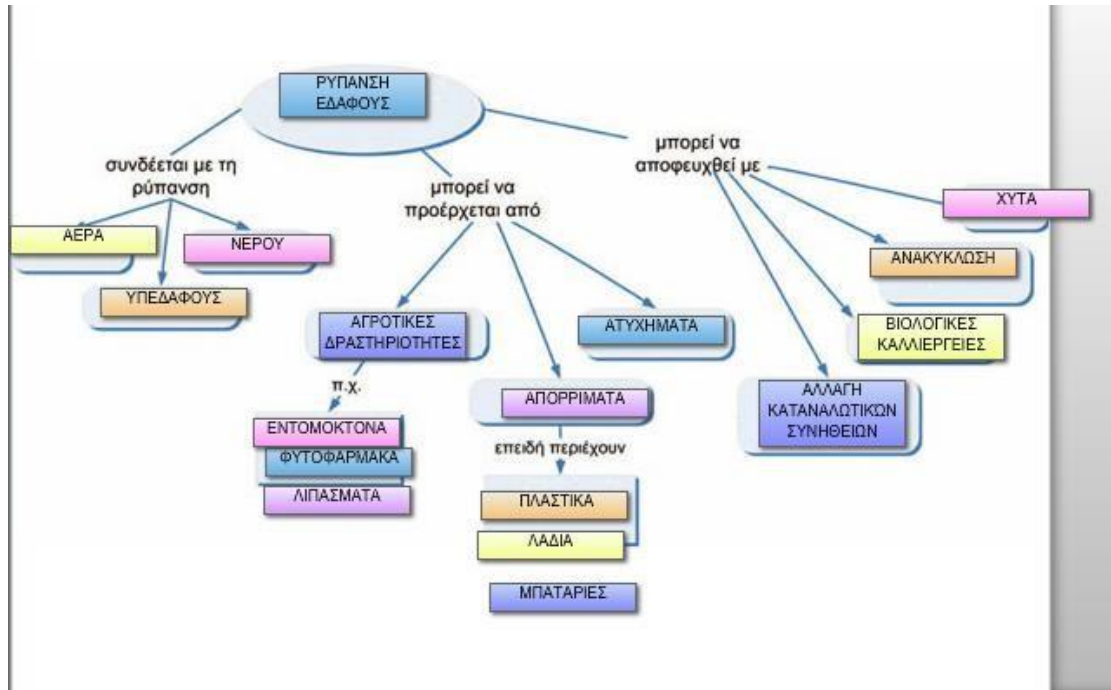
Ένας λόγος είναι ότι τα φυτά είναι «εργοστάσια» που παράγουν οξυγόνο, το οποίο είναι αναγκαίο για την αναπνοή. Πέντε ή έξι μεγάλα δέντρα μπορούν καλύψουν τις ανάγκες που έχει ένας άνθρωπος σε οξυγόνο. Τα φυτά των πόλεων γίνονται σύμμαχοί μας στην αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα πάρκα, τα άλση, οι κήποι, οι πλατείες με πράσινο ομορφαίνουν τις πόλεις μας και είναι τόποι χαράς και ξεκούρασης για τους κατοίκους.

Το πράσινο στις πόλεις είναι απαραίτητο. Γι' αυτό φροντίζουμε να δημιουργούμε περισσότερους χώρους πράσινου στη γειτονιά μας, στο σχολείο, στο σπίτι μας. Μελέτη περιβάλλοντος, Δ' Δημοτικού

Οι _____ μορφές ενέργειας είναι οι μορφές ενέργειας που δεν τελειώνουν ποτέ, ενώ οι _____ είναι αυτές που σύντομα θα εξαντληθούν και δε θα υπάρχουν στον πλανήτη. Αν οι πόλεις μας βασίζονταν σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως είναι η _____, που παράγεται από την εκμετάλλευση του ήλιου, ή η _____, που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου, δε θα χρειαζόταν να καίμε ορυκτά καύσιμα, όπως _____ ή _____. Έτσι, θα καταφέραμε να διατηρήσουμε την ατμόσφαιρα πιο _____, αλλά και τη φύση πιο _____.

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

• Β. Φύλλο αξιολόγησης 2



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Στον άνθρωπο	Στο περιβάλλον

Η απόθεση απορριμάτων σε ανεξέλεγκτες χωματερές οδηγεί σε:

- Ρύπανση της ατμόσφαιρας, από εσκεμμένες ή όχι πυρκαγιές
- Φωτοχημική ρύπανση από ουσίες που απελευθερώνονται από τη διάσπαση
- Ρύπανση του εδάφους
- Ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα εξαιτίας της αποστράγγισης μικροοργανισμών και μετάλλων

Τι πρέπει να γίνει κατά τη γνώμη σου σε ένα δάσος που καταστράφηκε από πυρκαγιά;

- Τίποτα, τα δάση δεν αναγεννώνται
- Να προστατευθούν τα νεαρά φυτά από τη βόσκηση και μια νέα πυρκαγιά
- Το μόνο που χρειάζεται είναι να μη συμβεί μια νέα πυρκαγιά

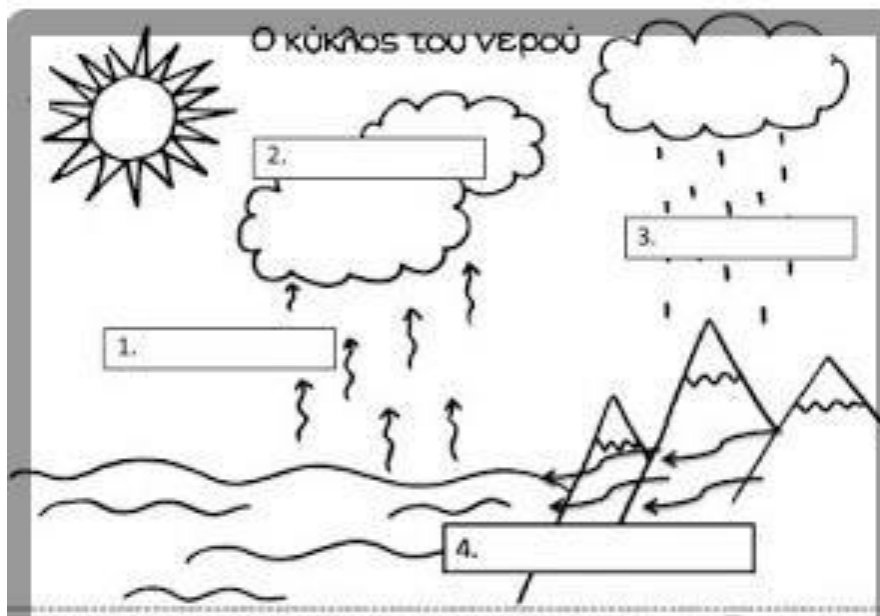
Ρύπανση του εδάφους προκαλείται από:

- Απομάκρυνση (διάβρωση) του εδάφους καθώς αυτό παρασύρεται από τη βροχή
 - Απόρριψη τοξικών χημικών ουσιών
 - Απόρριψη ραδιενεργών καταλοίπων
 - Όξινη βροχή
 - Απόρριψη αστικών απορριμάτων
-

• Γ. Φύλλο αξιολόγησης 3

Με ποιούς τρόπους προκαλείται ρύπανση στα νερά:

- Με τη διοχέτευση βιομηχανικών λυμάτων που περιέχουν μέταλλα, όπως ο υδράργυρος, ο μόλυβδος ή ο ψευδάργυρος
- Με την όξινη βροχή
- Με την αποστράγγιση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και εντομοκτόνων από καλλιεργητικές δραστηριότητες
- Με τη διοχέτευση αστικών λυμάτων που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία για τον καθαρισμό τους (βιολογικό καθαρισμό)



	Το νερό πέφτει με μορφή βροχής, χιονιού, χαλαζιού κλπ. στις θάλασσες, λίμνες, ωκεανούς, ποτάμια και στο έδαφος.
	Νερό σε αέρια μορφή - εξατμίζεται και παίρνει τη μορφή υδρατμών.
	Ταξιδεύει με τη μορφή νεφών και συμπυκνώνεται σε σταγόνες νερού, νιφάδες χιονιού, παγοκρυστάλλους χαλαζιού, σταγόνες δροσιάς και κρυστάλλους πάχνης.
	Το νερό σε υγρή μορφή βρίσκεται σε ωκεανούς, λίμνες, ποτάμια, πάγους και στο έδαφος.

A/α	ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ (π.χ. νερόμυλος, αρδευτικό κανάλι, σκουπίδια κλπ.)	ΚΑΛΗ/ ΚΑΚΗ	ΣΕ ΤΙ ΟΦΕΛΕΙ/ ΒΛΑΠΤΕΙ
1			
2			
3			
4			
5			
6			

8) Ένωσα ότι η εφαρμογή διευκόλυνε τον τρόπο που μαθαίνω.			
9) Η εφαρμογή είναι ένας πολύ πιο εύκολος τρόπος μάθησης σε σύγκριση με τη συνηθισμένη διδασκαλία.			
10) Γιατί να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή; Υπάρχουν ευκολότεροι τρόποι να μάθω αυτό που θέλω.			
11) Ένωσα ότι η εφαρμογή αύξησε τις γνώσεις μου.			
12) Ένωσα ότι κατέκτησα τις βασικές ιδέες της διδαχθείσας γνώσης.			
13) Το περιεχόμενο και ο τρόπος που παρουσιάστηκε το γνωστικό υλικό, μου			

δημιούργησαν την εντύπωση ότι είναι κάτι που αξίζει κανείς να το μάθει.			
14) Κατά την αλληλεπίδραση με τα εικονικά αντικείμενα, ένιωσα ότι αυτά ήταν σαν πραγματικά.			
15) Υπήρχαν στιγμές που ένιωσα τα εικονικά αντικείμενα τόσο αληθινά όσο και τα πραγματικά.			
16) Τα εικονικά αντικείμενα μου φαίνονταν σαν πραγματικά αντικείμενα.			
17) Απόλαυσα την ιστορία που διαπραγματεύεται η εφαρμογή.			
18) Κινητοποιήθηκα συναισθηματικά από τα γεγονότα στην εφαρμογή.			
19) Με ενδιέφερε πολύ να παρακολουθήσω την εξέλιξη των γεγονότων της εφαρμογής.			
20) Απόλαυσα τα γραφικά της εφαρμογής.			
21) Νομίζω ότι οπτικά η εφαρμογή είναι ελκυστική.			

22) Θεωρώ ότι τα γραφικά της εφαρμογής ταιριάζουν με τη διάθεση ή το ύφος της.			
23) Οι γενικοί στόχοι της εφαρμογής παρουσιάστηκαν από την αρχή.			
24) Οι γενικοί στόχοι της εφαρμογής παρουσιάστηκαν με σαφήνεια.			
25) Ήξερα πώς να επιτύχω τους στόχους/σκοπούς της εφαρμογής.			
26) Λάμβανα άμεση ανατροφοδότηση για τις ενέργειές μου.			
27) Λάμβανα αμέσως πληροφορίες σχετικά με την επιτυχία (ή αποτυχία) των			

ενδιάμεσων στόχων μου.			
28) Ένωσα ότι η εφαρμογή μου παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για την επίτευξη ενός στόχου.			
29) Νομίζω ότι είναι εύκολο να μάθει κανείς πώς να χρησιμοποιεί την εφαρμογή.			
30) Βρήκα την εφαρμογή αναίτια περίπλοκη REVERSE.			
31) Βρήκα την εφαρμογή αναίτια περίπλοκη REVERSE.			
32) Ένωσα ότι χρειάζομαι βοήθεια από κάποιον άλλον επειδή δεν ήταν εύκολο για μένα να μάθω να χρησιμοποιώ την εφαρμογή REVERSE.			
33) Βρήκα τα πλήκτρα ελέγχου της εφαρμογής απλά στη χρήση τους.			
34) Βρήκα τα μενού της εφαρμογής φιλικά προς τον χρήστη.			
35) Νομίζω ότι οι πληροφορίες που παρέχονται στην εφαρμογή			

(π.χ. μηνύματα στην οθόνη, βοήθεια) είναι σαφείς.			
36) Αισθάνθηκα επιδέξιος.			
37) Αισθάνθηκα ικανός.			
38) Αισθάνθηκα επιτυχημένος.			
39) Ένωσα ότι έχω τον πλήρη έλεγχο της εφαρμογής.			
40) Σε πολλά σημεία υπήρχαν τόσο πολλές πληροφορίες που ήταν δύσκολο να θυμάμαι τα σημαντικά στοιχεία.			
41 Δεν μπορούσα να) καταλάβω κομμάτια του γνωστικού υλικού αυτής της εφαρμογής.			
42) Η καλή οργάνωση του περιεχομένου με βοήθησε να είμαι βέβαιος ότι θα μάθω αυτό το υλικό.			
43) Δεν με ενδιέφερε να μάθω χρησιμοποιώντας αυτή την εφαρμογή.			
44) Η εφαρμογή ήταν ενδιαφέρουσα και τράβηξε την προσοχή μου.			
45) Η εφαρμογή είχε πράγματα που μου κέντρισαν την περιέργειά μου.			
46 Η εφαρμογή ήταν τόσο) μονότονη και επαναλαμβανόμενη που με έκανε να βαρεθώ.			
47) Το περιεχόμενο της εφαρμογής ήταν σχετικό με τα ενδιαφέροντά μου.			
48) Το περιεχόμενο της εφαρμογής δεν ήταν σχετικό με τις ανάγκες μου, επειδή ήξερα, ήδη, το μεγαλύτερο			

μέρος του.			
49) Είναι ξεκάθαρο πως το περιεχόμενο της εφαρμογής σχετίζεται με πράγματα που ήδη γνωρίζω.			

4. Ανάλυση Δεδομένων

Explore

Notes

Output Created	
Comments	
Input	Active Dataset
	Filter
	Weight
	Split File
	N of Rows in Working Data File
Missing Value Handling	Definition of Missing
	Cases Used
Syntax	
Resources	Processor Time
	Elapsed Time

Group

Case Processing Summary

	Valid	Missing	Total group	Cases			
				N	Percent N	Percent N	
pre_test	1.00		20	100.0%	0	0.0%	20
	2.00		20	100.0%	0	0.0%	20
test1	1.00		20	100.0%	0	0.0%	20
	2.00		20	100.0%	0	0.0%	20
test2	1.00		20	100.0%	0	0.0%	20
	2.00		20	100.0%	0	0.0%	20
test3	1.00		20	100.0%	0	0.0%	20
	2.00		20	100.0%	0	0.0%	20

post_test	1.00	20	100.0%	0	0.0%	20
	2.00	20	100.0%	0	0.0%	20

Descriptives

group		Statistic		
pre_test	1.00	Mean	20.0500	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	17.6373
			Upper Bound	22.4627
		5% Trimmed Mean	20.1111	
		Median	21.5000	
		Variance	26.576	
		Std. Deviation	5.15522	
		Minimum	10.00	
		Maximum	29.00	
		Range	19.00	
		Interquartile Range	8.00	
		Skewness	-.308	
		Kurtosis	-.803	
		pre_test	2.00	Mean
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound			15.9004
	Upper Bound			21.1996
5% Trimmed Mean	18.4444			
Median	17.0000			
Variance	32.050			
Std. Deviation	5.66127			
Minimum	10.00			
Maximum	29.00			
Range	19.00			
Interquartile Range	9.25			
Skewness	.537			
Kurtosis	-.588			
test1	1.00			Mean
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	15.1425
			Upper Bound	19.2575
		5% Trimmed Mean	17.1667	
		Median	17.0000	
		Variance	19.326	
		Std. Deviation	4.39617	
		Minimum	10.00	
		Maximum	25.00	
		Range	15.00	

		Interquartile Range	5.75
		Skewness	.000
		Kurtosis	-.584
2.00		Mean	20.6000
		95% Confidence Interval for Mean	
		Lower Bound	18.0574
		Upper Bound	23.1426
		5% Trimmed Mean	20.6111
		Median	19.0000
		Variance	29.516
		Std. Deviation	5.43284
		Minimum	11.00
		Maximum	30.00
		Range	19.00
		Interquartile Range	7.00
		Skewness	.337
		Kurtosis	-.641
test2	1.00	Mean	14.5500
		95% Confidence Interval for Mean	
		Lower Bound	13.1137
		Upper Bound	15.9863
		5% Trimmed Mean	14.5000
		Median	14.0000
		Variance	9.418
		Std. Deviation	3.06894
		Minimum	10.00
		Maximum	20.00
		Range	10.00
		Interquartile Range	4.75
		Skewness	.559
		Kurtosis	-.593
	2.00	Mean	15.2000
		95% Confidence Interval for Mean	
		Lower Bound	13.7627
		Upper Bound	16.6373
		5% Trimmed Mean	15.2222
		Median	15.0000
		Variance	9.432
		Std. Deviation	3.07109
		Minimum	10.00
		Maximum	20.00
		Range	10.00
		Interquartile Range	4.25
		Skewness	-.294

		Kurtosis	-.653
test3	1.00	Mean	14.7500
		95% Confidence Interval for Mean	
		Lower Bound	13.3677
		Upper Bound	16.1323
		5% Trimmed Mean	14.6111
		Median	14.5000
		Variance	8.724
		Std. Deviation	2.95359
		Minimum	11.00
		Maximum	21.00
		Range	10.00
		Interquartile Range	4.00
		Skewness	.830
		Kurtosis	.176
	2.00	Mean	16.8500
		95% Confidence Interval for Mean	
		Lower Bound	15.3447
		Upper Bound	18.3553
		5% Trimmed Mean	17.0000
		Median	16.5000
		Variance	10.345
		Std. Deviation	3.21632
		Minimum	10.00
		Maximum	21.00
		Range	11.00
		Interquartile Range	5.00
		Skewness	-.366
		Kurtosis	-.633
post_test	1.00	Mean	23.0500
		95% Confidence Interval for Mean	
		Lower Bound	21.9396
		Upper Bound	24.1604
		5% Trimmed Mean	22.9444
		Median	23.0000
		Variance	5.629
		Std. Deviation	2.37254
		Minimum	20.00
		Maximum	28.00
		Range	8.00
		Interquartile Range	3.00
		Skewness	.775
		Kurtosis	.013

2.00	Mean	32.1000
	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	29.6474
	Upper Bound	34.5526
	5% Trimmed Mean	32.4444
	Median	31.5000
	Variance	27.463
	Std. Deviation	5.24053
	Minimum	19.00
	Maximum	39.00
	Range	20.00
	Interquartile Range	8.00
	Skewness	-.558
	Kurtosis	.329

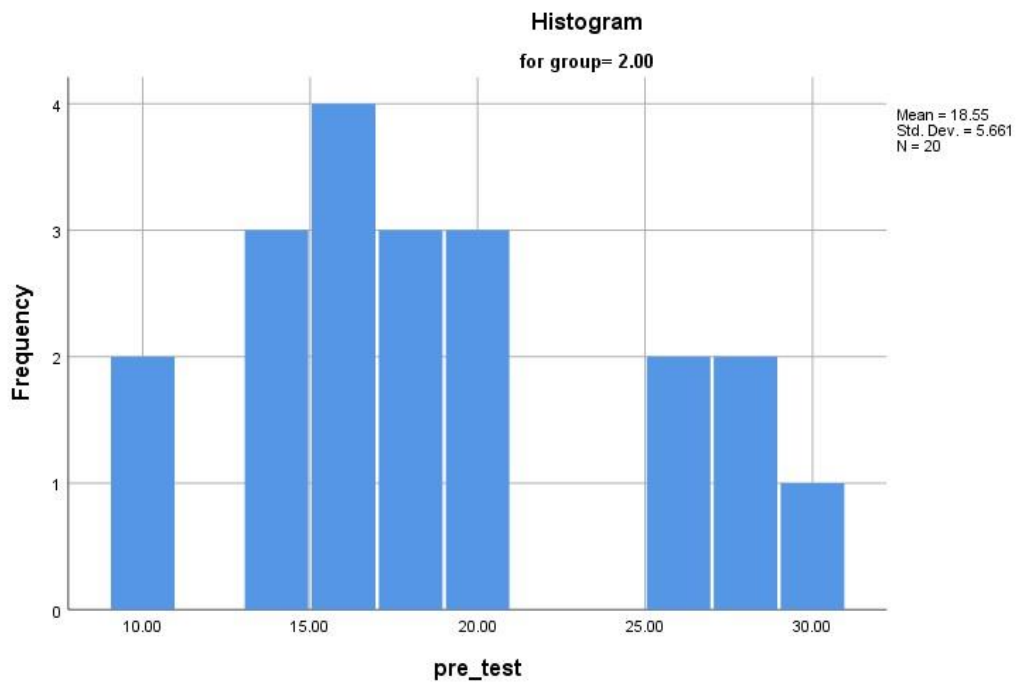
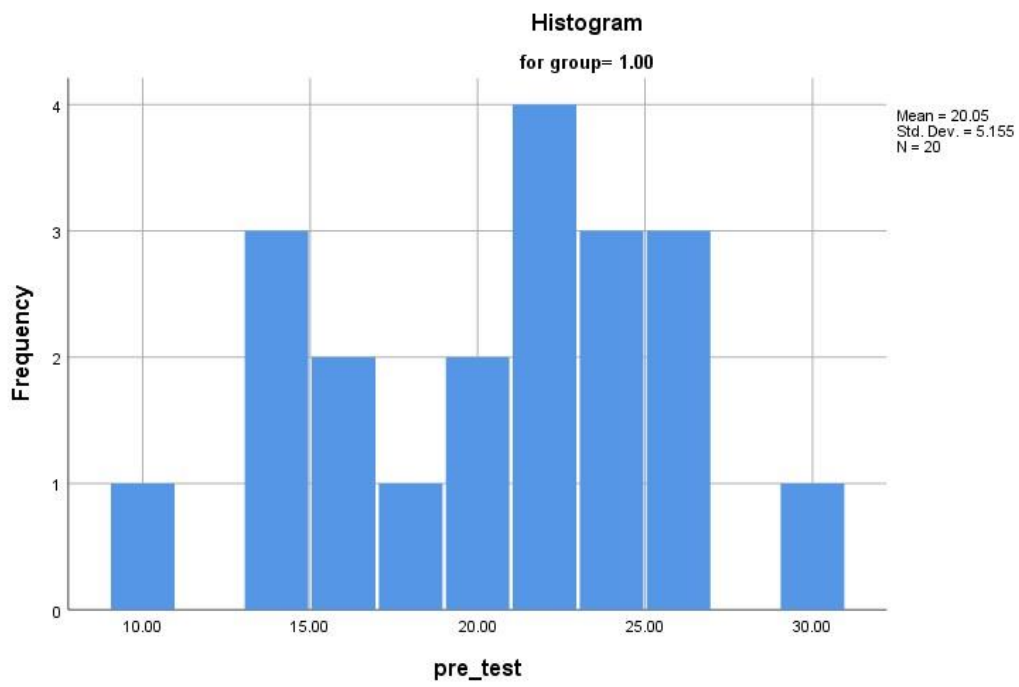
Tests of Normality

	group	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk	
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df
pre_test	1.00	.147	20	.200*	.960	20
	2.00	.168	20	.140	.915	20
test1	1.00	.121	20	.200*	.949	20
	2.00	.216	20	.015	.928	20
test2	1.00	.143	20	.200*	.927	20
	2.00	.224	20	.010	.926	20
test3	1.00	.166	20	.149	.909	20
	2.00	.148	20	.200*	.939	20
post_test	1.00	.156	20	.200*	.911	20
	2.00	.127	20	.200*	.923	20

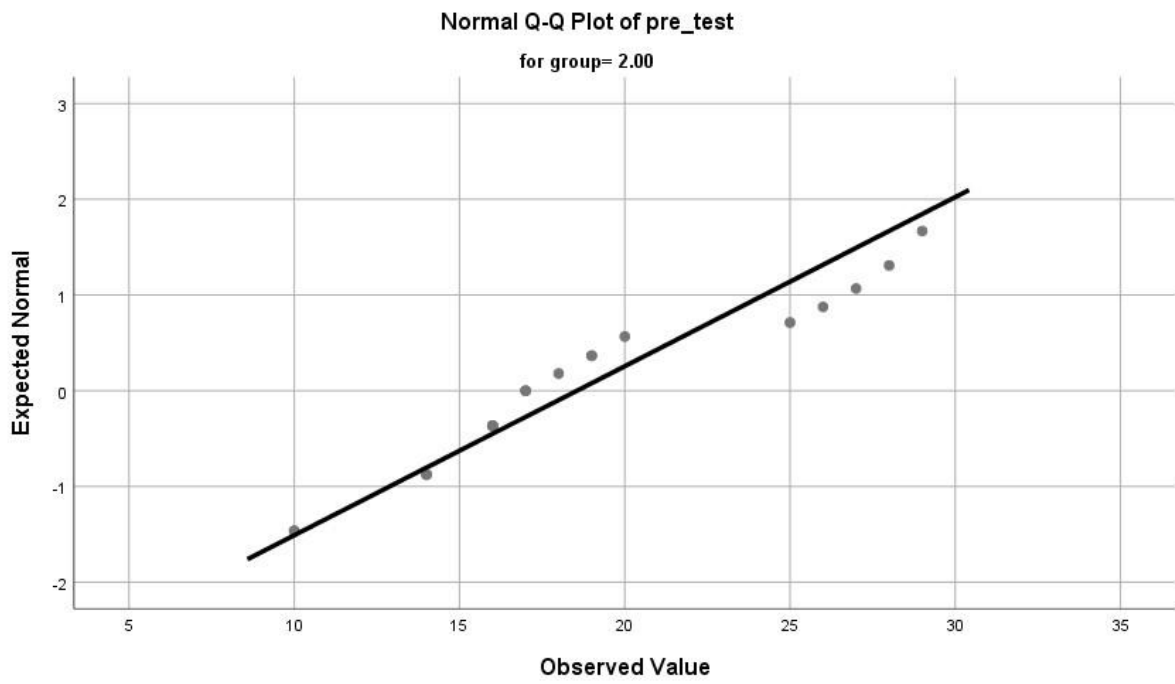
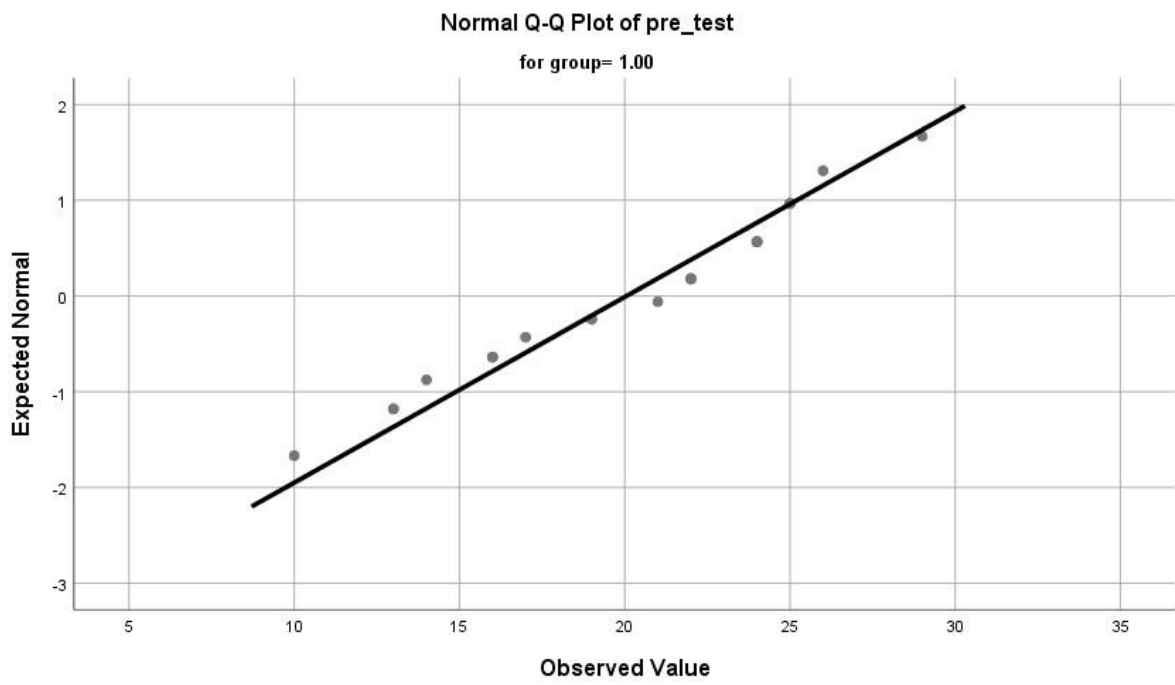
*. This is a lower bound of the true significance. a. Lilliefors Significance Correction

• pre_test

Histograms

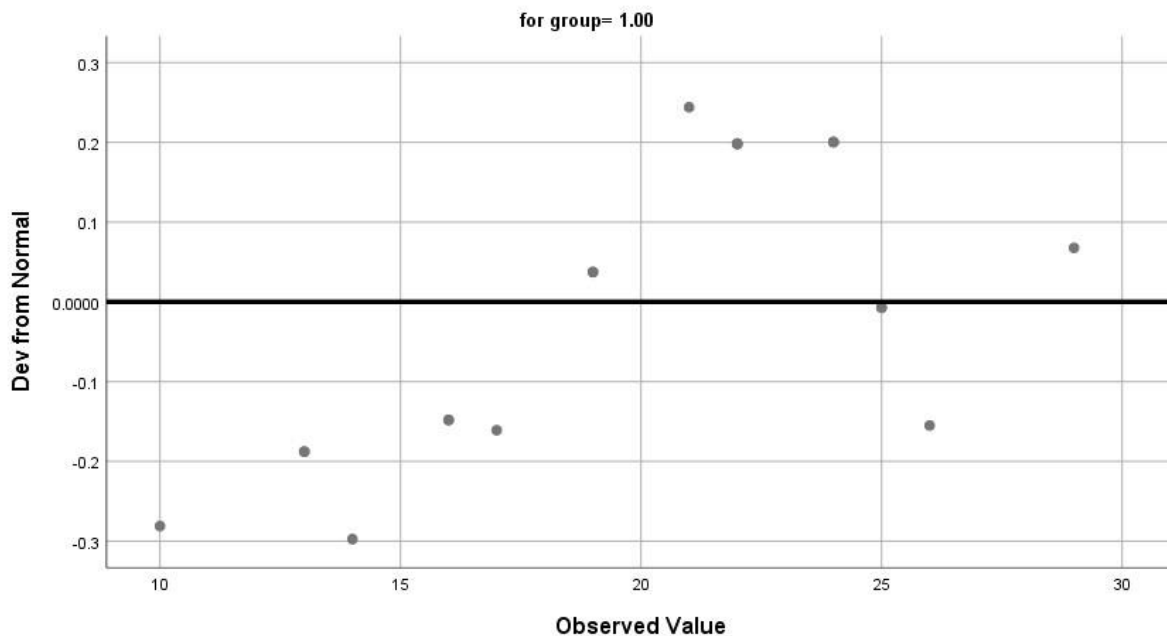


Normal Q-Q Plots

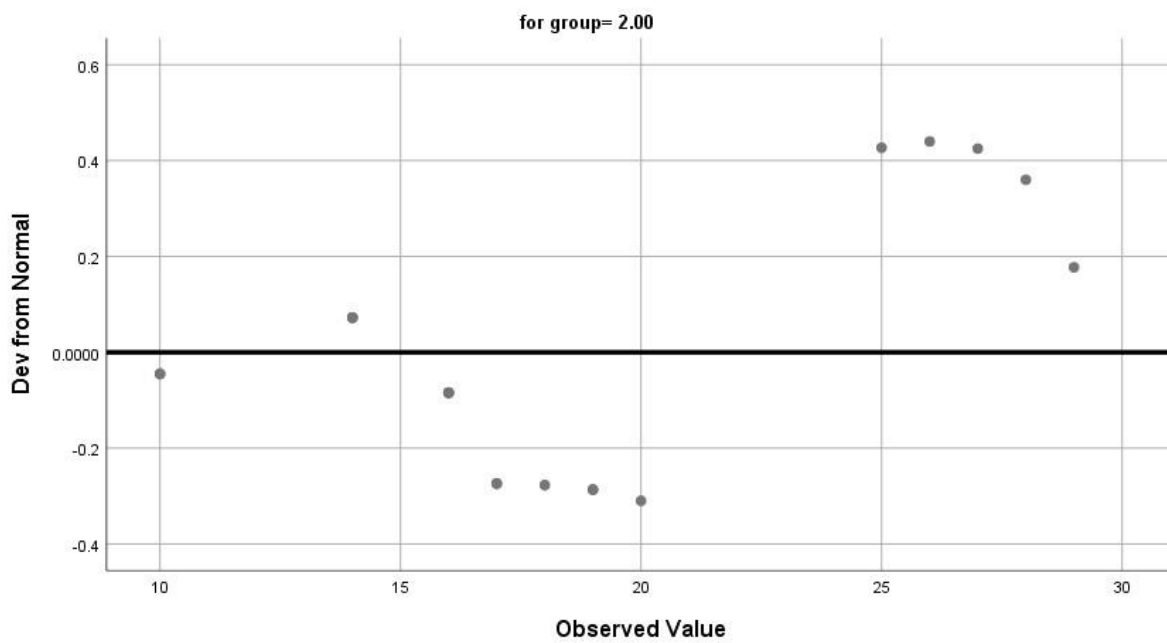


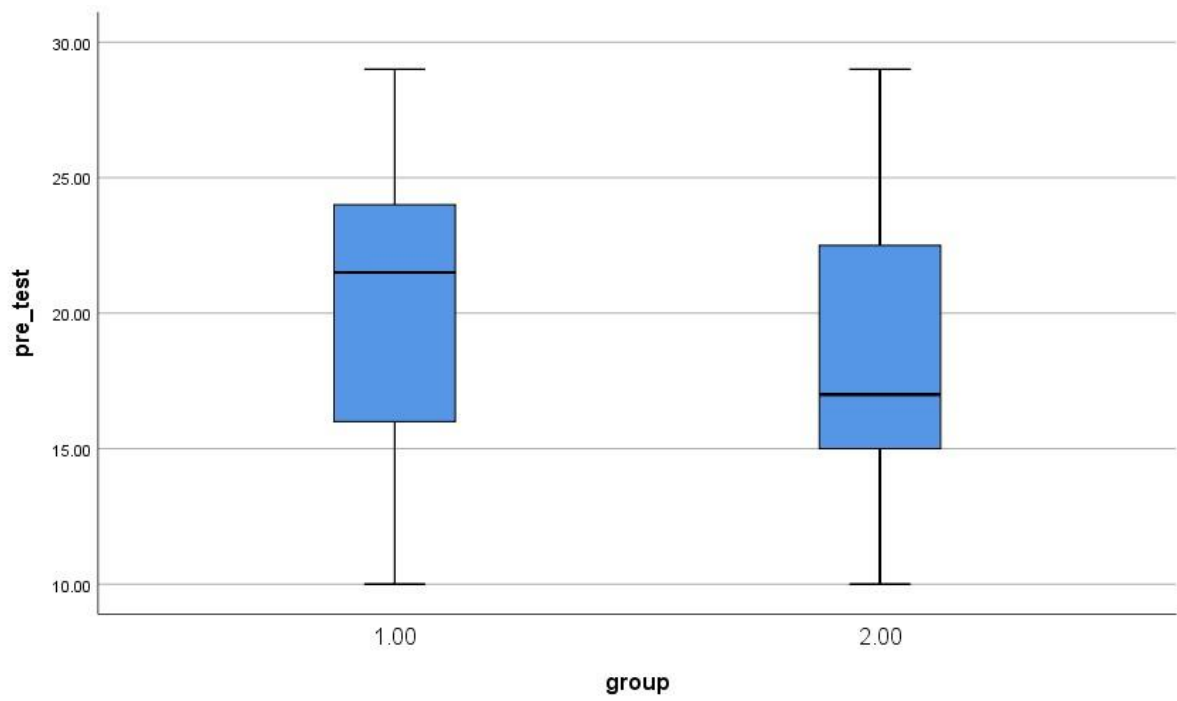
Detrended Normal Q-Q Plots

Detrended Normal Q-Q Plot of pre_test



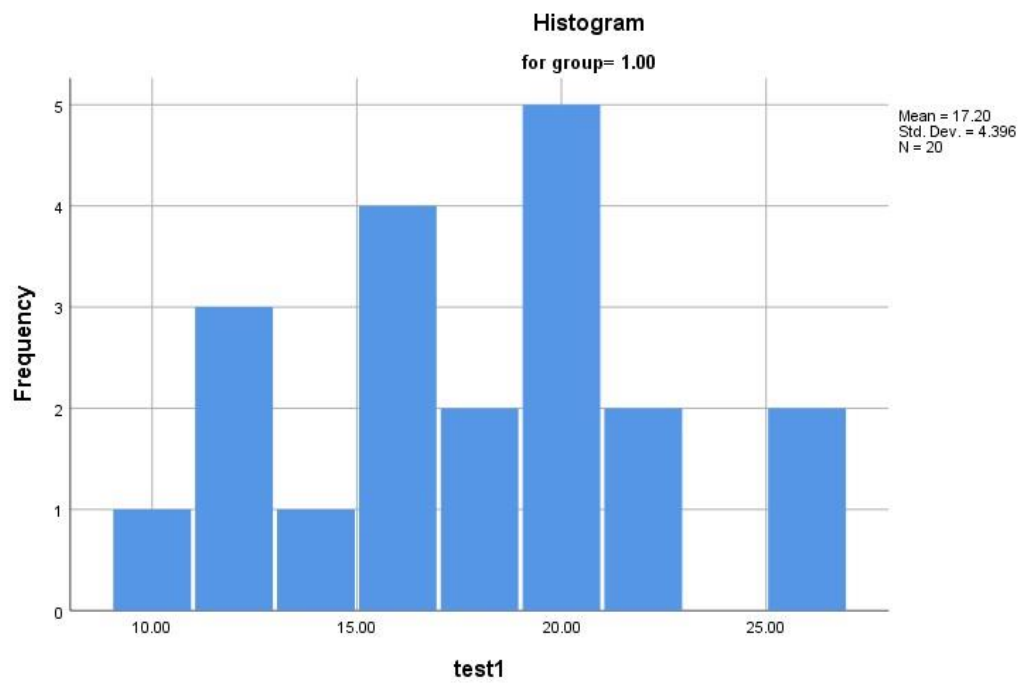
Detrended Normal Q-Q Plot of pre_test

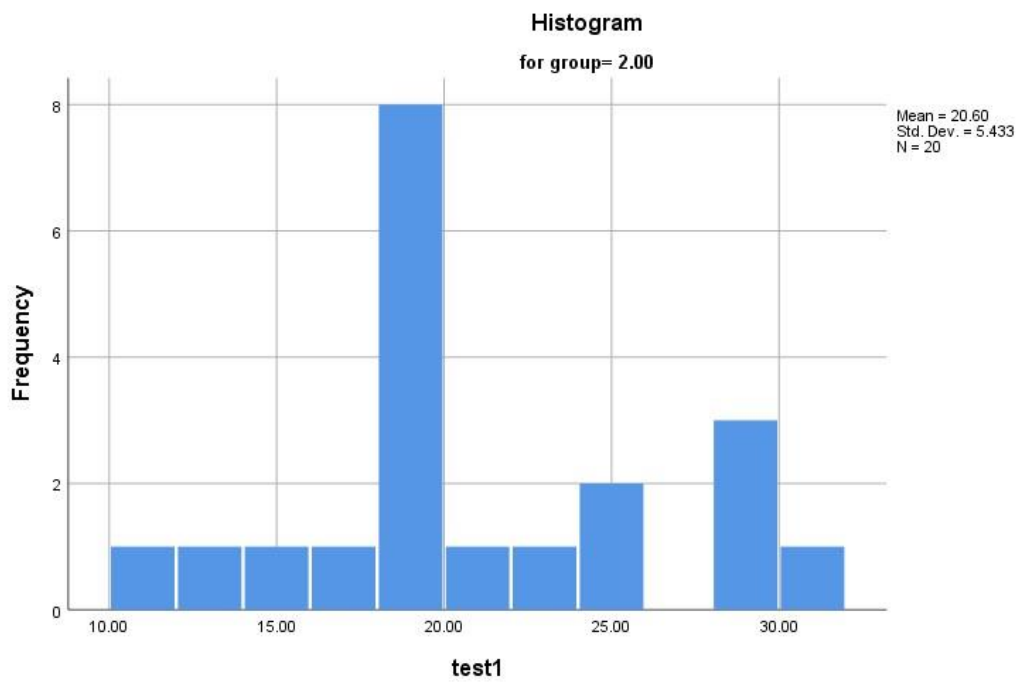




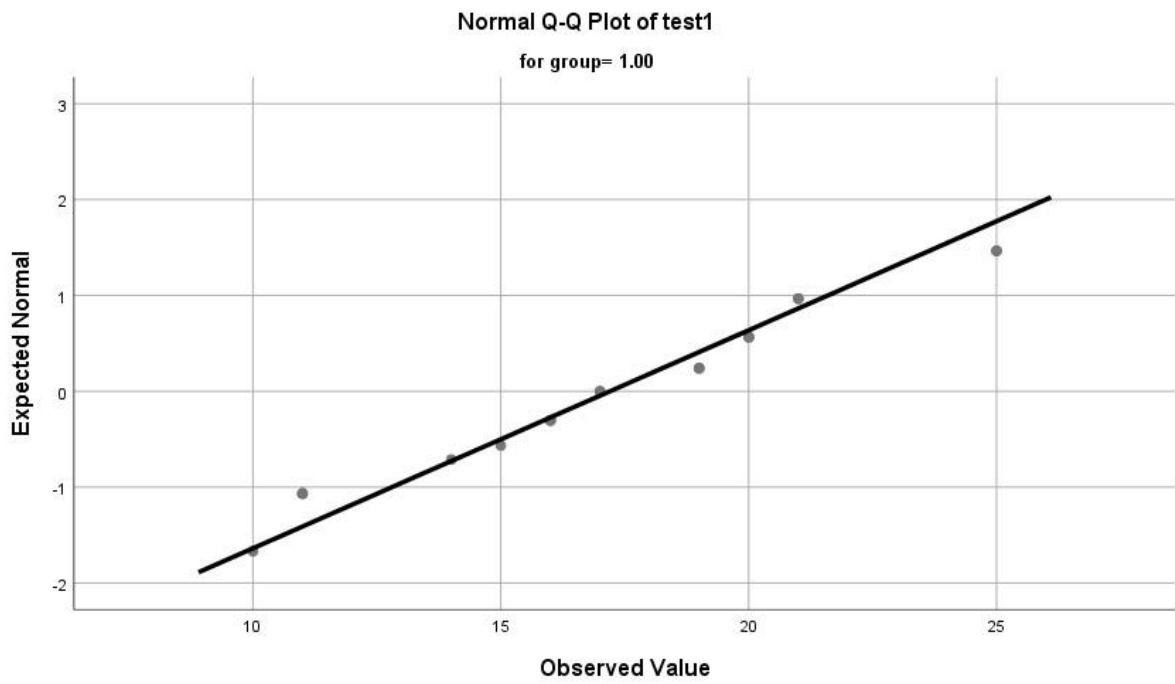
• test1

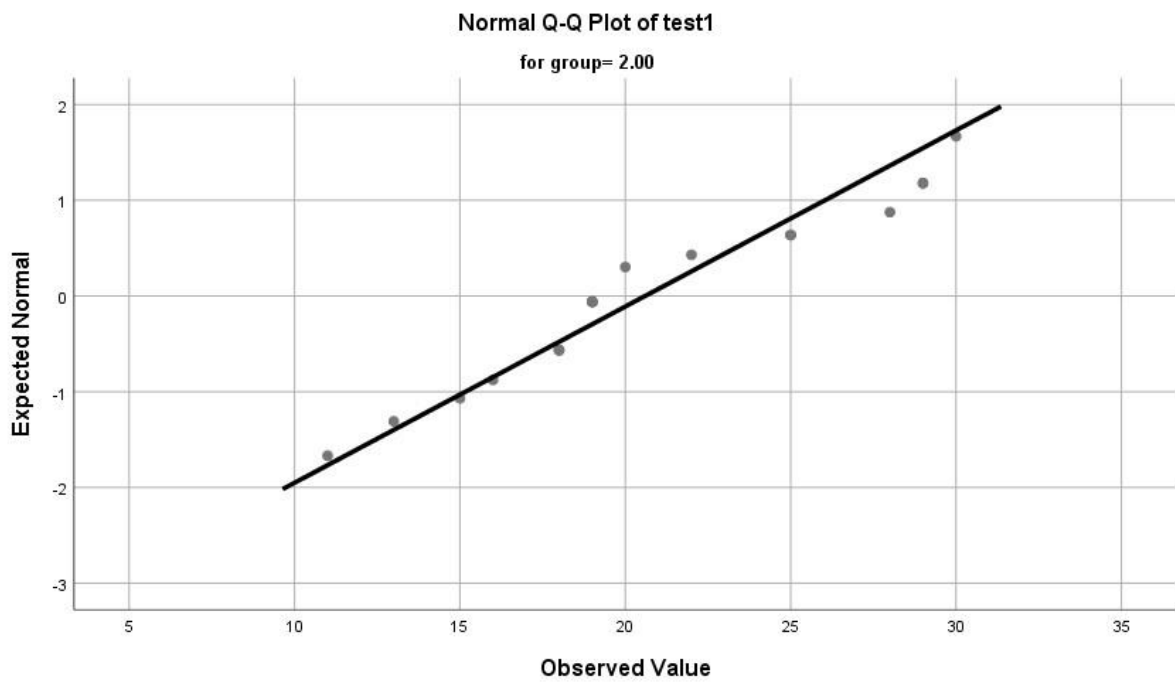
Histograms



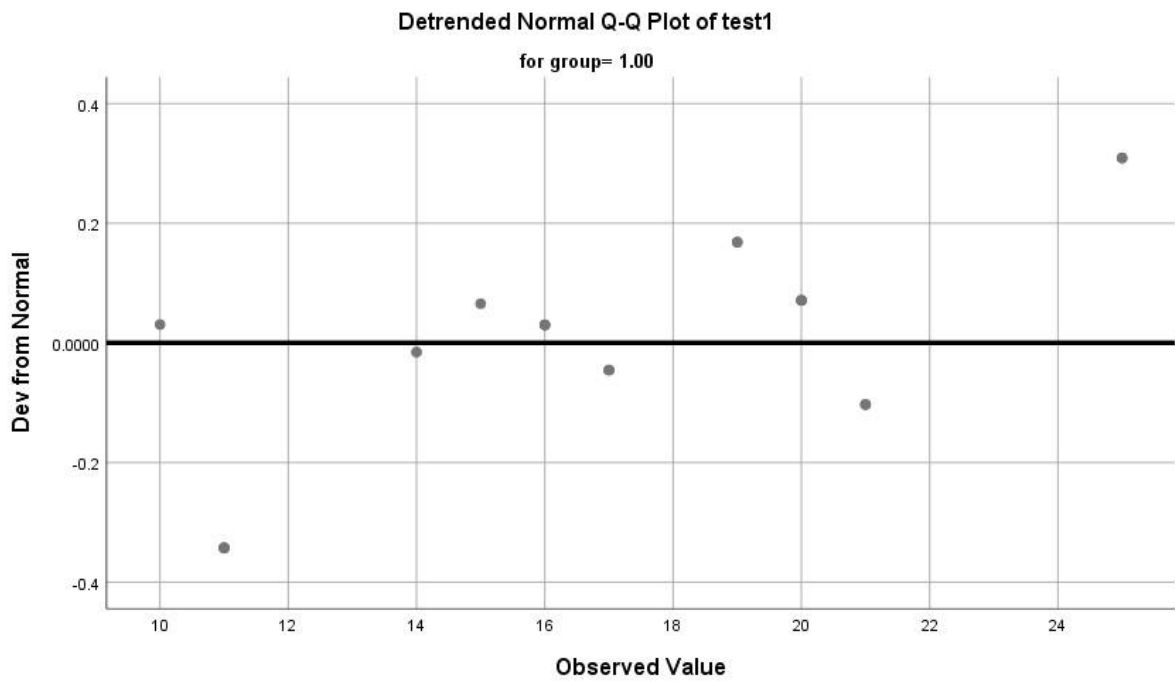


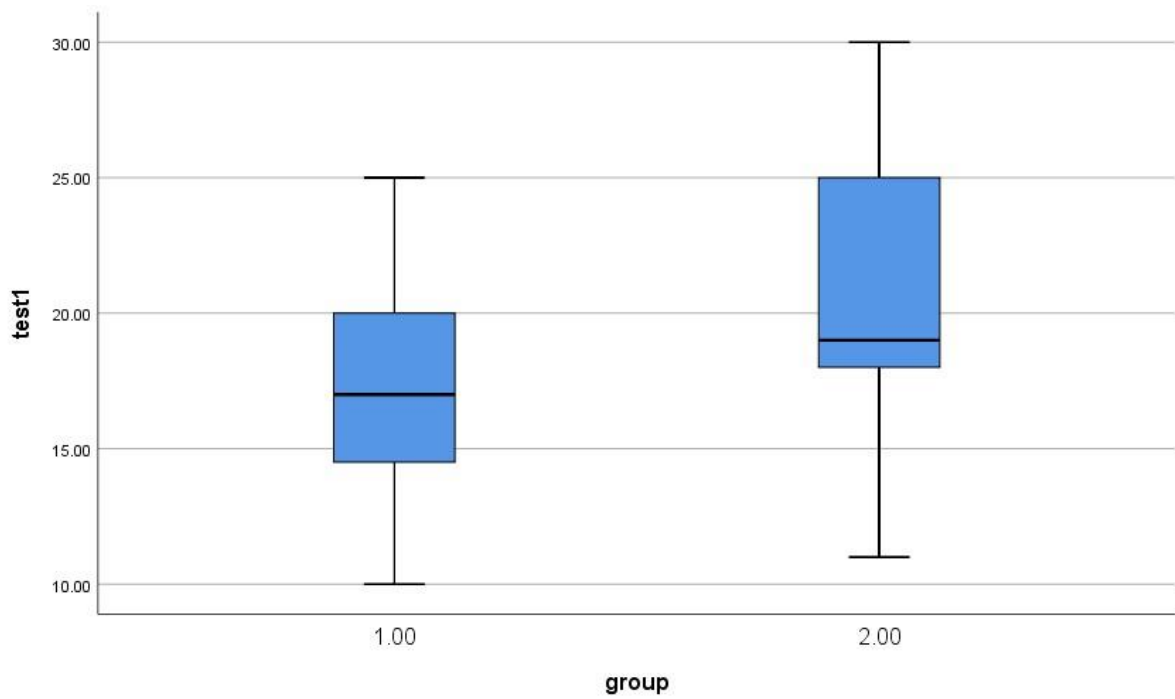
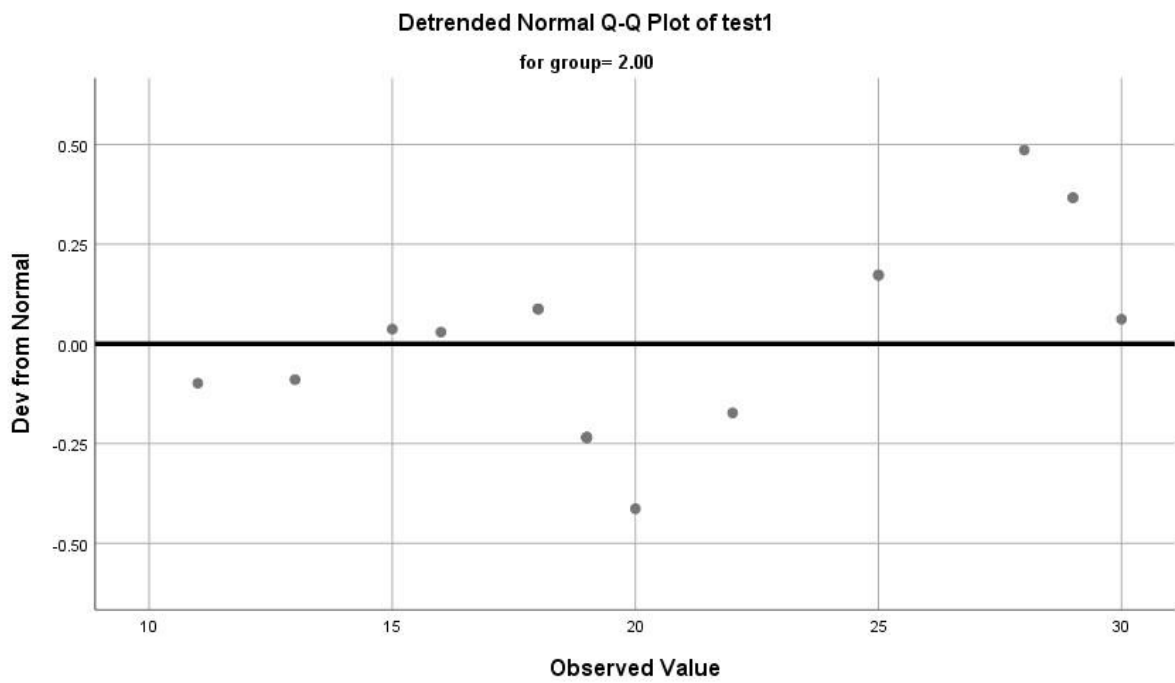
Normal Q-Q Plots





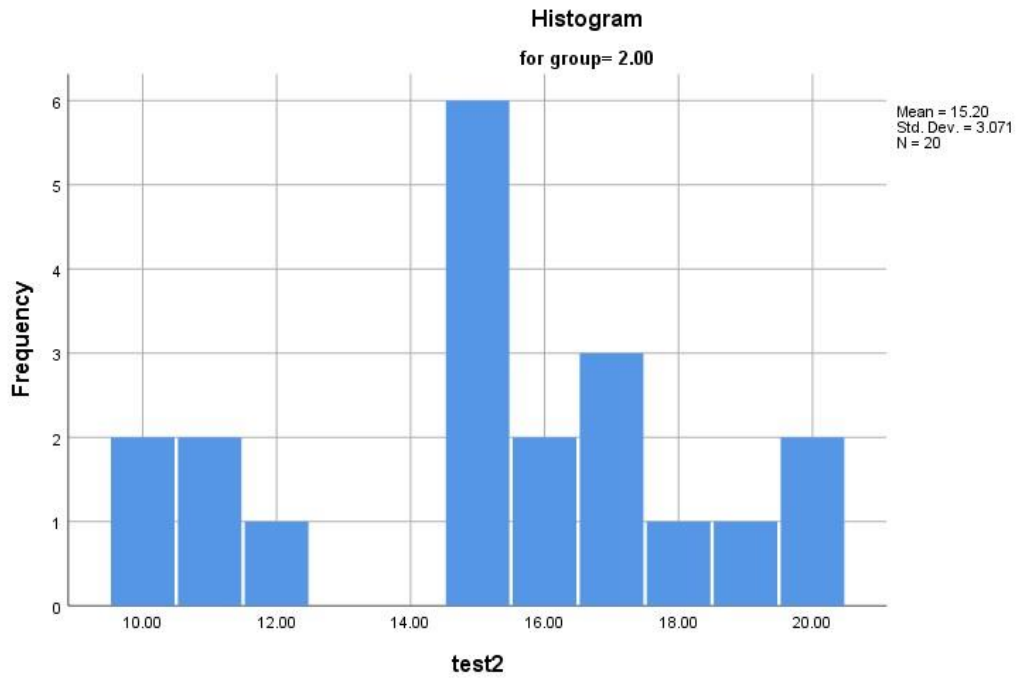
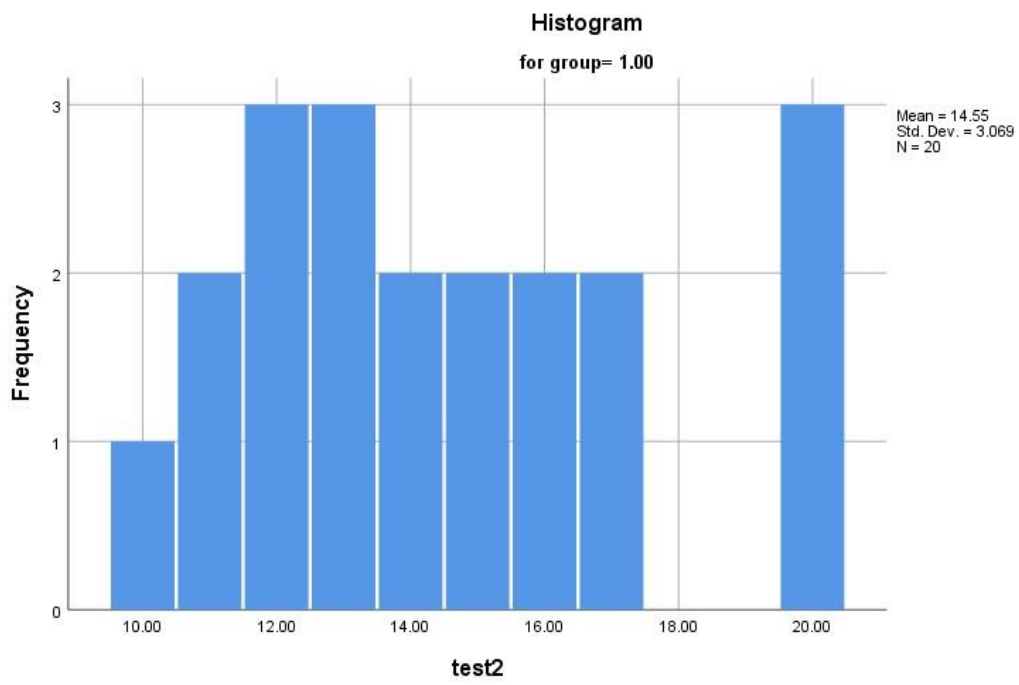
Detrended Normal Q-Q Plots



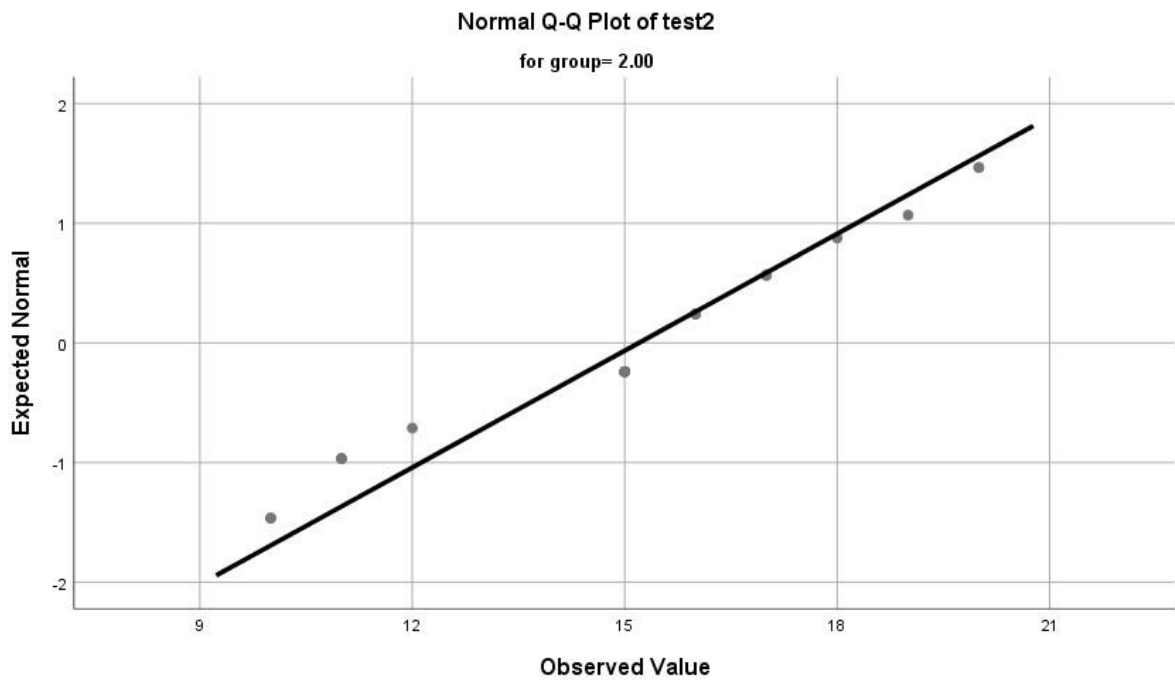
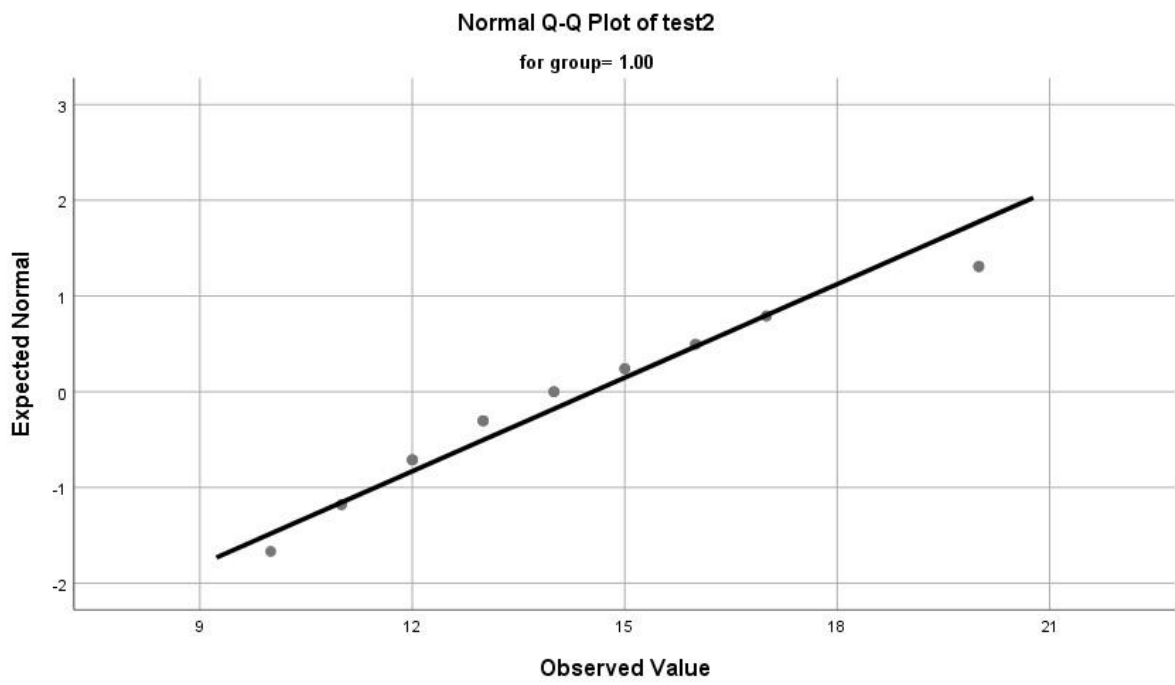


• test2

Histograms

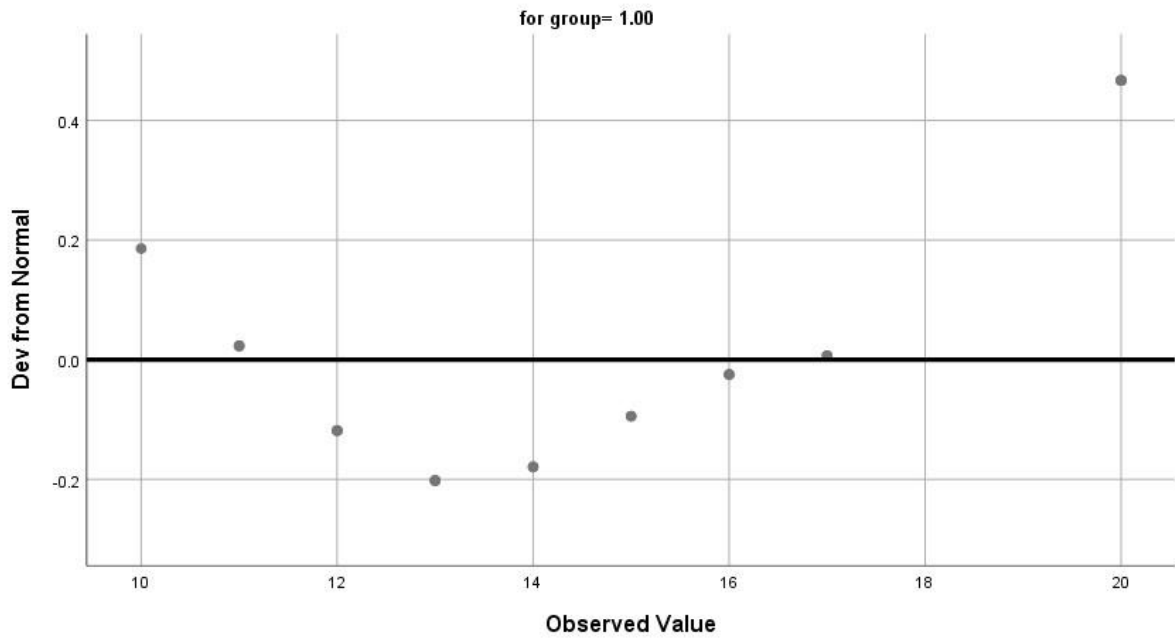


Normal Q-Q Plots

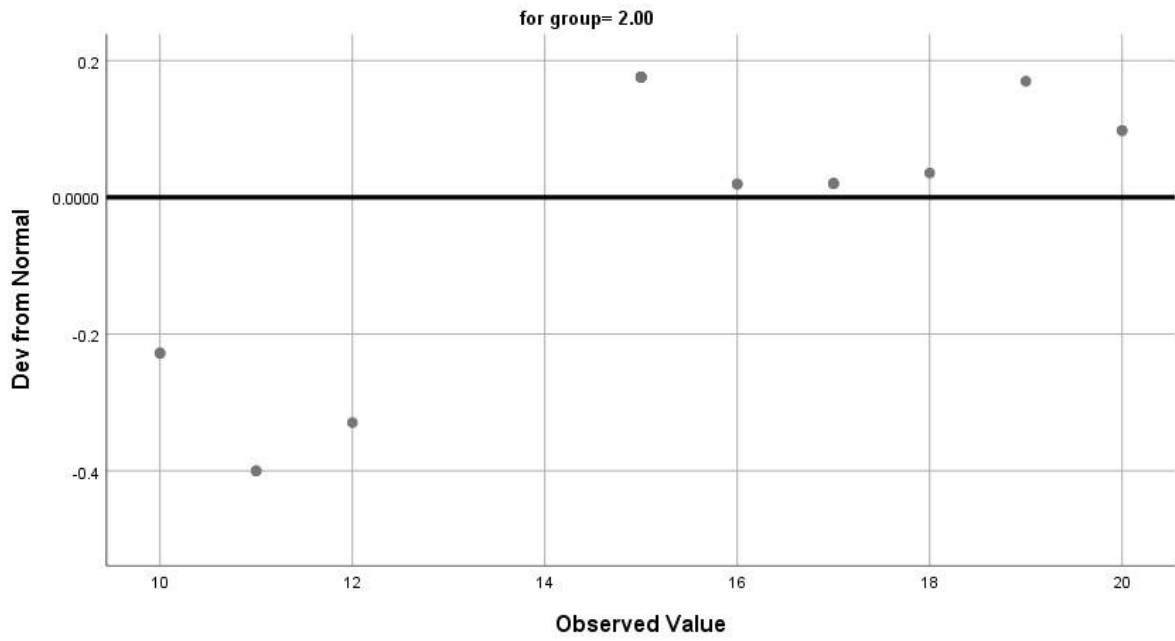


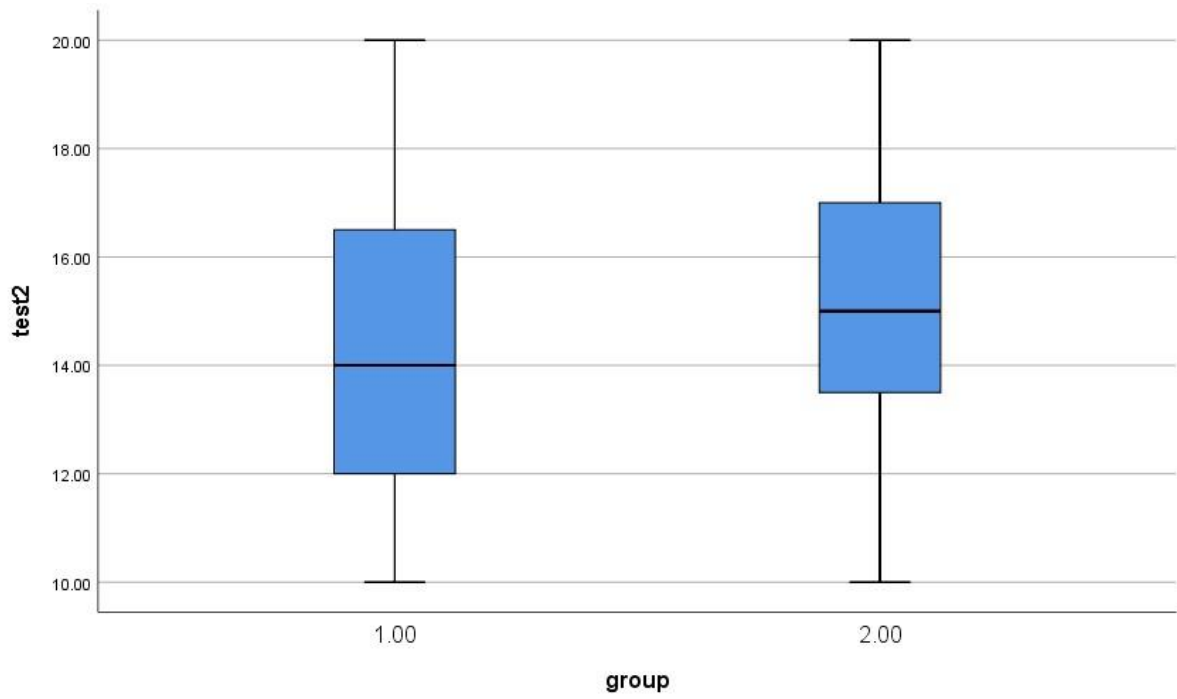
Detrended Normal Q-Q Plots

Detrended Normal Q-Q Plot of test2



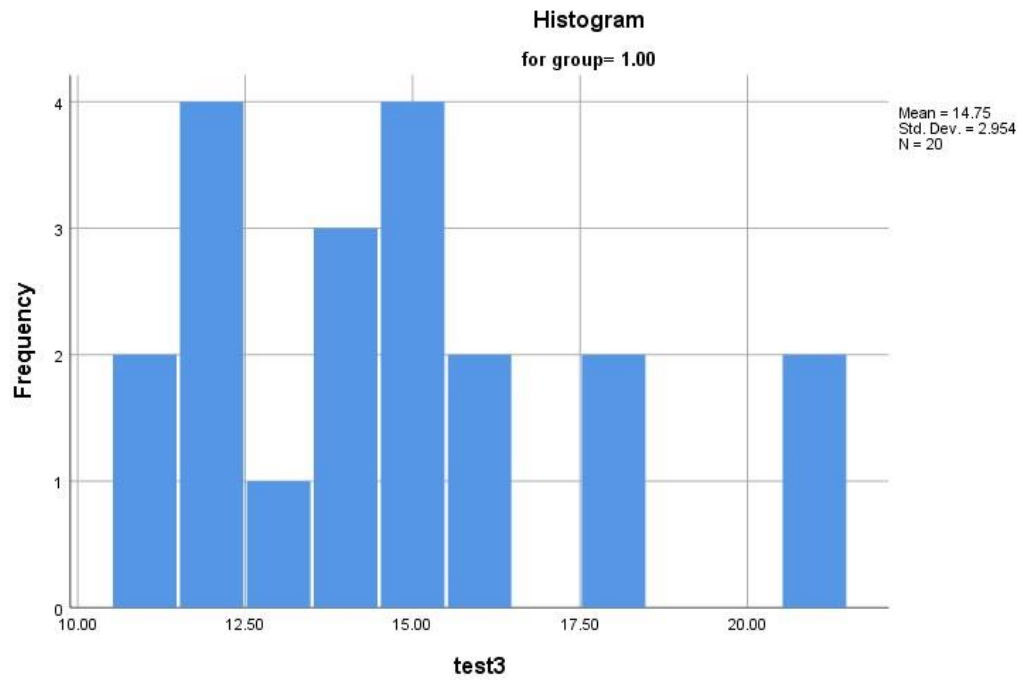
Detrended Normal Q-Q Plot of test2

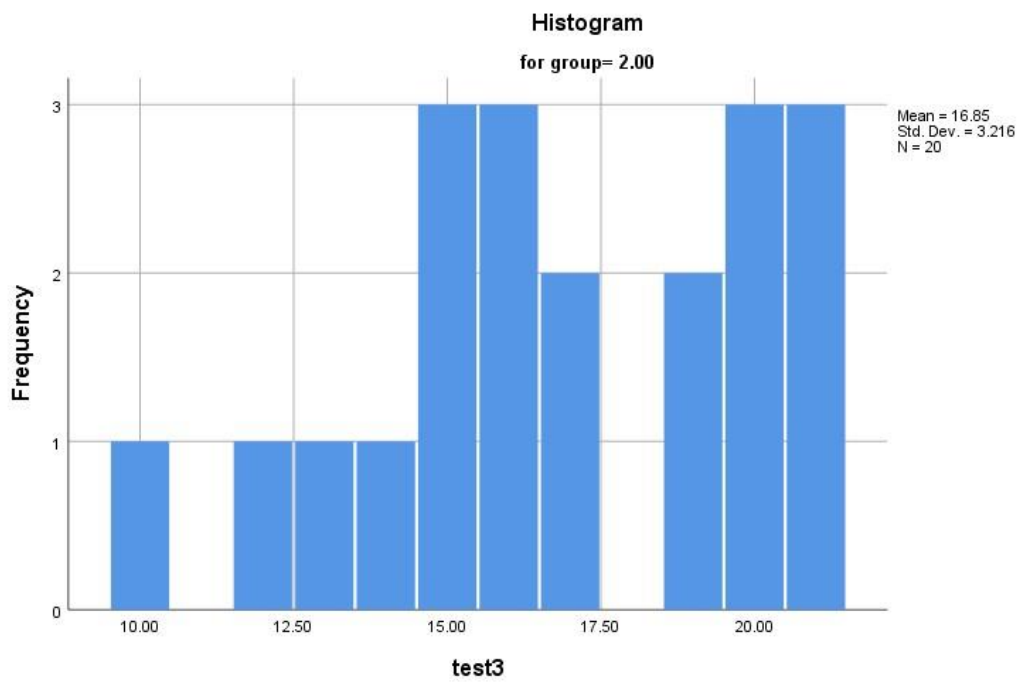




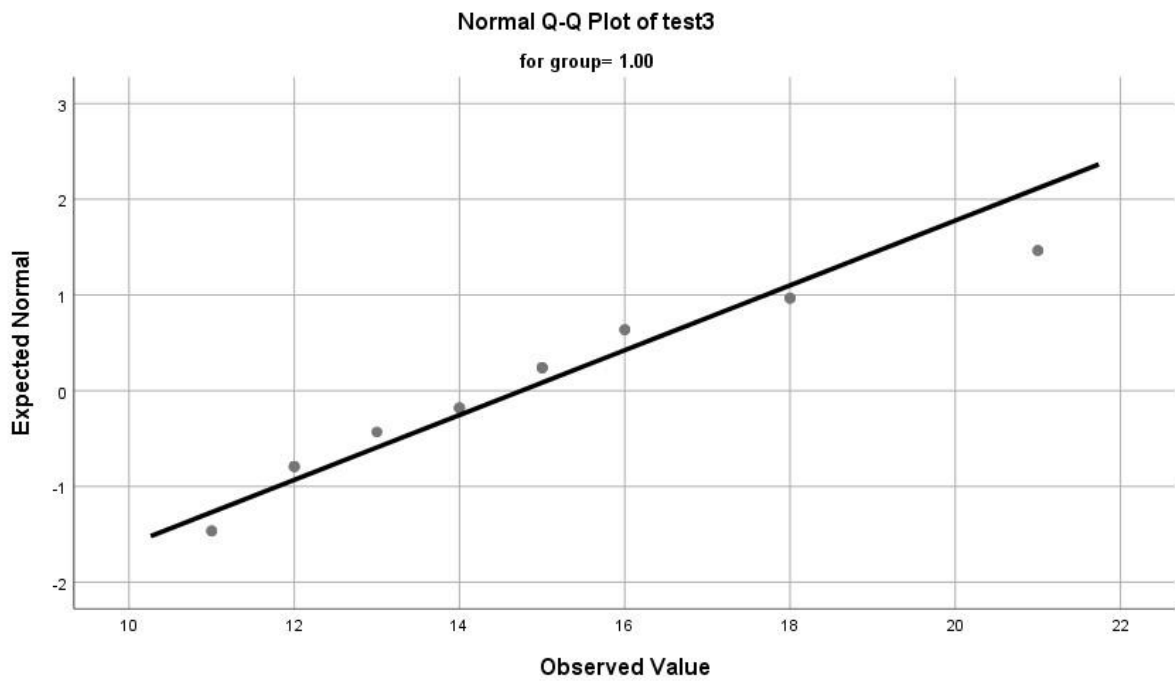
• test3

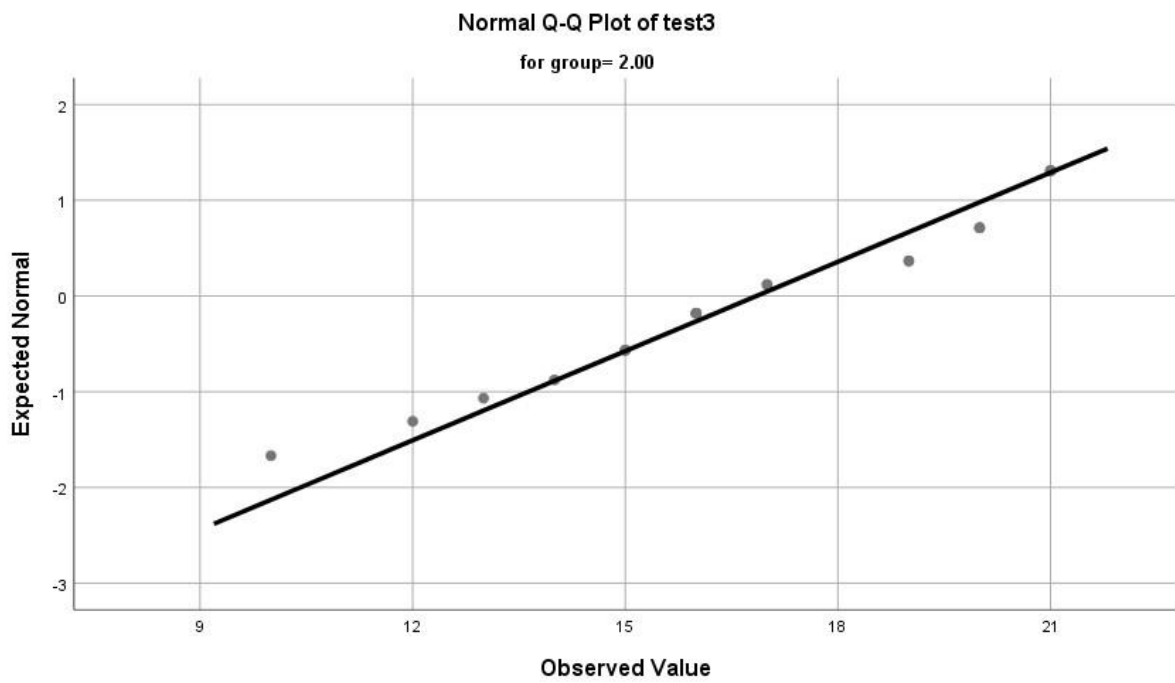
Histograms



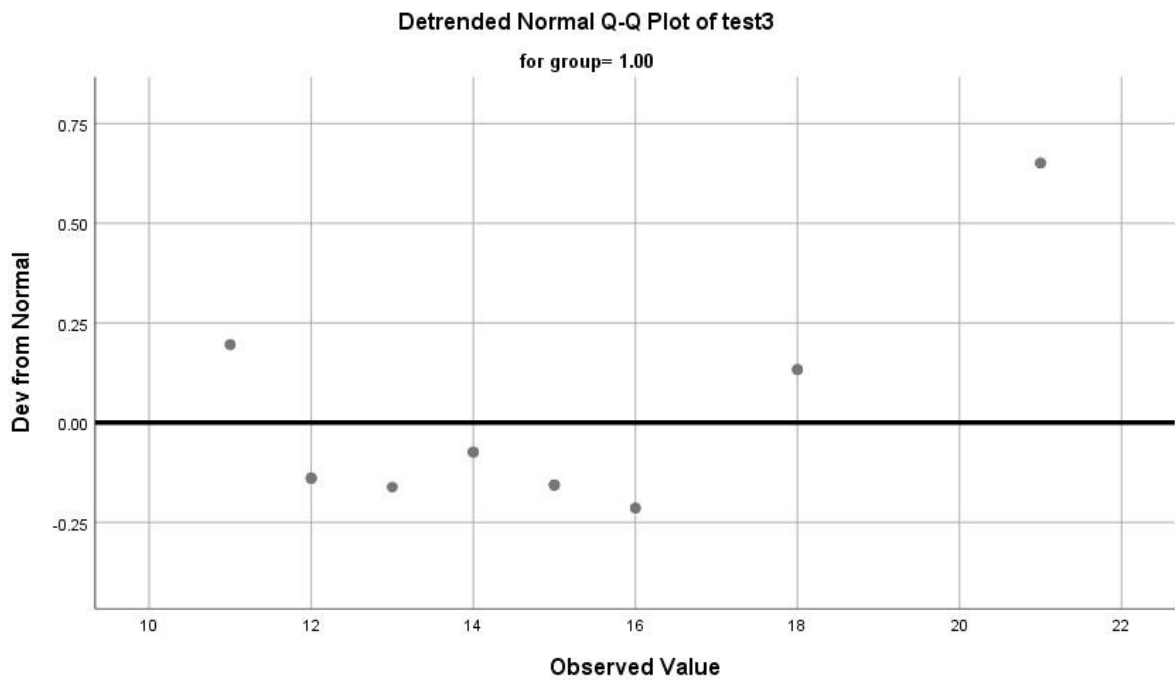


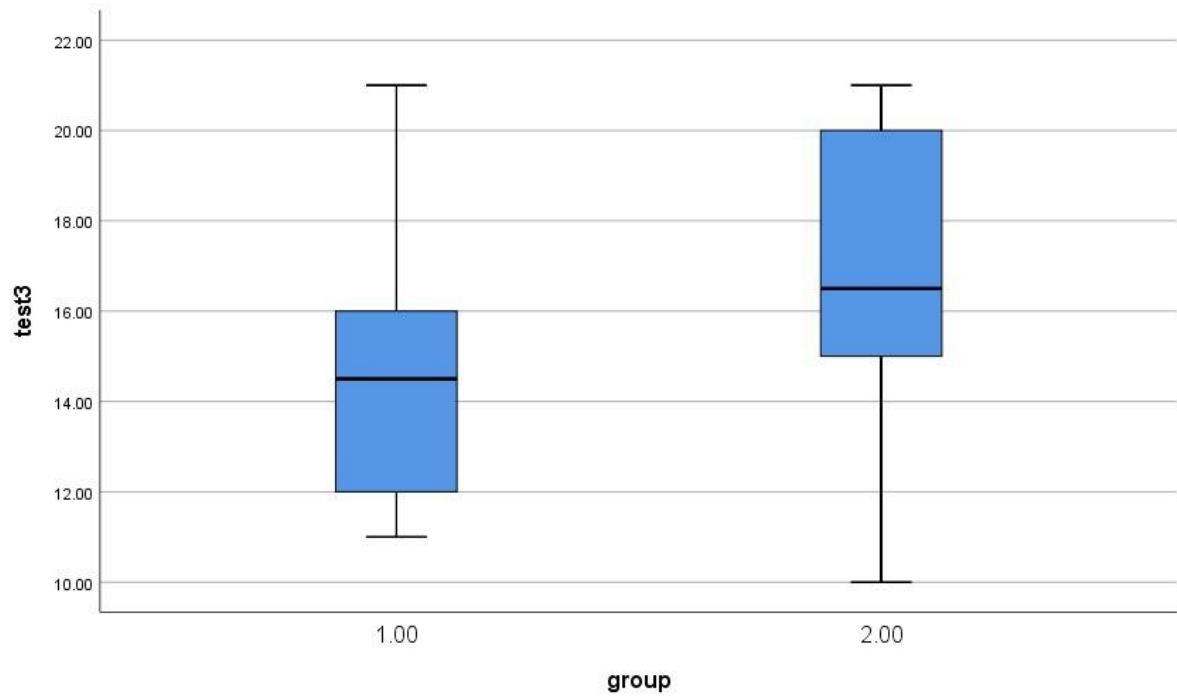
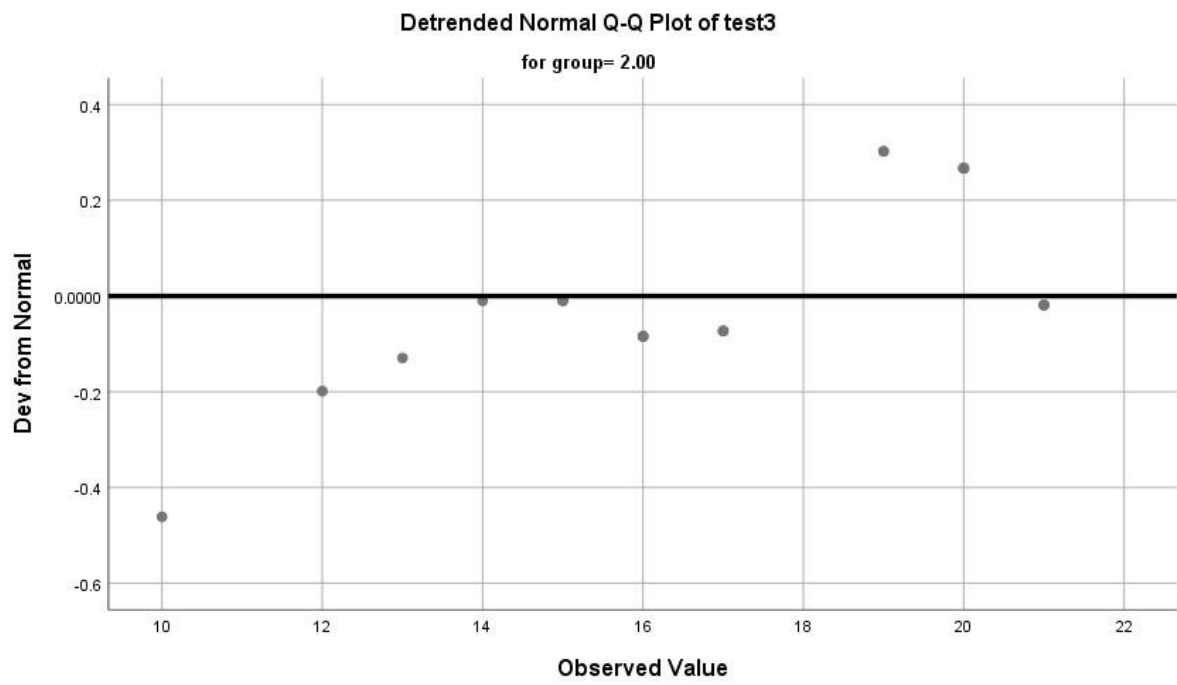
Normal Q-Q Plots





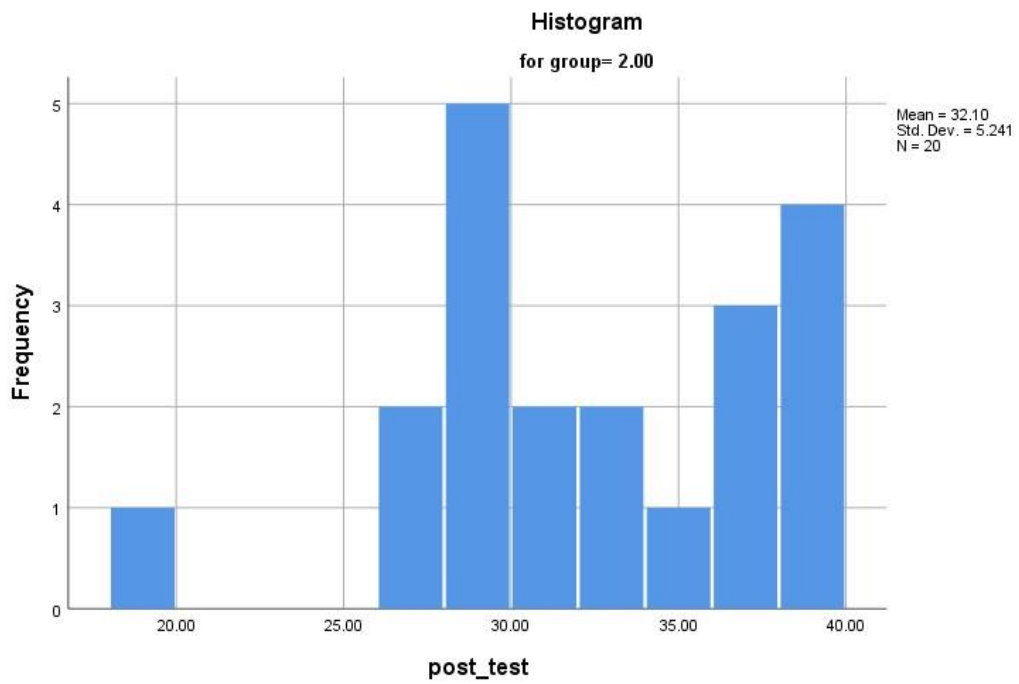
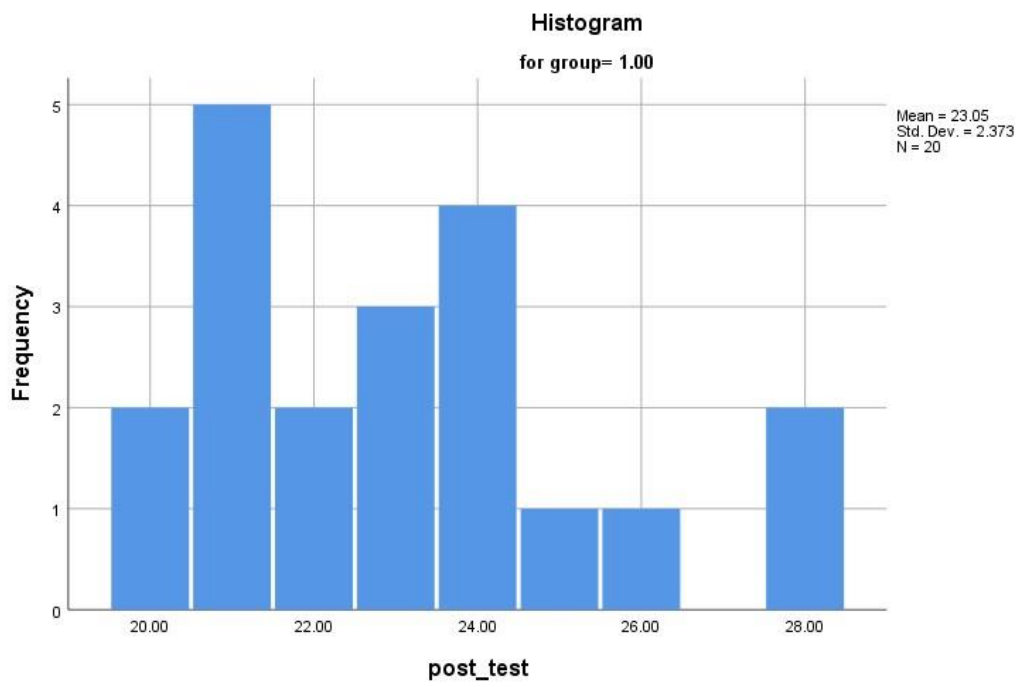
Detrended Normal Q-Q Plots



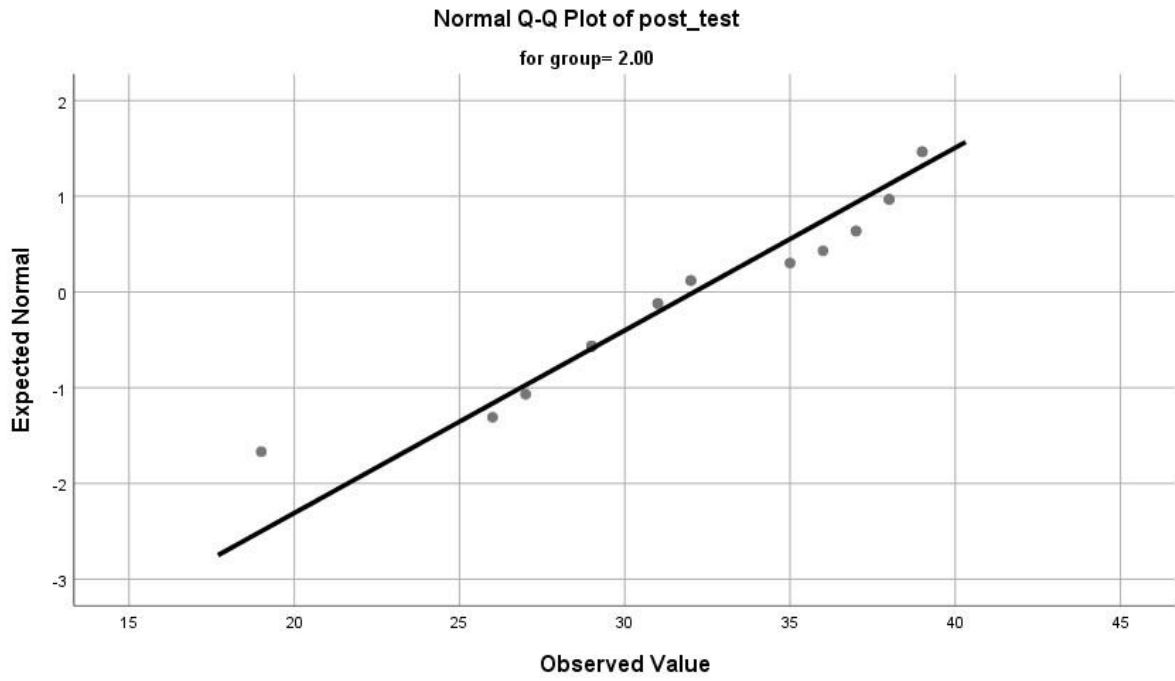
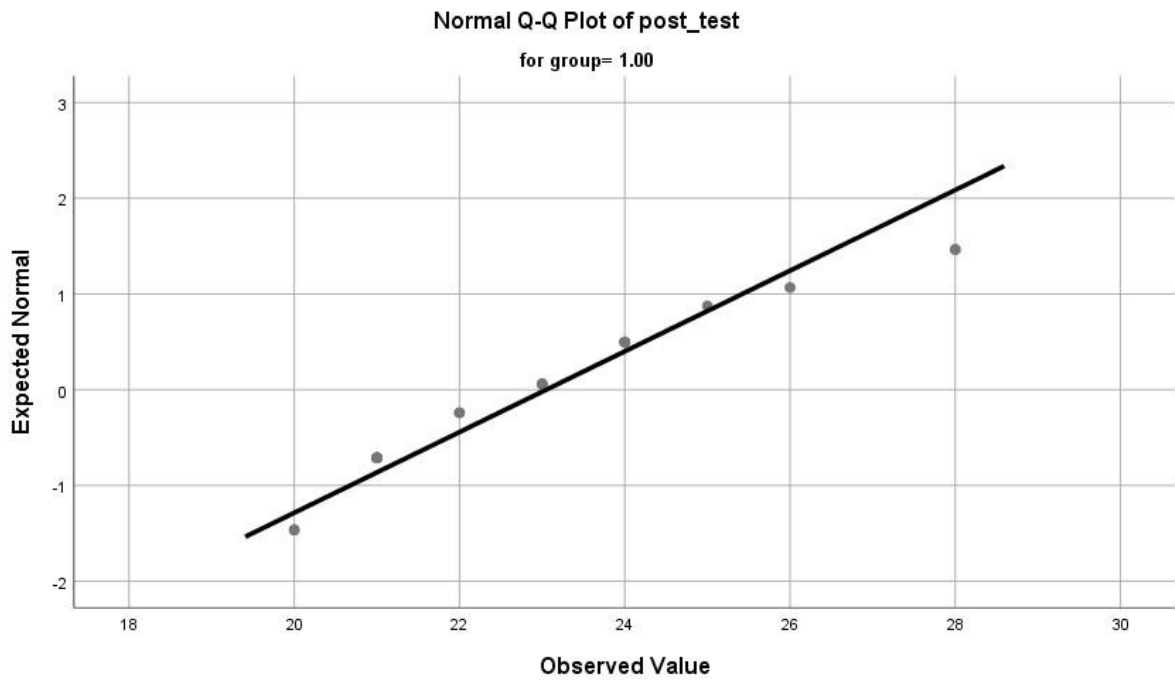


• post_test

Histograms

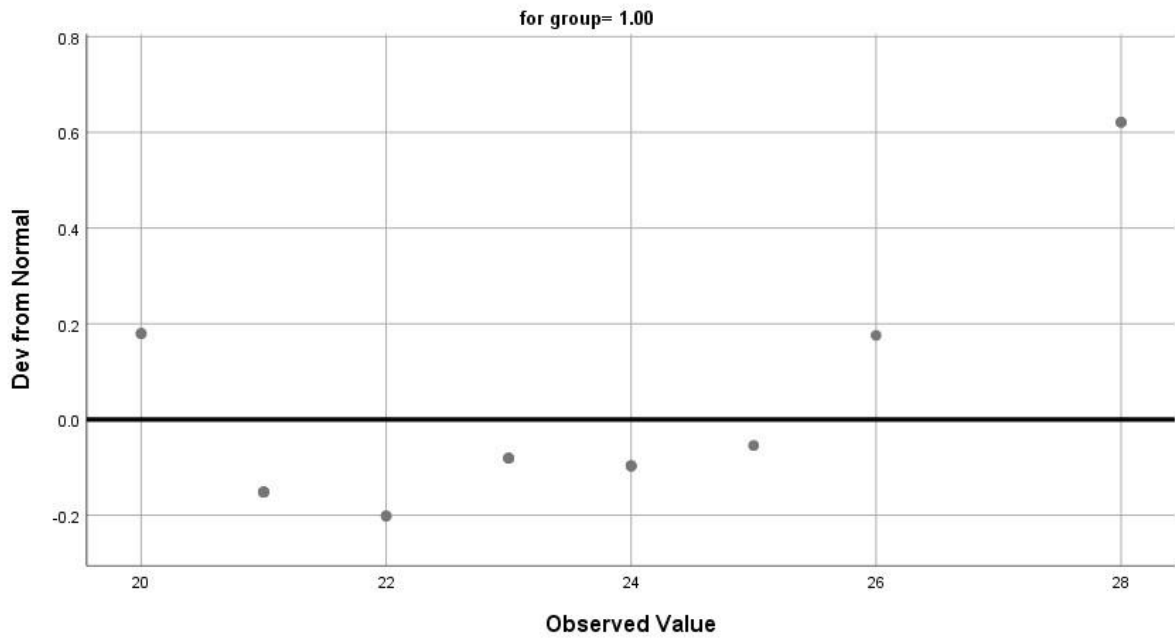


Normal Q-Q Plots

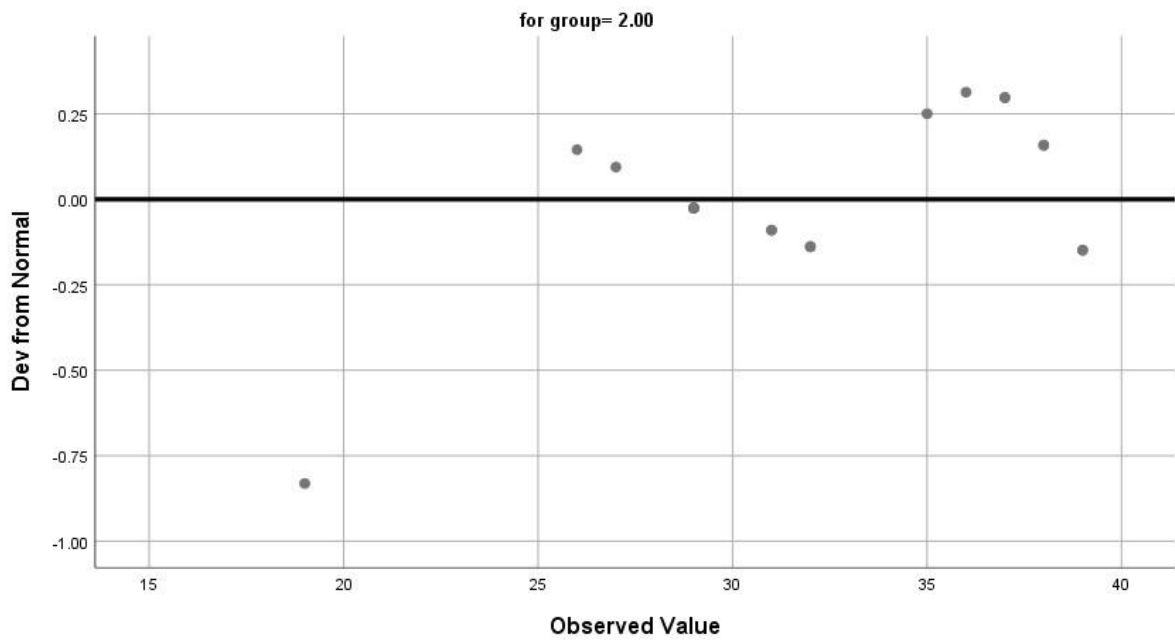


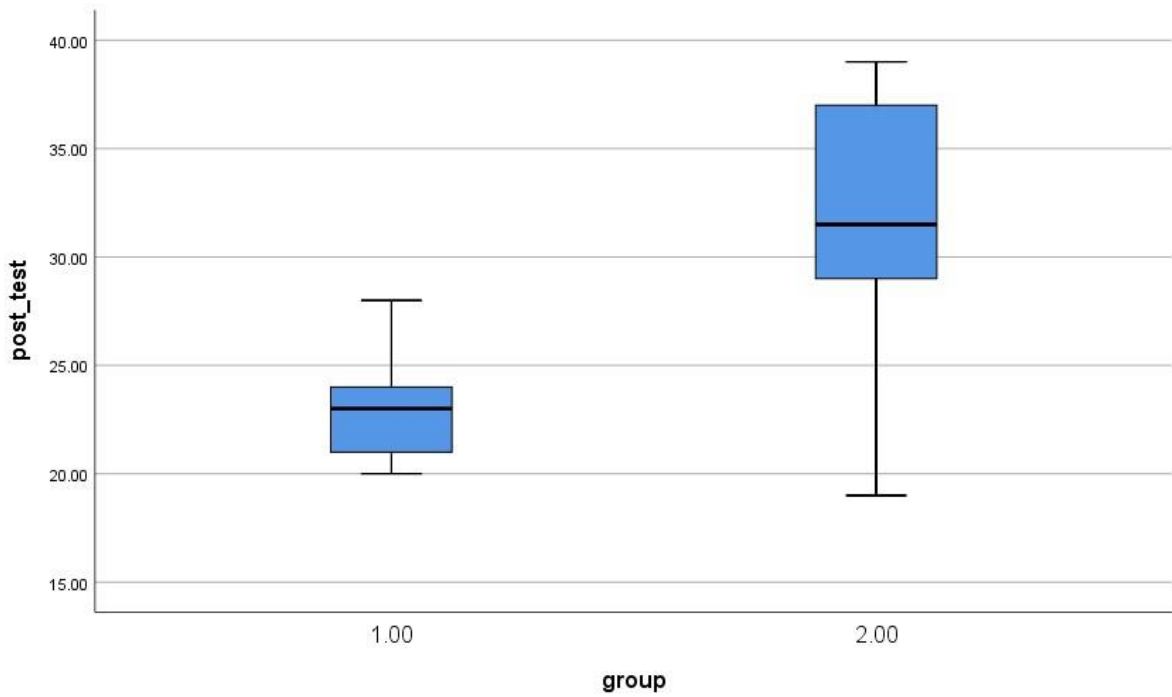
Detrended Normal Q-Q Plots

Detrended Normal Q-Q Plot of post_test



Detrended Normal Q-Q Plot of post_test





Oneway

Notes

Output Created	
Comments	
Input	Active Dataset
	Filter
	Weight
	Split File
	N of Rows in Working Data File
Missing Value Handling	Definition of Missing
	Cases Used
Syntax	
Resources	Processor Time
	Elapsed Time

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
pre_test	1.00	20	20.0500	5.15522	1.15274
	2.00	20	18.5500	5.66127	1.26590
	Total	40	19.3000	5.39801	.85350
test1	1.00	20	17.2000	4.39617	.98301
	2.00	20	20.6000	5.43284	1.21482

	Total	40	18.9000	5.17291	.81791
test2	1.00	20	14.5500	3.06894	.68624
	2.00	20	15.2000	3.07109	.68672
	Total	40	14.8750	3.04822	.48197
test3	1.00	20	14.7500	2.95359	.66044
	2.00	20	16.8500	3.21632	.71919
	Total	40	15.8000	3.22808	.51040
post_test	1.00	20	23.0500	2.37254	.53052
	2.00	20	32.1000	5.24053	1.17182
	Total	40	27.5750	6.09282	.96336

Descriptives

95% Confidence Interval for Mean

		Upper Bound	Minimum
pre_test	1.00	22.4627	10.00
	2.00	21.1996	10.00
	Total	21.0264	10.00
test1	1.00	19.2575	10.00
	2.00	23.1426	11.00
	Total	20.5544	10.00
test2	1.00	15.9863	10.00
	2.00	16.6373	10.00
	Total	15.8499	10.00
test3	1.00	16.1323	11.00
	2.00	18.3553	10.00
	Total	16.8324	10.00
post_test	1.00	24.1604	20.00
	2.00	34.5526	19.00
	Total	29.5236	19.00

Test of Homogeneity of Variances

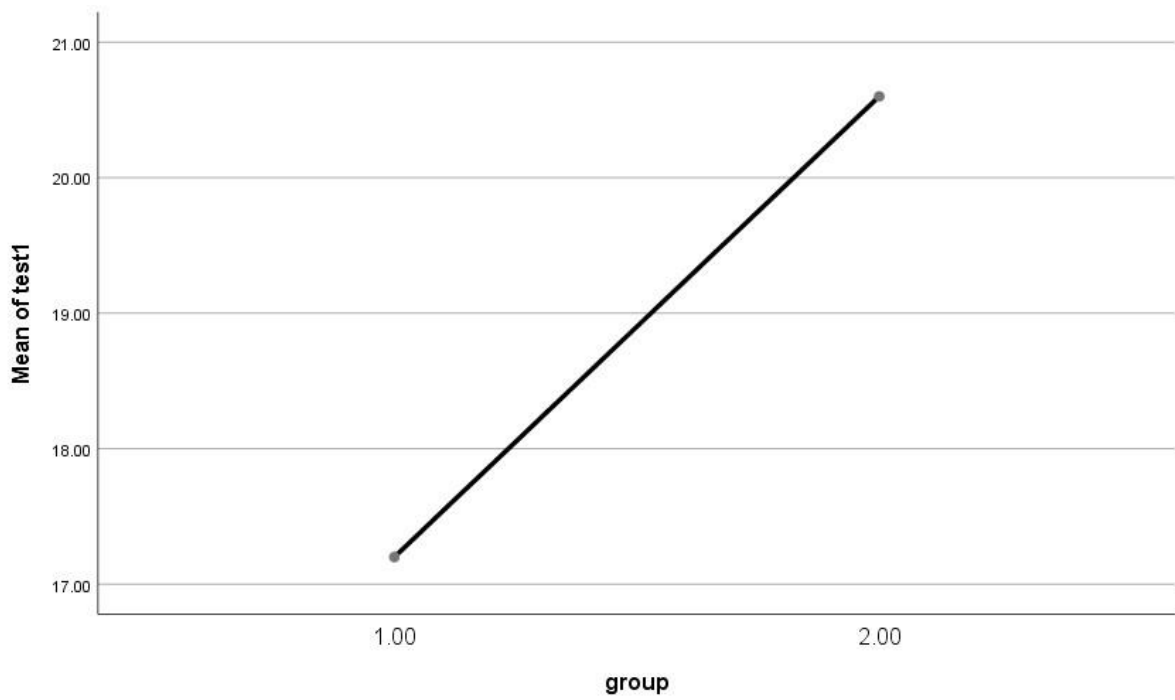
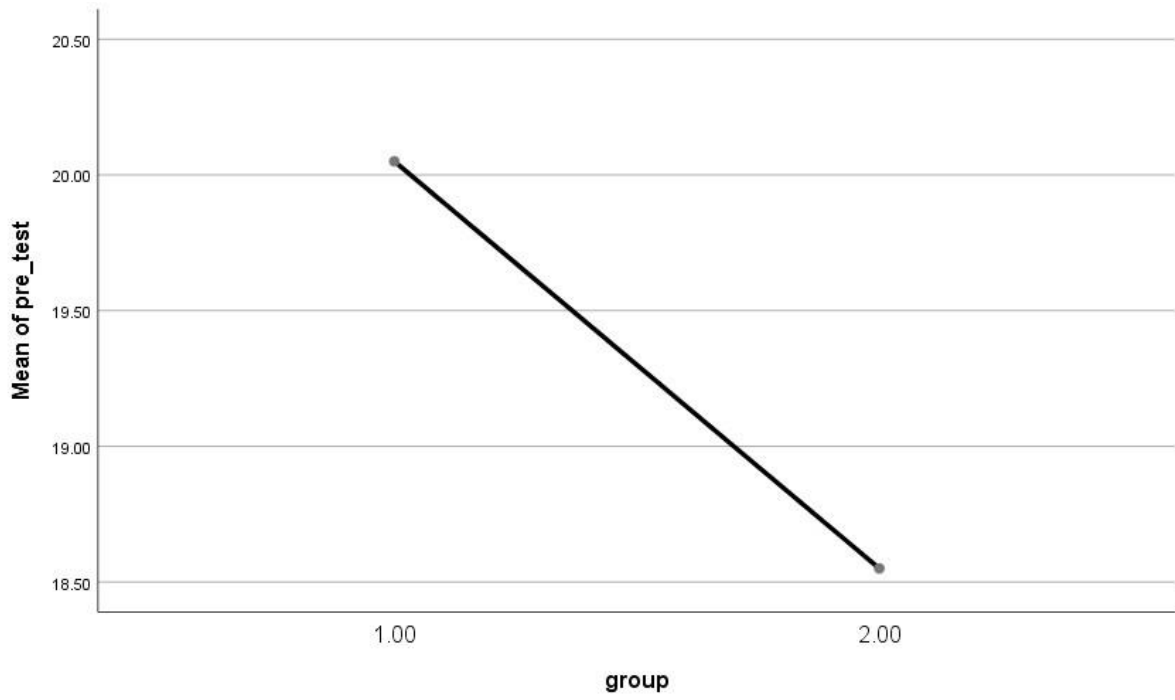
		Levene Statistic	df1	df2
pre_test	Based on Mean	.015	1	38
	Based on Median	.000	1	38
	Based on Median and with adjusted df	.000	1	36.115
	Based on trimmed mean	.011	1	38
test1	Based on Mean	.948	1	38
	Based on Median	.229	1	38

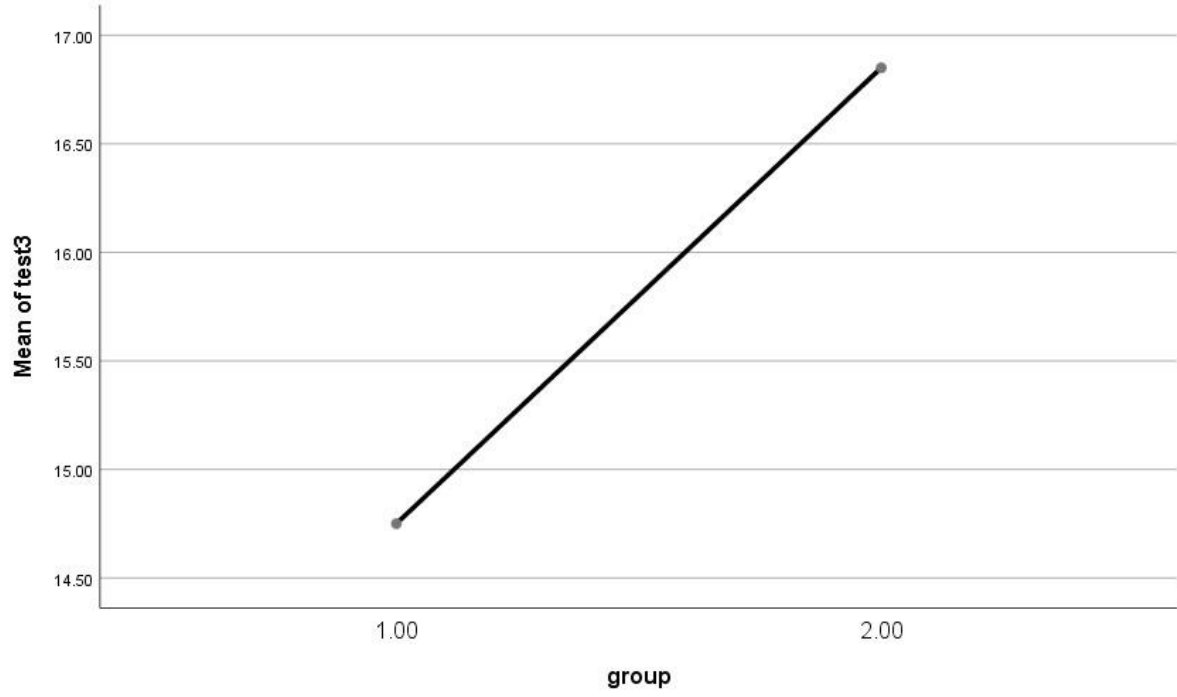
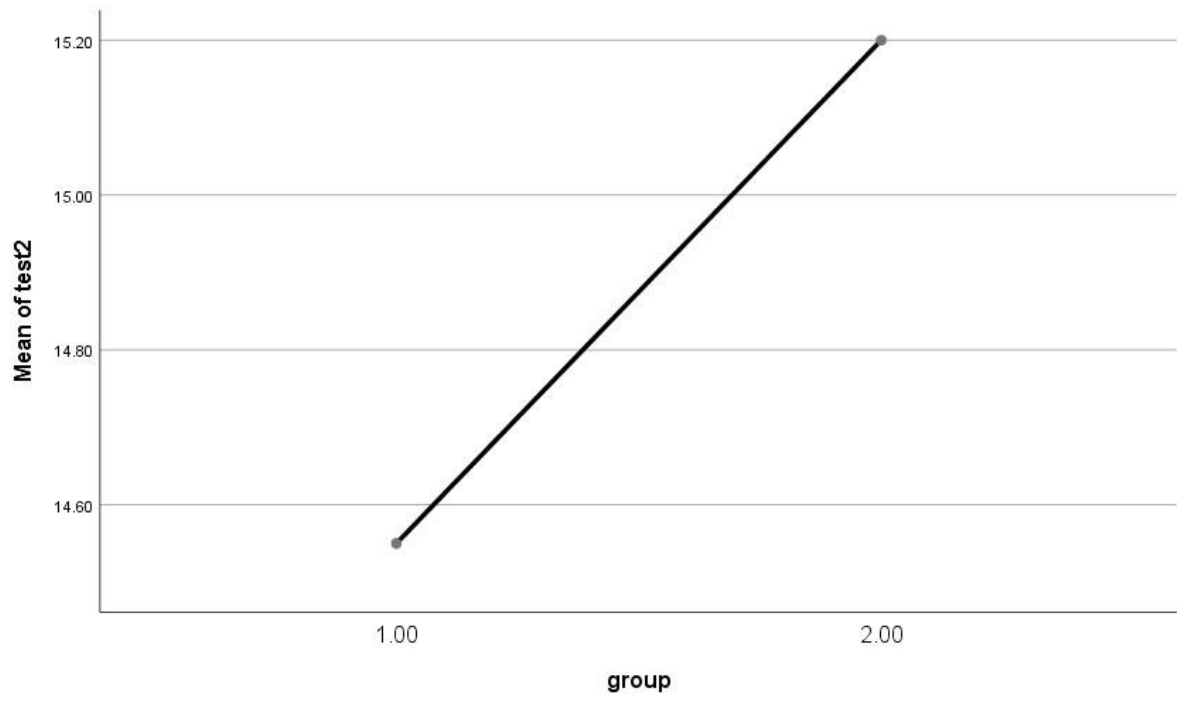
	Based on Median and with adjusted df	.229	1	32.595
	Based on trimmed mean	.963	1	38
test2	Based on Mean	.104	1	38
	Based on Median	.061	1	38
	Based on Median and with adjusted df	.061	1	37.833
	Based on trimmed mean	.096	1	38
test3	Based on Mean	.504	1	38
	Based on Median	.489	1	38
	Based on Median and with adjusted df	.489	1	37.873
	Based on trimmed mean	.501	1	38
post_test	Based on Mean	10.406	1	38
	Based on Median	9.772	1	38
	Based on Median and with adjusted df	9.772	1	26.934
	Based on trimmed mean	11.563	1	38

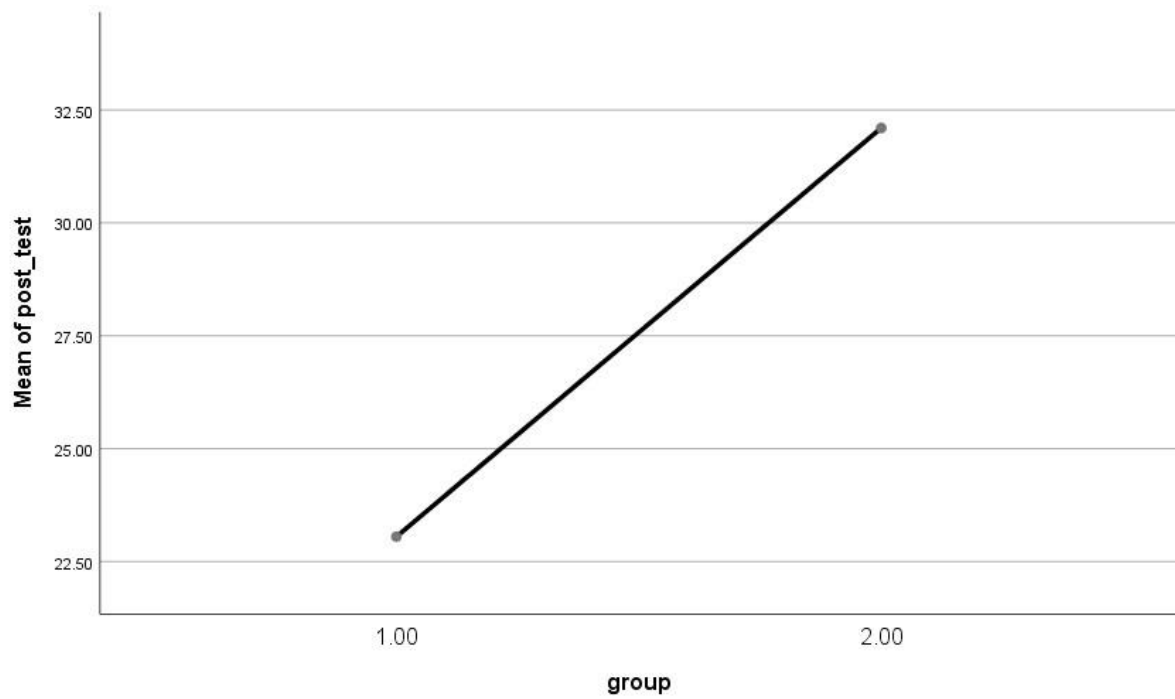
ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F
pre_test	Between Groups	22.500	1	22.500	.768
	Within Groups	1113.900	38	29.313	
	Total	1136.400	39		
test1	Between Groups	115.600	1	115.600	4.734
	Within Groups	928.000	38	24.421	
	Total	1043.600	39		
test2	Between Groups	4.225	1	4.225	.448
	Within Groups	358.150	38	9.425	
	Total	362.375	39		
test3	Between Groups	44.100	1	44.100	4.625
	Within Groups	362.300	38	9.534	
	Total	406.400	39		
post_test	Between Groups	819.025	1	819.025	49.500
	Within Groups	628.750	38	16.546	

Means Plots







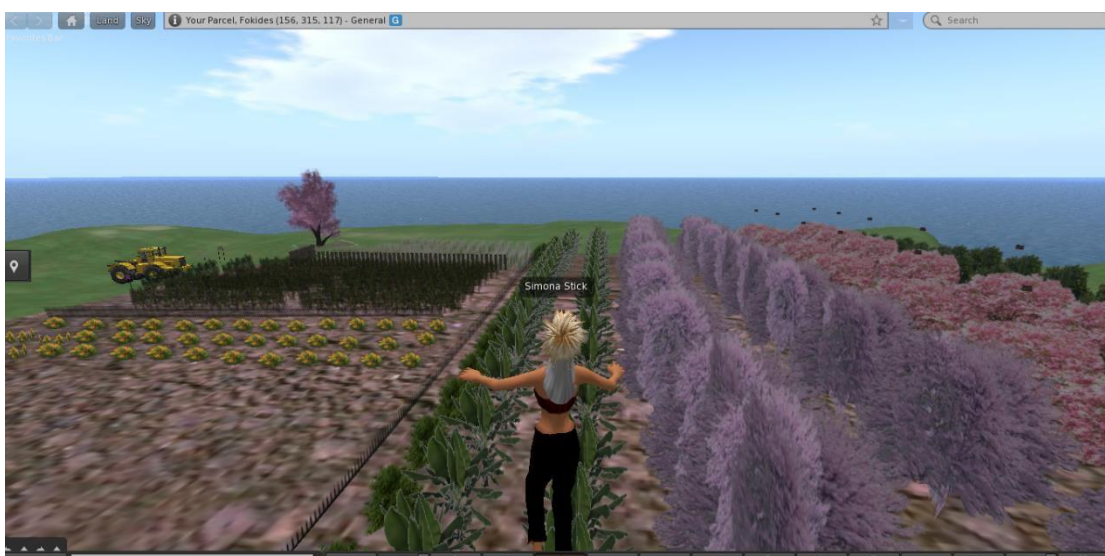
Φωτογραφικό υλικό από το εικονικό κόσμο για την μόλυνση του περιβάλλοντος



Εικόνα 19: Μόλυνση του εδάφους από φυτοφάρμακα



Εικόνα 20: Παρουσίαση του φυτικού κόσμου στα πλαίσια της μόλυνσης του εδάφους



Εικόνα 21: Παρουσίαση του φυτικού κόσμου στα πλαίσια της μόλυνσης του εδάφους





Εικόνα 23: Ο αυτοκινητόδρομος με στόχο την παρουσίαση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



Εικόνα 24: Παρουσίαση των εργοστασίων στο



Εικόνα 25: Παρουσίαση του φυτικού κόσμου στα πλαίσια της μόλυνσης του εδάφους



Εικόνα 26: Η καταναλωτική μανία των ανθρώπων



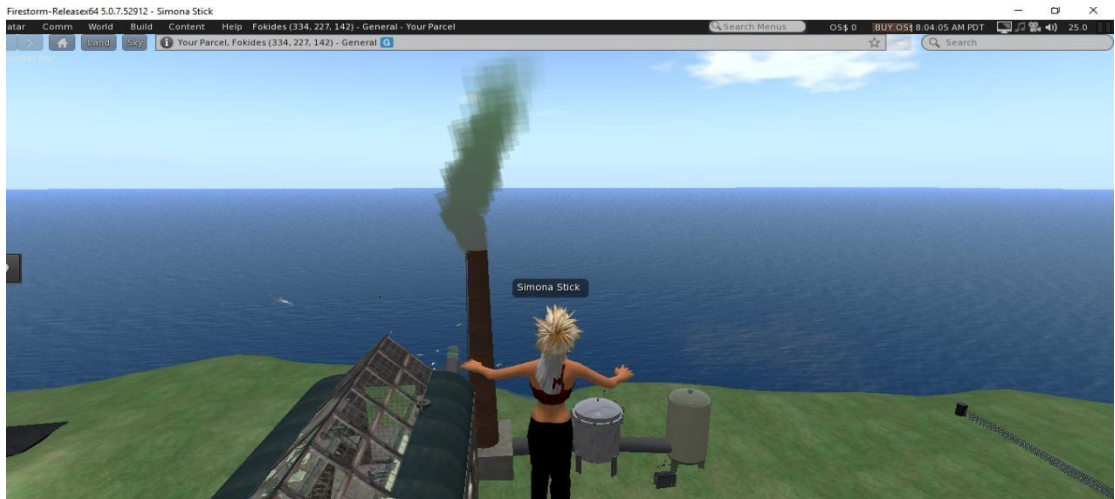
Εικόνα 27: Η καταναλωτική μανία των ανθρώπων



Εικόνα 28: Το ανθρώπινο δυναμικό



Εικόνα 29: Το εργοστάσιο



Εικόνα 30: Η ατμοσφαιρική ρύπανση



Εικόνα 31: Η μόλυνση των υδάτων και τα αποτελέσματά της



Εικόνα 32: Η αποξήλωση των δέντρων



Εικόνα 33: Η αποξήλωση των δέντρων



Εικόνα 34: Η μόλυνση των υδάτων και οι επιπτώσεις



Εικόνα 35: Ο κόσμος