



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
Σχολή Επιστημών του Ανθρώπου  
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Σύγχρονα Περιβάλλοντα Μάθησης και Παραγωγή Διδακτικού  
Υλικού»

**Η αξιοποίηση του επιτραπέζιου παιχνιδιού στη  
διδασκαλία εννοιών της Φυσικής  
στο δημοτικό σχολείο.  
Διερευνώντας τις επιδράσεις στην επίδοση και  
στα κίνητρα**

Συγγραφέας εργασίας: Παπάζογλου Μαγδαληνή

Επιβλέποντες καθηγητές: Ασημόπουλος Στέφανος  
Κόλλιας Βασίλειος  
Χανιωτάκης Νικόλαος

Βόλος 2016

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Εισαγωγή .....	5
A Μέρος: Θεωρητικό πλαίσιο .....	9
1. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....	9
1.1.Πώς ορίζεται το παιχνίδι; .....	9
1.2.Τύποι παιχνιδιού .....	12
1.3. Τα χαρακτηριστικά των παιχνιδιών .....	14
1.4. Ο σχεδιασμός παιχνιδιών με εκπαιδευτικούς στόχους.....	17
1.5. Έρευνες για την αξιοποίηση παιχνιδιών με εκπαιδευτικούς στόχους.....	22
1.6. Οι ιδέες των μαθητών για την θεματική του «Φωτός».....	28
B Μέρος: Η έρευνα .....	32
2. Η έρευνα .....	32
2.1. Λόγοι επιλογής της θεματικής του «Φωτός» και του επιτραπέζιου παιχνιδιού .....	32
2.2. Σκοπός και Ερευνητικές υποθέσεις .....	34
2.3. Συμμετέχοντες.....	36
2.4. Διδακτική πορεία και Υλικό .....	38
2.4.1. Παιγνιώδης προσέγγιση .....	38
2.4.2. Μη παιγνιώδης προσέγγιση .....	41
2.5. Μεθοδολογία.....	45
2.5.1. Εργαλεία έρευνας.....	47
2.6. Κριτήρια ορθότητας απαντήσεων στην αρχική και στην τελική αξιολόγηση.....	59
2.7. Ανάλυση δεδομένων-Αποτελέσματα.....	63
2.7.1.Μαθησιακά Αποτελέσματα.....	63
2.7.2. Ιδέες των μαθητών.....	78
2.7.3. Κινητοποίηση.....	113
3. Συμπεράσματα –Συζήτηση .....	123

Βιβλιογραφία .....	130
Ελληνόγλωσση .....	130
Ξενόγλωσση.....	131
Παράρτημα I: Αρχική και Τελική αξιολόγηση .....	136
Παράρτημα II: Ερωτηματολόγιο κινητοποίησης FAM πριν την παρέμβαση .....	141
Παράρτημα III: Ερωτηματολόγιο κινητοποίησης FAM μετά την παρέμβαση .....	145
Παράρτημα IV: Φύλλα εργασίας κατά την διδασκαλία (1 <sup>η</sup> διδακτική ώρα) .....	147
Παράρτημα V: Φύλλα εργασίας κατά την διδασκαλία (2 <sup>η</sup> διδακτική ώρα) .....	151
Παράρτημα VI: Φύλλα εργασίας κατά την διδασκαλία (2 <sup>η</sup> και 3 <sup>η</sup> διδακτική ώρα).....	152
Παράρτημα VII: Επιτραπέζιο παιχνίδι - Ταμπλό .....	155
Παράρτημα VIII: Επιτραπέζιο παιχνίδι – Εισαγωγική ιστορία και Κάρτες δραστηριοτήτων.....	156
Παράρτημα IX: Επιτραπέζιο παιχνίδι –Κάρτες βοήθειας .....	161
Παράρτημα X: Κανόνες παιχνιδιού .....	164

## Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τη διπλωματική μου εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Στέφανο Ασημόπουλο για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την διεξαγωγή της έρευνας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Βασίλειο Κόλλια για την συνεργασία και τη συνεχή ανατροφοδότηση που μου παρείχε καθόλη την διάρκεια υλοποίησης της διπλωματικής μου εργασίας. Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Νικόλαο Χανιωτάκη για την ουσιαστική υποστήριξη και τις χρήσιμες κατευθύνσεις. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την ηθική υποστήριξη και ενθάρρυνση καθόλη την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Κλείνοντας θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους διευθυντές αλλά και τους εκπαιδευτικούς των σχολείων όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα για την προθυμία που επέδειξαν, τον χρόνο που αφιέρωσαν και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν.

## Περίληψη

Το παιχνίδι αποτελεί συστατικό στοιχείο της παιδικής ηλικίας και δικαίωμα των παιδιών και συνεπώς ο εκπαιδευτικός οφείλει να αναγνωρίζει την αξία του για την γνωστική, συναισθηματική και κοινωνική ανάπτυξη των παιδιών. Ωστόσο, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι το παιχνίδι και η μάθηση στα πλαίσια του σχολείου είναι δύο ασυμβίβαστες μεταξύ τους δραστηριότητες. Από την άλλη όλο και περισσότερες έρευνες επισημαίνουν την θετική επίδραση της αξιοποίησης παιχνιδιών στην μάθηση και στην κινητοποίηση των μαθητών. Γενικότερα, όμως τα ερευνητικά αποτελέσματα είναι αμφιλεγόμενα καθώς υπάρχουν και έρευνες που δεν εντοπίζουν σημαντική επίδραση των παιχνιδιών στην επίδοση και στην κινητοποίηση των μαθητών. Θελήσαμε λοιπόν να μελετήσουμε αν η αξιοποίηση ενός παιχνιδιού και ειδικότερα ενός πολύ οικείου τύπου παιχνιδιού όπως το επιτραπέζιο παιχνίδι θα έχει θετική επίδραση στους δύο τομείς που προαναφέρθηκαν. Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτουν ενδείξεις ότι η αξιοποίηση του παιχνιδιού επιδρά θετικά στην επίδοση και οι μαθητές εμφανίζουν αυξημένο ενδιαφέρον. Ωστόσο, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην επίδοση και το ενδιαφέρον που έδειξαν οι μαθητές που ενεπλάκησαν σε μία διδασκαλία με την αξιοποίηση του παιγνιώδους πλαισίου και σε μία άλλη χωρίς την αξιοποίηση αυτού του πλαισίου σχεδιασμένη όμως με βάση τις προτάσεις του αναλυτικού προγράμματος και της σχετικής έρευνας. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι το παιχνίδι ως μέσο μάθησης και κινητοποίησης δεν έχει καμία επίδραση σε αυτούς τους τομείς καθώς υπάρχουν αρκετές έρευνες που υποστηρίζουν το αντίθετο.

**Λέξεις – κλειδιά:** εκπαιδευτικό παιχνίδι, μάθηση, κινητοποίηση μαθητή, οπτική, Φυσική, δημοτικό σχολείο.

## Εισαγωγή

Η εμπλοκή των μαθητών σε διασκεδαστικές δραστηριότητες που έχουν νόημα για τους ίδιους αναγνωρίζεται ως ένα σημαντικό στοιχείο για την μάθηση οποιουδήποτε γνωστικού αντικειμένου (Crawford, 1997). Το παιχνίδι αποτελεί βασικό κομμάτι της ζωής των παιδιών εκτός της σχολικής αίθουσας και η εμπλοκή τους σε αυτά χαρακτηρίζεται από ενδιαφέρον, αυξημένη κινητοποίηση και διασκέδαση. Αντιθέτως, εντός της σχολικής αίθουσας γίνεται εμφανής συχνά η έλλειψη ενδιαφέροντος απέναντι στο περιεχόμενο που διδάσκεται από τον εκπαιδευτικό. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Rives και οι συνεργάτες (2003) «ο λόγος που πολλά παιδιά δεν δείχνουν ενδιαφέρον για το σχολείο είναι γιατί είναι 'βαρετό'». Αυτό το φαινόμενο έχει προβληματίσει την εκπαιδευτική κοινότητα η οποία αναζητά συνεχώς νέους τρόπους να κινητοποιήσει τους μαθητές ώστε να νοιώθουν περισσότερο ενδιαφέρον για την μάθηση γενικότερα. Πίσω από την αξιοποίηση παιχνιδιών για εκπαιδευτικούς σκοπούς κρύβεται η επιθυμία να εκμεταλλευτούμε την κινητοποίηση που ενδέχεται να προκαλούν τα παιχνίδια έτσι ώστε η μάθηση να είναι πιο ευχάριστη (Kirriemuir & McFarlane, 2004). Είναι εμφανής, λοιπόν, η τάση τα παιχνίδια να αναγνωριστούν ως ένα μέσο για την κινητοποίηση και συνεπώς τη μάθηση (Kordaki, 2010).

Για πολλά χρόνια το παιχνίδι και η εκπαίδευση θεωρούνταν δύο ασυμβίβαστες μεταξύ τους δραστηριότητες (Barb et al., 2008). Αν και η μάθηση συνδέεται με τον κόπο, την προσπάθεια και την συγκέντρωση ενώ το παιχνίδι με την ελευθερία, την ξεγνοιασιά και την χαρά, έχουν αρκετά κοινά στοιχεία. Ένα από τα κοινά στοιχεία είναι ότι η μάθηση όπως και τα παιχνίδια είναι μία διαδικασία αλληλεπίδρασης και μία πρόκληση στην οποία υπάρχουν κανόνες για το πώς να κατακτήσεις την γνώση και να φτάσεις στο επιδιωκόμενο στόχο (Breuer & Bente, 2010). Ο Prenky (2007, όπως αναφ. στο Breuer & Bente, 2010) επισημαίνει ότι όποιος «διαχωρίζει το παιχνίδι από την μάθηση δεν γνωρίζει τίποτα για κανένα από τα δύο» επισημαίνοντας ότι η ενασχόληση με κάποιο παιχνίδι συνδέεται με την μάθηση.

Ο τομέας του σχεδιασμού παιχνιδιών έχει αρχίσει να απασχολεί έντονα την επιστημονική κοινότητα τις τελευταίες δεκαετίες κυρίως μετά από την διάδοση

των ψηφιακών παιχνιδιών. Ωστόσο, δεν έχει καθιερωθεί ακόμα ως τομέας μελέτης και αν και τα παιχνίδια αποτελούν από τις αρχαιότερες ενασχολήσεις των ανθρώπων ακόμα δεν γνωρίζουμε τι πραγματικά συνιστά παιχνίδι (Salen, & Zimmerman, 2004). Τις τελευταίες δεκαετίες, όμως, κυρίως λόγω της έξαρσης της χρήσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή και της δημοφιλίας των ψηφιακών κυρίως παιχνιδιών οι ερευνητές έστρεψαν το ενδιαφέρον τους στην αξιοποίηση των ψηφιακών και όχι μόνο παιχνιδιών στην εκπαιδευτική πράξη αναγνωρίζοντας την σημαντική θέση που έχουν στην καθημερινότητα των μαθητών. Η εξοικείωση των παιδιών από μικρή ηλικία με τα παιχνίδια και το ενδιαφέρον που παρουσιάζουν για αυτά γενικότερα δεν μπορούσε να μην επηρεάσει και τις έρευνες.

Η θεωρία μάθησης στην οποία βασίζεται η αξιοποίηση παιχνιδιών για την επίτευξη μαθησιακών στόχων είναι η εποικοδομητισμός και ειδικότερα ο κοινωνικός εποικοδομητισμός καθώς παρέχονται ευκαιρίες για εννοιολογική αλλαγή μέσα από την ενεργητική συμμετοχή, τον πειραματισμό και τη αλληλεπίδραση με το υλικό και τους άλλους, στοιχεία που χαρακτηρίζουν αυτή την προσέγγιση (Pivec et al., 2003).

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διαπιστώνεται αντιφατικότητα δεδομένων αναφορικά με την αποτελεσματικότητα της αξιοποίησης παιχνιδιών για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οι ερευνητές φαίνονται διχασμένοι καθώς αρκετές έρευνες διαπιστώνουν ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στα μαθησιακά αποτελέσματα μίας διδασκαλίας με την αξιοποίηση παιχνιδιών σε σύγκριση με μία άλλη με την χρήση παραδοσιακών μεθόδων ενώ από την άλλη πλευρά υπάρχουν έρευνες που στρέφονται υπέρ της αξιοποίησης παιχνιδιών τονίζοντας την αποτελεσματικότητα της (Papastergiou, 2007).

Ως αρχικό ερέθισμα για την ενασχόληση με το τομέα της αξιοποίησης παιχνιδιών στην προσέγγιση εννοιών των Φυσικών Επιστημών και ειδικότερα της αξιοποίησης επιτραπέζιων παιχνιδιών υπήρξε η συμμετοχή της ερευνήτριας σε μία εθελοντική εκπαιδευτική δράση στα πλαίσια της σύμπραξης δύο εργαστηρίων του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Τα εργαστήρια που οργάνωσαν την δράση ήταν το

εργαστήριο Μαθηματικής Εκπαίδευσης και το εργαστήριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Ειδικότερα, μία ομάδα φοιτητών συμπεριλαμβανομένης και της ερευνήτριας σε συνεργασία με τους διευθυντές των δύο εργαστηρίων, τον κ. Ασημόπουλο Στέφανο και τον κ. Τριανταφυλλίδη Τριαντάφυλλο, ανέλαβαν τον σχεδιασμό και την αξιοποίηση ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού με όνομα «Μια επιτραπέζια περιπέτεια στο κάστρο των MaSc» απευθυνόμενοι σε μαθητές των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού σχολείου και των πρώτων του Γυμνασίου. Η εκπαιδευτική δράση απέβλεπε στην προσέγγιση εννοιών των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών μέσα από το πλαίσιο ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού. Μέσα από την εμπλοκή της ερευνήτριας στον σχεδιασμό και στην αξιοποίηση ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού στα πλαίσια αυτής της δράσης δημιουργήθηκε το ερώτημα αν το παιχνίδι και ειδικότερα το επιτραπέζιο παιχνίδι μπορεί να συμβάλει στην προσέγγιση εννοιών των Φυσικών Επιστημών και αν επιδρά στην κινητοποίηση των εμπλεκομένων.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, λοιπόν, θα επιχειρήσουμε να διερευνήσουμε αν η αξιοποίηση του παιχνιδιού, στην προκειμένη περίπτωση ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού, μπορεί να επηρεάσει τα μαθησιακά αποτελέσματα αναφορικά με έννοιες των Φυσικών Επιστημών αλλά και την κινητοποίηση των μαθητών στην συγκεκριμένη διαδικασία μάθησης.

Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μία ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για θέματα όπως ο ορισμός του παιχνιδιού, οι τύποι, τα χαρακτηριστικά και ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών παιχνιδιών. Επίσης, παρουσιάζονται έρευνες για την αξιοποίηση παιχνιδιών με εκπαιδευτικούς στόχους και για τις ιδέες των μαθητών για τη θεματική του «Φωτός».

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία της έρευνας και ειδικότερα οι λόγοι επιλογής της θεματικής του «Φωτός» και του επιτραπέζιου παιχνιδιού, ο σκοπός και οι ερευνητικές υποθέσεις, το δείγμα, τα μέσα που αξιοποιήθηκαν και η διαδικασία που ακολουθήθηκε τόσο για την ομάδα ελέγχου όσο και την πειραματική ομάδα. Αναλυτική αναφορά γίνεται στα εργαλεία της έρευνας, δηλαδή στην αρχική και την τελική αξιολόγηση αλλά και στο ερωτηματολόγιο FAM για την κινητοποίηση. Επιπλέον, στο δεύτερο



κεφάλαιο αναλύονται τα δεδομένα που προέκυψαν από κάθε εργαλείο ξεχωριστά. Τέλος, στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζεται η συζήτηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την έρευνα καθώς και οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

## **A Μέρος: Θεωρητικό πλαίσιο**

### **1. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας**

#### **1.1.Πώς ορίζεται το παιχνίδι;**

Το παιχνίδι είναι ένα πολυδιάστατο φαινόμενο που περιλαμβάνει πολλές και διαφορετικές πράξεις και εκδηλώσεις. Ο όρος παιχνίδι αποδίδεται σε τόσο μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων ώστε δεν έχει κάποιο νόημα να επιμένουμε στην εύρεση ενός συγκεκριμένου ορισμού (Parlett, όπως αναφ. στο Salen, & Zimmerman, 2004). Το παιχνίδι λοιπόν αποτελεί μία δύσκολα οριζόμενη έννοια εξαιτίας του μεγάλου φάσματος δραστηριοτήτων που εντάσσονται υπό αυτή την ευρεία έννοια. Συνεπώς, δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός από την επιστημονική κοινότητα.

Οι Salen & Zimmerman (2004) σε μία προσπάθεια να καθοριστεί τι είναι αυτό που καθιστά μία δραστηριότητα ως παιχνίδι διαμόρφωσαν τον παρακάτω πίνακα στον οποίο συγκεντρώνει κάποιους από τους σημαντικότερους μελετητές των παιχνιδιών και τα χαρακτηριστικά που αυτοί αποδίδουν στο παιχνίδι στην προσπάθεια τους να το ορίσουν (βλ. Πίνακα 1).

Στοιχεία στον ορισμό του παιχνιδιού	Parlett	Adt	Huizinga	Caillois	Suits	Crawford	Costikyan	Avedon Smith	ISutton-
Υπαρξη κανόνων που περιορίζουν τις κινήσεις των παιχτών	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι		Ναι	
Σύγκρουση ή ανταγωνισμός	Ναι					Ναι			
Διαδικασία κατευθυνόμενη από κάποιον στόχο	ναι	Ναι			Ναι		Ναι	Ναι	
Δράση και εξέλιξη, προκλήσεις		Ναι			Ναι	Ναι		Ναι	
Δεν υπάρχει υλική ανταμοιβή			Ναι	Ναι					
Ασφαλές περιβάλλον			Ναι	Ναι		Ναι			
Ομάδες /κοινωνικός χαρακτήρας			Ναι						
Εθελοντική ενασχόληση				Ναι	Ναι			Ναι	
Στοιχείο τύχης/ άγνωστη εξέλιξη				Ναι					
Πειστικό πλαίσιο				Ναι		Ναι			
Σύστημα						Ναι	Ναι		
Μία μορφή τέχνης							Ναι		

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά στοιχεία παιχνιδιών (Salen & Zimmerman, 2004, σελ. 91)

Οι Salen & Zimmerman (2004) προβαίνουν σε έναν συνδυασμό των παραπάνω χαρακτηριστικών ορίζοντας το παιχνίδι ως ένα σύστημα στο οποίο οι παίκτες εμπλέκονται σε ένα κατασκευασμένο από πριν πλαίσιο, που διέπεται από κανόνες και αποσκοπεί στην επίτευξη κάποιου στόχου.

Από πολύ παλιά τα παιχνίδια απασχόλησαν πολλούς διανοητές και επιστήμονες οι οποίοι συνέδεσαν την ενασχόληση με αυτά και την μάθηση. Ο ψυχολόγος Bruno Bettelheim επισήμανε ότι το παιχνίδι είναι το πιο χρήσιμο εργαλείο που προετοιμάζει τα παιδιά για το μέλλον και τις προκλήσεις του αλλά και ο ίδιος ο Einstein τονίζοντας την αξία του παιχνιδιού ανέφερε ότι το παιχνίδι είναι η ανώτατη μορφή «έρευνας» (Koster, 2004). Μέσα από το παιχνίδι, ξεπερνώντας προκλήσεις και δυσκολίες μας δίνεται η αίσθηση της επιτυχίας και αισθανόμαστε ικανοποίηση η οποία μας δημιουργεί την αίσθηση της διασκέδασης και προωθεί τη μάθηση. Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω ο Koster (2004) ορίζει ως βασικό στοιχείο ενός παιχνιδιού την μάθηση. Ο Barab και οι συνεργάτες του (2008, σελ. 992) όρισαν το παιχνίδι «ως ένα σύστημα στο οποίο οι παίκτες καλούνται να εμπλακούν σε σχεδιασμένες προκλήσεις που διέπονται από κανόνες και προσπαθούν να επιτύχουν ένα στόχο».

Ο Suits (1967) ορίζει την ενασχόληση με ένα παιχνίδι ως την εμπλοκή σε μία διαδικασία στην οποία οι επιτρεπόμενοι κανόνες επιτρέπουν την χρήση συγκεκριμένων μέσων και τον αποκλεισμό άλλων. Ο λόγος που γίνεται αποδεκτή η χρήση κανόνων είναι γιατί καθιστά δυνατή την ολοκλήρωση του παιχνιδιού (σ. 156). Αναφέρει επίσης ότι τα παιχνίδια είναι δραστηριότητες με απώτερο στόχο την νίκη στις οποίες δεν υιοθετούνται πάντα τα πιο αποτελεσματικά μέσα. Ωστόσο δεν είναι η νίκη ο μοναδικός στόχος, υπάρχουν και επιμέρους στόχοι κατά την πορεία του παιχνιδιού. Οι κανόνες ενός παιχνιδιού και οι στόχοι του είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι. Ο παίκτης οφείλει να ακολουθήσει τους κανόνες για να μπορέσει να νικήσει. Αναφέρει χαρακτηριστικά ότι «δεν μπορούμε να παίξουμε ένα παιχνίδι αν δεν ακολουθούμε τους κανόνες του» (Suits, 1967, σ. 149). Η ειδοποιός διαφορά που αποδίδει ο Suits (1967) στο παιχνίδι ως δραστηριότητα είναι η ύπαρξη κανόνων. Διαπιστώνεται λοιπόν από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ότι το παιχνίδι

δεν επιδέχεται ακριβή ορισμό καθώς αποτελεί μία σύνθετη πολύμορφη διαδικασία.

## **1.2.Τύποι παιχνιδιού**

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφία φάνηκε ότι οι υπάρχουσες ταξινομήσεις των παιχνιδιών είναι αποσπασματικές και λόγω του ελεύθερου και δημιουργικού χαρακτήρα του παιχνιδιού πολλές φορές δεν επιτρέπουν την ένταξη ενός παιχνιδιού σε μία συγκεκριμένη κατηγορία αλλά αντίθετα επιτρέπουν την ένταξη του σε περισσότερες από μία κατηγορίες.

Μία πρώτη κατηγοριοποίηση των παιχνιδιών μπορεί να γίνει σύμφωνα με εξωτερικά περιγραφικά στοιχεία όπως η ηλικία των παιχτών, ο αριθμός των συμμετεχόντων, με εσωτερικά στοιχεία (αν το παιχνίδι έχει κανόνες, τι εξοπλισμός απαιτείται) και με λειτουργικά στοιχεία (πραγματοποιείται ενός της σχολικής τάξης, είναι σχετικό με κάποιο γνωστικό αντικείμενο) (Φραγκίσκος & Σκουμπουρδή, 2005).

Μία άλλη διάκριση των παιχνιδιών είναι με κριτήριο την συμμετοχή ή όχι συμπαίχτη. Έτσι έχουμε το ατομικό, το παράλληλο (εταιρικό) και το ομαδικό παιχνίδι (Klopfer et al., 2009)

Ο Piaget διακρίνει τρεις μορφές παιχνιδιού:

1. Το παιχνίδι της άσκησης που εμφανίζεται από τους πρώτους μήνες της ζωής του παιδιού, ανήκει στα λειτουργικά παιχνίδια και εκδηλώνεται μέσα από απλές φωνητικές και κινητικές εκδηλώσεις αλλά και απλές κινήσεις μέσα από την χρήση αντικειμένων του εξωτερικού κόσμου (αισθησιοκινητικό στάδιο ανάπτυξης).
2. Το συμβολικό παιχνίδι που εμφανίζεται στο τέλος της βρεφικής ηλικίας. Το παιδί αρχίζει να μιμείται πράγματα και καταστάσεις που κατασκευάζει με την φαντασία του (προσυλλογιστικό στάδιο).

3. Το παιχνίδι των κανόνων που εμφανίζεται στη νηπιακή και παιδική ηλικία.  
Το παιχνίδι αποκτά οργάνωση και το παιδί αναπτύσσει την αυτοπειθαρχία του (στάδιο συγκεκριμένων νοητικών λειτουργιών).

Συνεπώς, το συμβολικό παιχνίδι χαρακτηρίζει τα παιδιά της προσχολικής κυρίως ηλικίας στο οποίο είναι φανερό το φανταστικό και το υποκριτικό στοιχείο. Το οργανωμένο παιχνίδι διακρίνεται από κανόνες και χαρακτηρίζει τις δραστηριότητες των παιδιών από τα έξι χρόνια και μετά (Garvey, 1990 · Φραγκίσκος & Σκουμπουρδή, 2005).

Επίσης, τα παιχνίδια μπορούν να διακριθούν με βάση το περιεχόμενό τους σε παιχνίδια δράσης, στα οποία σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η ταχύτητα, σε παιχνίδια περιπέτειας, στα οποία ο παίχτης καλείται να βρει λύσεις σε προβληματικές καταστάσεις, σε παιχνίδια γρίφου, στα οποία απαιτείται μία λύση οπτικής φύσης, τα παιχνίδια στρατηγικής, στα οποία απαιτείται η χρήση στρατηγικών κινήσεων κατά τις οποίες ο παίχτης αξιοποιεί με τον πιο κατάλληλο τρόπο τα παρεχόμενα μέσα καθώς και τα παιχνίδια δικτύου στα οποία ο παίχτης έχει την δυνατότητα σε πραγματικούς χρόνους να παίζει με άλλους παίκτες από διαφορετικές περιοχές και προβαίνοντας στις δικές του επιλογές να καθορίσει την εξέλιξη του δικού του ήρωα (Ράμα, 2012).

Ο Crawford (1997) προβαίνει σε μία άλλη διάκριση των παιχνιδιών σε πέντε βασικά είδη:

1. Επιτραπέζια παιχνίδια (σελ. 7)
2. Παιχνίδια με κάρτες
3. Αθλητικά παιχνίδια
4. Παιδικά παιχνίδια
5. Ψηφιακά παιχνίδια

Μία ομάδα ερευνητών (Zg et al., 2009, σελ. 4) πραγματοποιώντας μία μεταανάλυση και βιβλιογραφική ανασκόπηση 4000 άρθρων-ερευνών σχετικών με παιχνίδια κυρίως ψηφιακά και την μάθηση προέβηκαν σε μία κωδικοποίηση των παιχνιδιών στις εξής κατηγορίες:

1. Εκπαιδευτικά παιχνίδια διαθέσιμα στην αγορά.

2. Εκπαιδευτικά παιχνίδια κατασκευασμένα για ερευνητικούς σκοπούς που δεν κυκλοφορούν στο εμπόριο.
3. Παιχνίδια που είναι εμπορικά αλλά δεν έχουν σχεδιαστεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς.
4. Παιχνίδια κατασκευασμένα για ερευνητικούς σκοπούς αλλά που δεν έχουν ως πρωταρχικό σκοπό την μάθηση.

Ως εκπαιδευτικό παιχνίδι ορίζεται το παιχνίδι στο οποίο το γνωστικό περιεχόμενο και γνωστικοί στόχοι συνδυάζονται με χαρακτηριστικά παιχνιδιού (Pivec et al., 2003). Συνοψίζοντας, από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διαπιστώνεται ότι υπάρχει μία πληθώρα κατηγοριοποιήσεων των παιχνιδιών χρησιμοποιώντας πολλά διαφορετικά κριτήρια. Οι κατηγορίες που προκύπτουν κάθε φορά ενδέχεται να επικαλύπτονται και να μην είναι αρκετά σαφείς και συνεπώς ένα παιχνίδι μπορεί να ενταχθεί σε περισσότερες κατηγορίες. Ανάλογα λοιπόν με τα κριτήρια που θέτουμε κάθε φορά ένα παιχνίδι ενδέχεται να εντάσσεται σε άλλη κατηγορία.

### **1.3. Τα χαρακτηριστικά των παιχνιδιών**

Ο Wittgenstein (1953) αναφέρει ότι είναι δύσκολο να καθορίσουμε τα απαραίτητα χαρακτηριστικά ενός παιχνιδιού καθώς δεν διαθέτουν όλα τα παιχνίδια τα ίδια χαρακτηριστικά (όπως αναφ. στο Garris et al., 2002). Ωστόσο, αν επιθυμούμε να κατανοήσουμε το «παιχνίδι» και τον «σχεδιασμό» του, οφείλουμε να έχουμε κατανοήσει σε κάποιο βαθμό ποια είναι τα βασικά στοιχεία που καθιστούν παιχνίδι ένα παιχνίδι.

Το παιχνίδι κατέχει σημαντική θέση στην ζωή των ανθρώπων εδώ και αιώνες (Crawford, 1997). Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διαπιστώνεται ότι έχουν διατυπωθεί πολλές απόψεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά του παιχνιδιού. Για παράδειγμα ο Thorton και οι συνεργάτες του (1990) υποστηρίζουν ότι απαραίτητο στοιχείο ενός παιχνιδιού είναι η αλληλεπίδραση του παίχτη με αυτό. Ο Johnson και οι συνεργάτες του προσθέτουν την ύπαρξη ενός στόχου και κανόνων στα βασικά στοιχεία ενός

παιχνιδιού (1993). Ο Baranauskas και οι συνεργάτες του (1999) υποστήριξαν ότι η ουσία του παιχνιδιού είναι η πρόκληση και το ρίσκο. Ο Malone, αναφερόμενος βέβαια σε ψηφιακά παιχνίδια, τονίζει ως στοιχεία τους την φαντασία, την περιέργεια, την πρόκληση και την κατοχή ελέγχου πάνω στην πορεία του παιχνιδιού (Pivec et al. σελ. 218).

Το παιχνίδι, λοιπόν, οφείλει να έχει κανόνες ώστε να περιορίζει τον παίχτη αλλά ταυτόχρονα να του επιτρέπει την λήψη πρωτοβουλιών (Koster, 2004· Kramer, 2000· Pivec et al., 2003). Δεν μπορούμε να θεωρήσουμε κάτι ως παιχνίδι αν δεν υπάρχουν κανόνες τους οποίους καλούνται να ακολουθούν οι παίκτες. Οι κανόνες καθορίζουν και τα επιτρεπόμενα μέσα για την επίτευξη του στόχου (Suits, 1967, σελ. 149). Οι Salen & Zimmerman (2004, σελ. 138) διακρίνουν τρία είδη κανόνων σε ένα παιχνίδι, τους διαδικαστικούς κανόνες υπό την μορφή συνήθως γραπτών οδηγιών, τους ενταγμένους κανόνες που αφορούν την δομή, το σύστημα του παιχνιδιού και δεν γίνονται φανεροί στον παίχτη και τους άγραφους κανόνες που σχετίζονται με την κατάλληλη συμπεριφορά κατά την διάρκεια του παιχνιδιού.

Ο Kramer (2000) προσθέτει ως στοιχεία του παιχνιδιού τον συναγωνισμό και την αλληλεπίδραση. Κατά την διάρκεια ενός παιχνιδιού συναγωνίζονται οι αντίπαλοι παίκτες ή ομάδες ή μπορεί να συναγωνίζονται οι παίκτες με το σύστημα του ίδιου του παιχνιδιού. Συνεπώς κυρίαρχο στοιχείο του παιχνιδιού είναι ο κοινωνικός του χαρακτήρας υπό την έννοια ότι απαιτεί τον συντονισμό των δραστηριοτήτων δύο ή περισσότερων παιχτών. Τον κοινωνικό χαρακτήρα του παιχνιδιού τονίζει και ο Vygotsky επισημαίνοντας ακόμη ότι το παιχνίδι δημιουργεί μία Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης, καθώς το παιδί ενδέχεται να υιοθετήσει συμπεριφορές που ξεπερνούν τα στενά όρια της ηλικίας του και την καθημερινότητά του (Barab et al., 2008).

Άλλο ένα στοιχείο που θεωρείται χαρακτηριστικό ενός παιχνιδιού είναι το στοιχείο τύχης, δηλαδή ένας παίχτης ενδέχεται να παίζει ένα παιχνίδι πολλές φορές και κάθε φορά η πορεία του να είναι διαφορετική. Αυτό είναι ένα από τα στοιχεία που κάνουν τα παιχνίδια τόσο διασκεδαστικά. Ωστόσο ένα παιχνίδι που βασίζεται μόνο στην τύχη δεν παρέχει στον παίχτη δυνατότητες να



εξελιχθεί και αυτό συχνά το καθιστά βαρετό. Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους ο σχεδιαστής μπορεί να εισάγει σε κάποιο παιχνίδι το στοιχείο της τύχης όπως με την χρήση ενός ζαριού, με το μοίρασμα κάποιων καρτών κατά την έναρξη του παιχνιδιού ή/ και με την δυνατότητα επιλογής πορείας και κινήσεων (Kramer, 2000 · Pivec et al., 2003). Ο παίχτης έχοντας την δυνατότητα επιλογής αποκτά την αίσθηση αυτονομίας και ελέγχου στην πορεία του παιχνιδιού (Garris et al., 2002).

Το παιχνίδι χαρακτηρίζεται, επίσης, από την ενεργητική συμμετοχή και εμπλοκή δεξιοτήτων όπως ο σχεδιασμός, ο προγραμματισμός, η λήψη αποφάσεων, η αντίληψη των συνεπειών των πράξεων του παίχτη, η φαντασία και η δημιουργικότητα. Επίσης εμπλέκονται και κοινωνικές και επικοινωνιακές δεξιότητες καθώς οι παίχτες καλούνται να συνεργαστούν, να διαλεχθούν και ίσως να λάβουν μία κοινή απόφαση (Pivec et al., 2003).

Επιπλέον, κάθε παιχνίδι έχει κάποιον τελικό στόχο που θα επιτευχθεί μέσα από την επίτευξη των διαφόρων προκλήσεων (Costikyan, 1994 · Kramer, 2000 · Pivec et al., 2003). Ο μοναδικός στόχος ενός παιχνιδιού δεν είναι η νίκη αλλά υπάρχουν και επιμέρους στόχοι που σχετίζονται με την κάθε δοκιμασία ή πρόκληση (Suits, 1967, σελ. 149). Ο παίχτης λαμβάνει άμεση ανατροφοδότηση από το σύστημα του παιχνιδιού, γεγονός που προωθεί την εξέλιξη του και την μάθηση (Ράμα, 2012). Το παιχνίδι με νόημα για τον παίχτη είναι αυτό που οι ενέργειες των παιχτών έχουν κάποιο αποτέλεσμα. Η ανατροφοδότηση του παίχτη επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό και τη σημασία που αποδίδει σε αυτό (Salen & Zimmerman, 2004, σελ. 4).

Το παιχνίδι διέπεται από ένα «σενάριο» και είναι φανερό το φανταστικό στοιχείο. Η φαντασία αφορά το φανταστικό πλαίσιο στο οποίο εντάσσονται οι παίχτες και το οποίο διεγείρει το ενδιαφέρον τους (Pivec et al., 2003 · Garris et al., 2002). Η περιέργεια και το ενδιαφέρον των παιχτών διατηρείται επίσης με την προσθήκη νέων στοιχείων και την εισαγωγή νέων προκλήσεων (Garris et al., 2002). Ο παίχτης κινητοποιείται να επιλύσει την κάθε πρόκληση καθώς χωρίς την επίλυση της δεν μπορεί να προχωρήσει στο παιχνίδι. Οι προκλήσεις που παρουσιάζονται οφείλουν να καλούν τον παίχτη να «μάθει» για να προχωρήσει

(Koster, 2004). Οι προκλήσεις, επίσης, καλό είναι να διαθέτουν το κατάλληλο επίπεδο δυσκολίας, το οποίο να είναι αυξανόμενο από το ένα στάδιο του παιχνιδιού στο άλλο. Όταν το επίπεδο δυσκολίας είναι χαμηλό ή πολύ υψηλό ο παίχτης χάνει το ενδιαφέρον του (Garris et al., 2002). Ένα παιχνίδι έχει νόημα όταν η σχέση ανάμεσα στις ενέργειες των παιχτών και τα αποτελέσματα είναι ενταγμένα αρμονικά σε ένα ευρύτερο πλαίσιο (Salen & Zimmerman, 2004). Διαπιστώνεται λοιπόν ότι τα χαρακτηριστικά που αποδίδονται σε ένα παιχνίδι ποικίλουν και έχουν επισημανθεί από τους ερευνητές πολλές διαφορετικές προτάσεις.

Τέλος, παράγοντες όπως οι σαφείς στόχοι, η άμεση ανατροφοδότηση, η περιέργεια, η πρόκληση, ο έλεγχος, ο συναγωνισμός, η φαντασία και η συνεργασία μπορούν να συμβάλλουν στην κινητοποίηση των μαθητών. Τα στοιχεία αυτά αφού αποτελούν χαρακτηριστικά των παιχνιδιών μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η αξιοποίηση των παιχνιδιών μπορεί να συμβάλει στην κινητοποίηση και συνεπώς στην μάθηση των παιχτών (Jabbar & Felicia, 2015· Kordaki, 2015· Koster, 2004).

#### **1.4. Ο σχεδιασμός παιχνιδιών με εκπαιδευτικούς στόχους**

Είναι χαρακτηριστικό ότι το 2010 σε ένα συνέδριο Ted ο Murphy και συνεργάτες του άσκησαν κριτική λέγοντας ότι «τα περισσότερα εκπαιδευτικά παιχνίδια σήμερα είναι στην ουσία κάρτες ή ασκήσεις εξάσκησης. Πρέπει να μάθουμε να σχεδιάζουμε καλύτερα παιχνίδια». Ο Jung, επίσης, επισημαίνει ότι «μία από τις πιο δύσκολες εργασίες που μπορεί να φέρει σε πέρας κάποιος, αν και πολλοί την περιφρονούν, είναι να σχεδιάσει καλά παιχνίδια» (όπως αναφ. στο Costikyan, 1994, σελ. 32). Συνεπώς διαφαίνεται μία επιθυμία από ερευνητές του χώρου των εκπαιδευτικών και όχι μόνο παιχνιδιών και κυρίως των ψηφιακών να αναζητηθούν τα χαρακτηριστικά που καθιστούν ένα παιχνίδι «καλό» και να αξιοποιηθούν κατά την πορεία σχεδιασμού ενός τέτοιου παιχνιδιού.

Πολλοί είναι οι ερευνητές που στις εργασίες τους παρουσιάζουν συμβουλές και οδηγίες προς τους σχεδιαστές εκπαιδευτικών παιχνιδιών. Για παράδειγμα ο Murphy και οι συνεργάτες του (2014) αναφέρουν ότι σε ένα παιχνίδι οι δραστηριότητες, προκειμένου οι παίκτες να μένουν προσηλωμένοι σε αυτές, πρέπει να είναι ξεκάθαρες και να παρέχουν άμεση και σχετική ανατροφοδότηση. Επιπλέον, επισημαίνει ότι ωφέλιμο θα ήταν το πλαίσιο να είναι απλό και οι παίκτες να έχουν λιγότερες επιλογές ώστε να μην μπερδεύονται καθώς επίσης να μην υπάρχουν στοιχεία που μπορεί να διαταράξουν την συγκέντρωση των παιχτών. Ο Murphy και οι συνεργάτες του (2014, σελ. 2) όπως και άλλοι ερευνητές του χώρου θεωρούν πολύ σημαντικό ο στόχος κάθε πρόκλησης να ανταποκρίνεται στο επίπεδο των παιχτών, οι δραστηριότητες να μην είναι χρονοβόρες και να παρουσιάζουν μία διαβάθμιση στην δυσκολία.

Ο Gyöngyösi (2012) τονίζει ότι σε ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι οφείλουμε να έχουμε σαφείς μαθησιακούς στόχους και κανόνες, ο αριθμός των παιχτών να είναι μικρός ώστε να μην αργεί να έρθει η σειρά του κάθε παίκτη, να υπάρχει το στοιχείο της τύχης ώστε ακόμα και οι πιο αδύναμοι μαθητές να αυξάνουν την πιθανότητα να κερδίσουν, το παιχνίδι να μην είναι χρονοβόρο και οι κανόνες να είναι συγκεκριμένοι.

Αναφορικά με την ανατροφοδότηση, αυτή μπορεί να πάρει πολλές μορφές όπως να παρέχονται στον παίκτη απλές ενδείξεις (για παράδειγμα η ένδειξη «Τα κατάφερες!») ή νέες δυνατότητες όταν ολοκληρώνει μία δραστηριότητα ή ενδείξεις για την ως τότε πορεία και επίδοσή του ή ένα σύστημα με πόντους. Ανατροφοδότηση θεωρείται επίσης και η παροχή στοιχείων ή βοήθειας όταν οι παίκτες δυσκολεύονται ώστε να μπορέσουν να προχωρήσουν. Επιπλέον, επισημαίνεται από τους ερευνητές η ανατροφοδότηση να γίνεται έντονα φανερή για παράδειγμα με έντονη αντίθεση χρωμάτων του κειμένου ή/και πλαισίου (Murphy et al., 2014, σελ. 6).

Ο Murphy και οι συνεργάτες του (2014) συμβουλεύει τους σχεδιαστές παιχνιδιών να μάθουν το κοινό στο οποίο απευθύνονται (τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις εμπειρίες που θα φέρουν στο παιχνίδι), να μην παρέχει πολλές

πληροφορίες μαζί και από την αρχή αλλά να υπάρχει μία σταδιακή εξέλιξη και διαβάθμιση στην πορεία και στην δυσκολία των δραστηριοτήτων αλλά και ευκαιρίες για αναστοχασμό για την ως τότε πορεία.

Η Kordaki (2015) αναφέρεται στα βήματα σχεδιασμού ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού με κάρτες, τα οποία φυσικά μπορεί να επεκταθούν και στον σχεδιασμό οποιουδήποτε παιχνιδιού. Συγκεκριμένα, τα βήματα που μας προτείνει είναι τα εξής:

1. Προσδιορίζουμε τις βασικές έννοιες με τις οποίες θα έρθουν σε επαφή οι παίκτες. Λαμβάνουμε υπόψη τις προτεινόμενες δραστηριότητες στις οποίες θέλουμε να εμπλακούν οι παίκτες και τις εναλλακτικές τους ιδέες για το υπό εξέταση φαινόμενο.
2. Αποφασίζουμε την διδακτική στρατηγική που θα ακολουθήσουμε.
3. Θέτουμε σαφείς στόχους.
4. Σχεδιάζουμε τις βασικές δραστηριότητες αλλά και το είδος της βοήθειας ή επεξήγησης που θα παρέχεται.
5. Προσδιορίζουμε το είδος και τον τύπο της ενίσχυσης.
6. Προσδιορίζουμε τους κανόνες του παιχνιδιού (Kordaki, 2015).

Σε παρόμοιο πλαίσιο κινούνται και άλλοι ερευνητές όπως ο Pivec και οι συνεργάτες του (2003). Χαρακτηριστικά αναφέρουν ότι ο σχεδιασμός μίας πορείας μάθησης με την αξιοποίηση ενός παιχνιδιού οφείλει να ξεκινάει από τον καθορισμό της παιδαγωγικής προσέγγισης (πώς λαμβάνει χώρα η μάθηση;) και την διατύπωση ξεκάθαρων στόχων. Έπειτα ακολουθεί η τοποθέτηση προκλήσεων εντός ενός πλαισίου-σεναρίου αλλά και η ενσωμάτωση στοιχείων υποβοήθησης των παιχτών αλλά και άμεσης ανατροφοδότησης (Pivec et al., 2003). Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει τον ρόλο του ενεργού συνεργάτη, σύμβουλου και καθοδηγητή στην πορεία μάθησης που πραγματοποιείται μέσα από την εμπλοκή των μαθητευομένων σε ένα παιχνίδι (Pivec et al., 2003).

Ο Crawford (1997) αναφέρεται πιο αναλυτικά στα βήματα σχεδιασμού ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού. Πρώτα ξεκινάμε με βάση την θεματική και το επιδιωκόμενο σκοπό ή τους στόχους. Ακολουθεί η μελέτη και η προετοιμασία σχετικά με την θεματική και τον σκοπό, που αποτελεί μία χρονοβόρα και

επίπονη διαδικασία, τίθενται οι ειδικοί στόχοι και επιλέγονται οι δραστηριότητες – προκλήσεις. Έπειτα, κατά την φάση του σχεδιασμού επιλέγονται οι ήρωες, σχεδιάζεται το περιβάλλον και το πλαίσιο παιχνιδιού, δηλαδή η δομή του παιχνιδιού και τα αισθητικά στοιχεία. Στην συνέχεια, έχουμε την αρχική αξιολόγηση του προϊόντος απαντώντας σε ερωτήματα όπως «Ικανοποιούνται οι στόχοι που τίθενται; Υπάρχουν σημεία του παιχνιδιού στα οποία χάνεται ο έλεγχος και ο παίχτης δεν γνωρίζει τι να κάνει και πώς να προχωρήσει;». Αν φανεί ότι σε κάποιο σημείο του παιχνιδιού ο παίχτης δεν γνωρίζει τι να κάνει τότε είναι αναγκαία η στήριξη του αλλιώς είναι πολύ πιθανό να εγκαταλείψει το παιχνίδι. Ο λεπτομερής σχεδιασμός στο χαρτί έρχεται σε μετέπειτα στάδιο και όταν το παιχνίδι είναι έτοιμο δοκιμάζεται από τον ίδιο τον σχεδιαστή ή / και από τρίτους. Η ανατροφοδότηση που λαμβάνεται σε αυτό το στάδιο συμβάλει στην αναπροσαρμογή του υλικού και στον τελικό σχεδιασμό του ώστε τέλος να διανεμηθεί στους ενδιαφερόμενους (Crawford, 1997).

O Ellington (1981) ακολουθεί μία άλλη πορεία σχεδιασμού που παρουσιάζει όμως πολλά κοινά στοιχεία με τα βήματα που μας προτείνει ο Crawford (1997). Ως πρώτο βήμα, ο Ellington (1981, σελ. 110) αναφέρει τον εντοπισμό του κενού στο αναλυτικό πρόγραμμα και επιλογή του τομέα ενδιαφέροντος και των επιθυμητών μαθησιακών αποτελεσμάτων, δηλαδή την επιλογή του περιεχομένου. Ακολουθούν, η επιλογή του τύπου παιχνιδιού, της δομής, ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων και η παραγωγή του υλικού (ταμπλό, κάρτες, οδηγίες για το εκπαιδευτικό που θα περιέχουν τους μαθησιακούς στόχους, το περιεχόμενο και προτεινόμενους τρόπους οργάνωσης του παιχνιδιού, φύλλο οδηγιών για τους παίκτες).

Έπειτα, το παραγόμενο υλικό αξιολογείται από τον ίδιο τον σχεδιαστή, τους συναδέλφους ή και από μία ομάδα του πληθυσμού στον οποίο απευθύνεται και προσαρμόζεται σύμφωνα με την ληφθείσα ανατροφοδότηση. Στον τελικό βήμα βρίσκεται η τελική εφαρμογή του παιχνιδιού και η δημοσιοποίηση του ώστε να γίνει γνωστό στην επιστημονική κοινότητα (Ellington, 1981, σελ. 112). Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφία διαπιστώνουμε δεν υπάρχει μία καθολικά αποδεκτή πορεία σχεδιασμού ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού αλλά υπάρχουν προτάσεις από διάφορους ερευνητές που άλλοτε παρουσιάζουν πιο αναλυτικά

και άλλοτε πιο γενικά βήματα. Συνεπώς, δεν μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι μία πορεία είναι αποδεκτή αλλά οφείλουμε να λαμβάνουμε υπόψη όλες οι προτάσεις κατά τον σχεδιασμό ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού.

Πολλοί, λοιπόν, είναι οι ερευνητές που προσπαθούν να διατυπώσουν τα στοιχεία που θεωρούνται απαραίτητα για τον σχεδιασμό παιχνιδιών. Αυτές τις προτάσεις λάβαμε υπόψη ώστε να σχεδιάσουμε το επιτραπέζιο παιχνίδι που αξιοποιείται στην παρούσα έρευνα. Ειδικότερα, κατά τον σχεδιασμό του παιχνιδιού τα στοιχεία που λάβαμε υπόψη και τα οποία η βιβλιογραφία προτείνει είναι: (α) η ύπαρξη σαφών κανόνων και στόχων (β) η ύπαρξη προκλήσεων (γ) διαβάθμιση στο επίπεδο δυσκολίας των προκλήσεων, (δ) ενεργητική συμμετοχή των παιχτών, (ε) άμεση και εποικοδομητική ανατροφοδότηση, (στ) ο συναγωνισμός και (η) το στοιχείο της τύχης. Το παιγνιώδες πλαίσιο προσπαθήσαμε να είναι προσαρμοσμένο στις υπάρχουσες γνώσεις και δεξιότητες των μαθητών ώστε να κινητοποιεί την περιέργεια και την φαντασία τους χωρίς να είναι πολύ δύσκολο και κουράζει ούτε πολύ εύκολο και καταλήγει «βαρετό» (Jabbar & Felicia, 2015). Επίσης, το επιτραπέζιο παιχνίδι έγινε προσπάθεια να μην είναι πολύ χρονοβόρο και η εναλλαγή της σειράς των παιχτών να είναι γρήγορη ώστε να μην προκαλούνται συναισθήματα ανίας.

Επιπλέον κατά τον σχεδιασμό του παιχνιδιού λάβαμε υπόψη τα βήματα που προτείνει ο Crawford (1997). Αρχικά, επιλέχθηκε η θεματική και τέθηκαν οι γενικοί στόχοι σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα και τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για την συγκεκριμένη ενότητα. Ακολούθησε η επιλογή των δραστηριοτήτων που θα ανταποκρίνονταν στους στόχους που τέθηκαν. Έπειτα, κατά την φάση του σχεδιασμού επιλέχθηκε το πλαίσιο παιχνιδιού, δηλαδή η δομή του παιχνιδιού και τα αισθητικά στοιχεία καθώς και οι κανόνες. Στην συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η αρχική αξιολόγηση του παιχνιδιού. Ο λεπτομερής σχεδιασμός στο χαρτί ήρθε σε μετέπειτα στάδιο και όταν το παιχνίδι ήταν έτοιμο δοκιμάστηκε από τον ίδιο τον σχεδιαστή και από τρίτους. Η ανατροφοδότηση σε εκείνο το στάδιο συνέβαλε στην αναπροσαρμογή του υλικό και στον τελικό σχεδιασμό του ώστε τέλος να διανεμηθεί στους ενδιαφερόμενους (Crawford, 1997). Επιλογικά, στηριχθήκαμε στην

βιβλιογραφία προκειμένου να διαπιστώσουμε τι είναι αυτό που καθιστά το παιχνίδι παιχνίδι, ποια στοιχεία οφείλει να έχει ένα παιχνίδι, αν η έρευνα επισημαίνει την θετική επίδραση στην μάθηση και στην κινητοποίηση από την αξιοποίηση παιχνιδιών για εκπαιδευτικούς στόχους και ποιες είναι οι ιδέες των μαθητών για έννοιες που σχετίζονται με το φως.

### **1.5. Έρευνες για την αξιοποίηση παιχνιδιών με εκπαιδευτικούς στόχους**

Ο πρώτος τομέας που αξιοποιήθηκαν τα παιχνίδια με εκπαιδευτικούς στόχους ήταν στην εκπαίδευση στελεχών του στρατού και αργότερα στην εκπαίδευση στελεχών διοίκησης επιχειρήσεων, δηλαδή ξεκίνησε από την εκπαίδευση ενηλίκων (Ellington, 1981, σελ. 21). Τα τελευταία τριάντα χρόνια έρευνες επισημαίνουν ότι η φύση των παιχνιδιών μπορεί να ενίσχυση την εμπλοκή των παιδιών, τα κίνητρα, την κινητοποίηση και το ενδιαφέρον τους καθώς και την συγκράτηση των αποκτηθέντων δεξιοτήτων (Filsecker & Hickey, 2014, σελ. 138).

Υπάρχουν αρκετές έρευνες για την αξιοποίηση παιχνιδιών κυρίως ψηφιακών και την μάθηση ή / και την κινητοποίηση (Barab & Dede, 2007). Ωστόσο, τα αποτελέσματα των ερευνών είναι αμφιλεγόμενα αναφορικά με την αποτελεσματικότητα των παιχνιδιών σε αυτούς τους τομείς. Υπάρχουν έρευνες που παρουσιάζουν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα χωρίς όμως θετική επίδραση στην κινητοποίηση. Υπάρχουν έρευνες που δείχνουν θετική επίδραση στην κινητοποίηση χωρίς όμως σημαντική επίδραση στα μαθησιακά αποτελέσματα. Τέλος, υπάρχουν έρευνες που παρουσιάζουν θετική επίδραση τόσο στην κινητοποίηση όσο και στα μαθησιακά αποτελέσματα.

Πολλοί είναι αυτοί που υποστηρίζουν την αξιοποίηση του παιχνιδιού για εκπαιδευτικούς σκοπούς καθώς παρατηρούν ότι όταν τα παιδιά παίζουν παρουσιάζουν μία προσήλωση, επιμονή, λήψη πρωτοβουλιών και αποφάσεων, στοιχεία που κρίνουν ότι θα έπρεπε να προωθούνται εντός της σχολικής αίθουσας (Klopfer et al., 2009)

Ο Crawford (1997) από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας στην οποία προέβη διαπίστωσε ότι οι περισσότερες έρευνες αξιοποίησαν εκπαιδευτικά παιχνίδια που σχεδιάστηκαν για ερευνητικούς σκοπούς ή παιχνίδια που κυκλοφορούν στην αγορά. Περίπου οι μισές έρευνες από αυτές που μελετήθηκαν αφορούσαν παιχνίδια που βασίζονταν στο αναλυτικό πρόγραμμα και κυρίως γνωστικών αντικειμένων όπως η γλώσσα, τα μαθηματικά και οι φυσικές επιστήμες (Crawford, 1997, σελ. 10). Οι περισσότερες έρευνες υιοθέτησαν την ποσοτική μέθοδο και συγκεκριμένα την μεθοδολογία των οιονεί πειραματικών μελετών. Ο τύπος των δεδομένων που συλλέχθηκαν αφορούσαν αυτοαναφορές, συνεντεύξεις, παρατηρήσεις και αξιολογήσεις σχετικά με δεξιότητες ή γνώσεις. Σχεδόν οι μισές έρευνες που μελετήθηκαν ερεύνησαν αν και σε πιο βαθμό η αξιοποίηση των παιχνιδιών συνέβαλε στην προώθηση της μάθησης και της κινητοποίησης.

Ο Pivec και οι συνεργάτες του πραγματοποιώντας, επίσης, μία ανασκόπηση ερευνών σχετικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα της αξιοποίησης παιχνιδιών αναφέρουν ότι οκτώ από τις έντεκα έρευνες που μελέτησαν παρουσίαζαν αυξημένα μαθησιακά αποτελέσματα όταν αξιοποιήθηκε η παιγνιώδης μάθηση ενώ οι τρεις δεν παρουσίασαν κάποια σημαντική διαφορά. Επιπλέον, οι επτά από τις οκτώ έρευνες έδειξαν ότι οι εκπαιδευόμενοι παρουσίασαν αυξημένο ενδιαφέρον. Ωστόσο, επισημαίνεται ότι υπάρχουν ορισμένοι εκπαιδευτικοί τομείς στους οποίους η αξιοποίηση της παιγνιώδους μάθησης έχει υψηλή μαθησιακή αξία. Οι τομείς αυτοί εμπλέκουν δεξιότητες όπως την κριτική σκέψη, την συνεργασία και την επικοινωνία σε ομάδες, την χρήση επιχειρημάτων και την λήψη αποφάσεων (Pivec et al., 2003).

Οι Randel, Morris, Wetzel & Whitehill (1992) πραγματοποιώντας μετανάλυση 68 ερευνών αναφέρουν ότι οι περισσότερες έρευνες παρουσιάζουν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα από την αξιοποίηση του παιχνιδιού αλλά και θετική επίδραση στο ενδιαφέρον των μαθητευομένων.

Η μετανάλυση ερευνών σχετικών με τα παιχνίδια και την μάθηση από τους Jabbar & Felicia (2015) κατέδειξε ότι οι περισσότερες έρευνες μελέτησαν τα αποτελέσματα από την αξιοποίηση ψηφιακών κυρίως παιχνιδιών στην καλλιέργεια δεξιοτήτων και γνώσεων.



Η έρευνα του Barad και των συνεργατών του (2008) αξιοποιώντας ένα περιβάλλον ψηφιακού παιχνιδιού έδειξε ότι μπορεί να επιφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Barab et al., 2008). Μία επίσης έρευνα που πραγματοποιήθηκε με δείγμα μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και αξιοποιήθηκαν ψηφιακά παιχνίδια έδειξε καλύτερα αποτελέσματα στα post-tests των μαθητών καθώς και στην κινητοποίηση τους (Sun & Gao, 2014).

Η έρευνα της Παπαστεργίου (2007) που πραγματοποιήθηκε σε μαθητές λυκείου, σύγκρινε μία παρέμβαση με την χρήση ψηφιακού παιχνιδιού και μία πορεία διδασκαλίας που βασιζόταν στην διάλεξη. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν θετική επίδραση της πρώτης παρέμβασης συγκριτικά με την δεύτερη αναφορικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα αλλά και τις εντυπώσεις των μαθητών.

Η έρευνα των Jaipal & Figg (2009) υποδεικνύει ότι η αξιοποίηση των ψηφιακών παιχνιδιών για την προσέγγιση μία έννοιας φυσικών επιστημών μπορεί να επιφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Ειδικότερα, σε αυτή την έρευνα αξιοποιήθηκε ένα ψηφιακό παιχνίδι για την προσέγγιση εννοιών όπως το «κύτταρο», ο «ιστός», το «όργανο» και το «σύστημα». Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαφαίνεται ότι το παιχνίδι ήταν αποτελεσματικό καθώς συνέβαλε στην βελτίωση της επίδοσης των μαθητών αναφορικά με τις έννοιες που μελετήθηκαν.

Η Kodaki (2010) μελέτησε την επίδραση της αξιοποίησης ενός ψηφιακού εκπαιδευτικού παιχνιδιού στην προσέγγιση του δυαδικού συστήματος στα μαθηματικά από μαθητές έκτης δημοτικού. Τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξε είναι ότι η αξιοποίηση του παιχνιδιού επηρέασε θετικά τα μαθησιακά αποτελέσματα και την κινητοποίηση των μαθητών (Kordaki, 2010, σελ. 416)

Υπάρχουν, λοιπόν, αρκετές έρευνες που επισημαίνουν ότι η αξιοποίηση ενός περιβάλλοντος μάθησης, που κινητοποιεί του μαθητευόμενους, επηρεάζει θετικά τα μαθησιακά αποτελέσματα (Gordova & Lepper, 1996). Τα στοιχεία ενός παιχνιδιού που μπορεί να συμβάλουν στην μάθηση είναι οι ευκαιρίες για δοκιμή και λάθος, η ενεργητική συμμετοχή και η άμεση ανατροφοδότηση που παρέχεται. Επίσης, έρευνες έχουν δείξει ότι στοιχεία όπως η εμπλαισίωση (contextualization) και η δυνατότητα επιλογής είναι στοιχεία που επηρεάζουν θετικά την κινητοποίηση

του μαθητευόμενου, την εμπλοκή του και την επίδοσή του (Breuer & Bente, 2010, σελ. 13 ). Η εμπλοκή (engagement) κατά την διάρκεια ενός παιχνιδιού εξαρτάται τόσο από παράγοντες που σχετίζονται με χαρακτηριστικά του εκάστοτε παιχνιδιού όσο των παιχτών (Jabbar & Felicia, 2015). Οι έρευνες που σχετίζονται με την εμπλοκή των παιχτών προέρχονται κυρίως από τον χώρο της Ψυχολογίας.

Αρκετές έρευνες επισημαίνουν ότι καλά σχεδιασμένα επιτραπέζια παιχνίδια ενισχύουν την μάθηση, τις κοινωνικές δεξιότητες, την συνεργασία. Μία έρευνα σε ενήλικες για την αποτελεσματικότητα των επιτραπέζιων παιχνιδιών αναφορικά με απόκτηση γνώσεων συγκριτικά με άλλες μεθόδους (πχ διάλεξη) υποστηρίζει ότι οι μαθητευόμενοι παρουσίασαν θετικότερες επιδόσεις όταν αξιοποιήθηκαν τα επιτραπέζια παιχνίδια. Τα καλά σχεδιασμένα επιτραπέζια παιχνίδια διαμορφώνουν μία ατμόσφαιρα που κεντρίζει την προσοχή του παίκτη, αλλά και ένα ασφαλές περιβάλλον στο οποίο μπορούν να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους μέσα από τον συναγωνισμό με τους συμπαίχτες τους (Treher, 2011, σελ. 4).

Ο Castellar και οι συνεργάτες του (2014) πραγματοποίησαν έρευνα σε σπουδαστές αξιοποιώντας στην μία ομάδα ένα επιτραπέζιο εμπορικό παιχνίδι στο οποίο εμπλέκονται μαθηματικές έννοιες και δεξιότητες. Τα αποτελέσματα τους δείχνουν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα από την αξιοποίηση του παιχνιδιού.

Οι Hergeth & Jones (2003) αξιοποίησαν ένα επιτραπέζιο παιχνίδι στην εκπαίδευση στελεχών διαφήμισης και προώθησης προϊόντων. Το παιχνίδι είχε χαρακτηριστικά προσομοίωσης διεύθυνσης επιχειρήσεων και ανταγωνισμού ανάμεσα σε αυτές τις επιχειρήσεις. Οι ερευνητές ανάμεσα στα θετικά αποτελέσματα επισήμαναν ότι οι εμπλεκόμενοι συνειδητοποίησαν τις επιπτώσεις των επιλογών τους στην επιχείρησή τους και η εμπειρία διατηρήθηκε στην μνήμη τους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Hergeth & Jones, 2003, σελ. 127).

Έρευνα, επίσης, σε ενήλικες σπουδαστές του κλάδου των οικονομικών για την αποτελεσματικότητα ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού έδειξε θετικά αποτελέσματα καθώς τους δόθηκε η δυνατότητα εφαρμογής των γνώσεων τους και οι παίκτες αντιλήφθηκαν τις επιπτώσεις των ενεργειών τους σε ένα περιβάλλον που προσομοίαζε την πραγματικότητα (Hergeth & Jones, 2003, σελ. 2).

Έρευνα με μαθητές πρώτης γυμνασίου αναφορικά με την κινητοποίηση και την στάση απέναντι στο γνωστικό αντικείμενο των μαθηματικών και συγκεκριμένα τις πιθανότητες έδειξε σημαντική θετική διαφορά μετά από την παρέμβαση με την αξιοποίηση παιχνιδιών (Nisbet & Williams, 2009, σελ. 35)

Ωστόσο, εκτός από τις έρευνες που επισημαίνουν την θετική επίδραση της αξιοποίησης του παιχνιδιού για εκπαιδευτικούς σκοπούς υπάρχουν και οι έρευνες, αν και λιγότερες, που διαπιστώνουν ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στην εκπαιδευτική διαδικασία με την αξιοποίηση παιχνιδιών και σε αυτή με την χρήση παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας. Διαπιστώνεται, λοιπόν, ότι τα ερευνητικά δεδομένα για την αποτελεσματικότητα της αξιοποίησης παιχνιδιών για εκπαιδευτικούς σκοπούς είναι αντιφατικά και οι ερευνητές παρουσιάζονται διχασμένοι (Papastergiou, 2007). Υπάρχουν, λοιπόν, έρευνες στις οποίες αξιοποιήθηκαν παιχνίδια για την προσέγγιση για παράδειγμα μαθηματικών εννοιών και τα αποτελέσματα δεν έδειξαν θετική επίδραση στην μάθηση. Αυτό εφιστά την προσοχή των εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση των παιχνιδιών (ψηφιακών ή μη) (Bragg, 2012, σελ. 1445' Klawe, 1999' Rosas et al., 2003' Ke & Grabowski, 2007).

Ο Bragg (2012) πραγματοποίησε έρευνα σε μαθητές 10-12 χρόνων αξιοποιώντας ένα παιγνιώδες περιβάλλον για την προσέγγιση μαθηματικών εννοιών και επισημαίνει ως πιθανές θετικές επιδράσεις από την αξιοποίηση εκπαιδευτικών παιχνιδιών την αύξηση της συμμετοχής και πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών, την θετικότερη στάση και απόψεις απέναντι στο γνωστικό αντικείμενο, την αύξηση της κινητοποίησης των μαθητών καθώς και την ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων. Ωστόσο τα αποτελέσματα δεν έδειξαν θετική επίδραση στην μάθηση (Bragg, 2012, σελ. 1448).

Ο Sadler και οι συνεργάτες του (2015) πραγματοποίησαν έρευνα στην οποία αξιοποιήθηκε ένα ψηφιακό παιχνίδι για την προσέγγιση εννοιών της βιολογίας σε μαθητές Λυκείου. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα και στην αξιολόγηση της παρέμβασης μετά από την αξιοποίηση του ψηφιακού παιχνιδιού και την διδασκαλία βασισμένη στην διάλεξη θετική επίδραση στην μάθηση.

Μία διαφορετική έρευνα μελέτησε τους τρόπους αξιοποίησης των παιχνιδιών από τους εκπαιδευτικούς και τις απόψεις τους για τα παιχνίδια ως διδακτικό μέσο. Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι αξιοποιούν παιχνίδια ή δραστηριότητες με παιγνιώδες πλαίσιο για εξάσκηση των μαθητών αναφορικά με διδασκόμενες έννοιες ή /και δεξιότητες, ως μία αλλαγή στην καθημερινότητα, ως ανταμοιβή για την γρήγορη ολοκλήρωση μία δραστηριότητας, ως διαγνωστικό εργαλείων των δυσκολιών ή μαθησιακών κενών των παιδιών, ως εισαγωγή στην διδασκαλία αλλά και προκειμένου να αυξηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών και να αποκτηθεί θετική στάση απέναντι σε κάποιο γνωστικό αντικείμενο (Swan & Marshall, 2009).

Οι εκπαιδευτικοί στην έρευνα των Kirriemuir & McFarlane (2004) που προσπάθησαν να αξιοποιήσουν παιχνίδια (κυρίως ψηφιακά) εντός της σχολικής αίθουσας για εκπαιδευτικούς σκοπούς συνάντησαν ορισμένα εμπόδια και δυσκολίες. Για παράδειγμα αναφέρουν ότι δυσκολεύτηκαν να εντοπίσουν για ποιους διδακτικούς στόχους να αξιοποιήσουν τα παιχνίδια, να πείσουν την διοίκηση του σχολείου και τον κοινωνικό περίγυρο (π.χ. γονείς) για τα οφέλη της αξιοποίησης παιχνιδιών στην τάξη καθώς τα παιχνίδια απέχουν πολύ από τις απαιτήσεις του εκπαιδευτικού συστήματος. Επίσης, ήταν αρκετά δύσκολο να προσανατολίσουν και κρατήσουν τους μαθητές εντός των στοιχείων του παιχνιδιού που παρουσιάζουν κάποια διδακτικά οφέλη και η ενασχόληση με τα παιχνίδια σήμαινε και περιορισμό του διδακτικού χρόνου.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η αξιοποίηση του παιχνιδιού ως μέσου ή περιβάλλοντος μάθησης παρουσιάζει δυσκολίες αλλά διαθέτει μία δυναμική για την προσέγγιση εννοιών γνωστικών αντικειμένων όπως οι φυσικές επιστήμες (Breuer&Bente, 2010` Kordaki, 2010). Δεν προτείνεται βέβαια η αντικατάσταση των ως τώρα καθιερωμένων δραστηριοτήτων από την αξιοποίηση παιχνιδιών, αλλά θα ήταν ωφέλιμο να εισαχθούν προσεκτικά επιλεγμένα και σχεδιασμένα παιχνίδια στην προσέγγιση ορισμένων εννοιών (Ellington, 1981, σελ. 25).

Δεν μπορούμε να θεωρήσουμε ότι όλα τα είδη παιχνιδιού είναι κατάλληλα για να επιφέρουν μαθησιακά αποτελέσματα ή ότι αν προσθέσουμε παιγνιώδη χαρακτήρα στην μάθηση τα αποτελέσματα είναι εγγυημένα (Breuer & Bente, 2010).

Η αξιοποίηση παιχνιδιών ενδέχεται να μην έχει μεγαλύτερη επίδραση στην μάθηση σε σχέση με την αξιοποίηση άλλων μεθόδων και μέσων. Η αξιοποίηση των παιχνιδιών στην διδασκαλία δεν αποτελεί το ανώτερο μέσο διδασκαλίας και τα μαθησιακά αποτελέσματα που μπορεί να επιτευχθούν δεν είναι ακόμα σαφή, αν και τα παιχνίδια ενδέχεται να συμβάλλουν στην ενίσχυση της κινητοποίησης και του ενδιαφέροντος στο εκάστοτε γνωστικό αντικείμενο (Pivec et al., 2003). Η αξιοποίηση του παιχνιδιού με εκπαιδευτικούς στόχους δεν είναι μία εύκολη διαδικασία, απαιτεί μία ισορροπία ανάμεσα στο παιχνίδι και την μάθηση και δεν πρέπει να πέσουμε στην παγίδα της απλοποίησης (Breuer & Bente, 2010).

Από την ανασκόπηση λοιπόν της βιβλιογραφίας διαπιστώνεται ότι οι περισσότερες έρευνες αναφορικά με την αξιοποίηση παιχνιδιών για την επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων επισημαίνουν την θετική επίδραση τόσο στην μάθηση όσο και στην κινητοποίηση. Ωστόσο, ένας μικρότερος αριθμός μελετών επισημαίνει την θετική επίδραση στην κινητοποίηση και το ενδιαφέρον αλλά όχι στην μάθηση και λίγες έρευνες είναι αυτές στις οποίες δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφορά (Pivec et al., 2003).

#### **1.6. Οι ιδέες των μαθητών για την θεματική του «Φωτός»**

Είναι κοινός πλέον τόπος ότι η μάθηση στηρίζεται στις προϋπάρχουσες εμπειρίες και νοητικές κατασκευές του μαθητή, τις οποίες χρησιμοποιεί προκειμένου να ερμηνεύσει αντικείμενα και γεγονότα της ζωής του. Ο εκπαιδευτικός δε μπορεί να παραβλέπει τις προϋπάρχουσες γνώσεις και ιδέες των μαθητών, αλλά πρέπει να τις λαμβάνει υπόψη στο σχεδιασμό της διδασκαλίας του.

Από τα μέσα της δεκαετίας του '70 και μετά παρατηρείται στο χώρο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών μια έντονη ερευνητική δραστηριότητα σε παγκόσμια κλίμακα που εστιάζει στις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών. Συμφωνά λοιπόν με τη νέα θεώρηση των πραγμάτων, κυρίαρχο ρόλο στη μάθηση παίζουν οι ιδέες που έχουν τα παιδιά για τα φυσικά φαινόμενα πριν τα διδαχτούν στο σχολείο. Λόγου χάρη, πριν ο μαθητής διδαχτεί στο σχολείο τι είναι το φως έχει διαμορφώσει

κάποια δική του άποψη για την έννοια αυτή. Οι προ-έννοιες θεωρούνται υπεύθυνες για πολλές από τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στη φυσική γιατί είναι συχνά διαφορετικές ή και αντίθετες από τις «επίσημες» επιστημονικές αντιλήψεις (Χαλκιά, 2012).

Οι ιδέες των μαθητών για την διάδοση του φωτός σχετίζονται με το γεγονός ότι η ταχύτητα και η πορεία διάδοσής τους δεν μπορεί να γίνει αντιληπτή από τον άνθρωπο. Ένα πολύ μικρό ποσοστό μαθητών (Τέκος & Σολομωνίδου, 2010) είναι φορείς της επιστημονικής άποψης για το πώς γίνεται ορατό ένα αντικείμενο. Οι κυριότερες ιδέες των μαθητών για την διάδοση του φωτός είναι οι εξής:

1. Το φως παραμένει ακίνητο (Χαλκιά, 2012, σελ. 412).
2. Το φως διαδίδεται ακαριαία στον χώρο (όπ. π.)
3. Το φως διαδίδεται αλλά χρειάζεται μία «ορμή» για να διατηρήσει την κίνησή του (όπ. π.)
4. Το φως έχει πεπερασμένη διαδρομή (Χαλκιά, 2012, σελ. 412).
5. Το φως ταυτίζεται με την πηγή ή τα αποτελέσματά του. Το φως δεν έχει ανεξάρτητη υπόσταση. Οι μαθητές δυσκολεύονται να αντιληφθούν ότι φως υπάρχει και ανάμεσα στην φωτεινή πηγή και το αντικείμενο που βλέπουν ότι φωτίζεται από αυτή (Βιβλίο Δασκάλου, σελ. 174)

Σχετικά με το τι είναι απαραίτητο για να δούμε

- Για να δούμε είναι αναγκαία μόνο η όραση χωρίς να υπάρχει φωτεινή πηγή απαραίτητα (Χαλκιά, 2012, σελ. 415).

Για το πώς γίνονται ορατά τα αντικείμενα

- Η πηγή φωτίζει το χώρο και το μάτι μπορεί να δει το αντικείμενο (Χαλκιά, 2012, σελ. 413).
- Η πηγή φωτίζει το αντικείμενο και για αυτό βλέπουμε (Χαλκιά, 2012, σελ. 414).
- Η πηγή φωτίζει το μάτι και ενεργοποιεί την όραση. Φωτίζει παράλληλα και το αντικείμενο. Το μάτι βλέπει το αντικείμενο, χωρίς να καταγράφεται κάποια απ' ευθείας μεταξύ τους σχέση (Χαλκιά, 2012, σελ. 414)

- Το μάτι, ακόμα και στο απόλυτο σκοτάδι, μπορεί να δει το αντικείμενο, καθώς εκπέμπει τη δική του «φωτεινότητα». Το μάτι παίζει ρόλο αποκλειστικού πομπού.
- Η πηγή αρχικά φωτίζει το μάτι, όπου είτε ανακλάται είτε υποκινεί μια δεύτερη εκπομπή από το μάτι στο αντικείμενο. Έτσι επιτυγχάνεται η όραση του αντικειμένου.
- Το αντικείμενο αποτελεί το επίκεντρο της όλης διαδικασίας. Το μάτι εκπέμπει «κάτι» προς το αντικείμενο, και ταυτόχρονα η πηγή το φωτίζει. Έτσι γίνεται ορατό το αντικείμενο (Χαλκιά, 2012, σελ. 415).
- Η πηγή φωτίζει το αντικείμενο το οποίο στη συνέχεια ακτινοβολεί προς το μάτι και από το μάτι μας έχουμε νέα εκπομπή προς το αντικείμενο (Χαλκιά, 2012, σελ. 417).
- Το αντικείμενο ανεξάρτητα από την παρουσία φωτισμού, εκπέμπει προς το μάτι την εικόνα του (Χαλκιά, 2012, σελ. 418).

Για τη δημιουργία της σκιάς

- Οι μαθητές δυσκολεύονται να εξηγήσουν πώς δημιουργείτε η σκιά και δεν συνδέουν τον σχηματισμό της σκιάς με την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός (Βιβλίο Δασκάλου, σελ. 174).
- Οι μαθητές ίσως πιστεύουν ότι τα αντικείμενα κρύβουν το φως κι έτσι δημιουργείται η σκιά, ταυτίζοντας το φως με τη φωτεινή πηγή (Πατσαδάκης και Πιπίλης, 2004, σελ. 38).
- Οι μαθητές θεωρούν ότι η σκιά είναι το λιγότερο φωτεινό μέρος του αντικειμένου (όπ. π.).
- Οι μαθητές ίσως πιστεύουν ότι η σκιά υπάρχει από μόνη της και κρύβεται πίσω από το αντικείμενο (όπ. π.).

Για ανάκλαση, διάχυση, απορρόφηση

Σύμφωνα με την έρευνα της Guesne (1985, όπως αναφ. στο Σιδηροπούλου, 2015) τα περισσότερα παιδιά 11-13 ετών δεν εξέφρασαν κάποια ιδέα για το τι συμβαίνει όταν το φως προσπίπτει πάνω σε έναν καθρέφτη. Αυτό πιθανόν οφείλεται στη δυσκολία τους να αντιληφθούν ότι το φως είναι διάχυτο στο χώρο.

Θεωρούν ότι το φως μένει μέσα στον καθρέφτη ή πάνω στο χαρτί (ύπαρξη φωτεινής κηλίδας). Ορισμένοι μαθητές υποστήριξαν ότι το φως φεύγει από το φακό προσπίπτει πάνω στο καθρέφτη και αναπηδάει. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Tiberghien et al. (1980, σσ. 24-41, όπως αναφ. στο Σιδηροπούλου, 2015). Οι Driver et al. (2000, όπως αναφ. στο Σιδηροπούλου, 2015) αναφέρονται στην ερευνητική μελέτη των Anderson & Smith (1983) στην οποία το 60% ενός δείγματος 227 μαθητών ηλικίας 9–15 ανέφεραν ότι το φως αναπηδά στους καθρέφτες, αλλά όχι σε άλλα αντικείμενα. Μόνο λίγα παιδιά (το 20% του δείγματος) δήλωσαν ότι αναπηδά και από τα αδιαφανή αντικείμενα, ενώ μόνον ελάχιστα (2%) ανέφεραν ότι το φως διαχέεται.

Ανάκλαση του φωτός έχουμε όταν: (α) η δέσμη φωτός που εκπέμπεται από την φωτεινή πηγή προσπίπτει πάνω σε μία λεία επιφάνεια και επιστρέφει στην πηγή ανεξάρτητα από την γωνία πρόσπτωσης της, (β) η δέσμη φωτός που εκπέμπεται από την φωτεινή πηγή προσπίπτει πάνω σε μία λεία επιφάνεια και παραμένει εκεί. Διάχυση του φωτός έχουμε όταν: (α) η δέσμη φωτός που εκπέμπεται από την φωτεινή πηγή προσπίπτει πάνω σε ανώμαλη λεία επιφάνεια και παραμένει εκεί, (β) η δέσμη φωτός που εκπέμπεται από την φωτεινή πηγή προσπίπτει πάνω σε ανώμαλη λεία επιφάνεια και την διαπερνά και (γ) η δέσμη του φωτός απλά φωτίζει το αντικείμενο (Τέκος & Σολομωνίδου, 2010).

Διαπιστώνεται, λοιπόν, ότι οι μαθητές είναι φορείς πλήθος εναλλακτικών ιδεών για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με το «Φως». Ο σχεδιασμός μίας πορείας διδασκαλίας και μάθησης οφείλει να λαμβάνει υπόψη τις προϋπάρχουσες γνώσεις και αντιλήψεις των μαθητών. Αυτές είναι που πρέπει να ανιχνευτούν και να αναθεωρηθούν ή να ενισχυθούν. Η εννοιολογική αλλαγή, η αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών όμως και η αφομοίωση των νέων εννοιών από τους μαθητές είναι μια μακροχρόνια και αργή διαδικασία. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν μετά την διδασκαλία ενοτήτων της Οπτικής παρουσιάζουν μία επιμονή των προϋπάρχουσων ιδεών σχετικά με την διάδοση του φωτός και άλλα φαινόμενα της Οπτικής (Τέκος & Σολομωνίδου, 2010).



## **B Μέρος: Η έρευνα**

### **2. Η έρευνα**

#### **2.1. Λόγοι επιλογής της θεματικής του «Φωτός» και του επιτραπέζιου παιχνιδιού**

Η προσπάθεια κατανόησης της φύσης του φωτός, του τρόπου διάδοσής του και της διαδικασίας της όρασης έχουν απασχολήσει την ανθρωπότητα εδώ και χιλιάδες χρόνια. Ωστόσο, το πεδίο αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες ακόμα και σήμερα όχι μόνο για τους μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αλλά και για πολλούς ενήλικες (Χαλκιά, 2012). Οι πολλές και ποικίλες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών αλλά και των ενηλίκων σχετικά με έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με το φως έχουν μελετηθεί επισταμένως από την έρευνα στον χώρο των φυσικών επιστημών. Ωστόσο παρά την προσπάθεια αναδόμησης τους από τους εκπαιδευτικούς αυτές παραμένουν (Driver et al., 1993).

Ειδικότερα, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα όπως η φύση του φωτός, η πορεία του φωτός και ο τρόπος που γίνονται ορατά τα αντικείμενα, η ανάκλαση και η διάχυση του φωτός παραμένουν ακόμα και μετά από την διδασκαλία (Driver et al., 1993 Τέκος & Σολομωνίδου, 2010 Χαλκιά, 2012). Μία από τις ιδέες που έχει επισημανθεί ότι είναι αρκετά ισχυρή είναι η ταύτιση του φωτός με την πηγή του, ιδέα που σχετίζεται με την φύση του φωτός (Guesne, 1985 όπως αναφ. στο Σιδηροπούλου, 2015).

Μία ισχυρή εναλλακτική ιδέα που σχετίζεται με την πορεία του φωτός, την ανάκλαση και την διάχυσή του είναι ότι το φως μένει πάνω στα αντικείμενα που συναντά (όπ. π.). Μία ισχυρή, επίσης, ιδέα, που σχετίζεται με τον τρόπο που γίνονται ορατά τα αντικείμενα, αποδίδει παθητικό ρόλο στο μάτι καθώς υποστηρίζει ότι βλέπουμε τα αντικείμενα επειδή φωτίζονται (Driver et al. 1993). Αυτές αποτελούν κάποιες από τις ιδέες των μαθητών που ακόμη και μετά την παρέμβαση παραμένουν.

Επιλέχθηκε λοιπόν στην παρούσα μελέτη η συγκεκριμένη θεματική καθώς παρουσιάζει δυσκολίες στην κατανόηση αλλά και επειδή τα φαινόμενα που σχετίζονται με το φως έχουν άμεση σχέση με την καθημερινή ζωή των ανθρώπων και συνεπώς των μαθητών. Επίσης η θεματική αυτή διδάσκεται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και οι στόχοι που τίθενται αποτελούν στόχους του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών και συγκεκριμένα του γνωστικού αντικείμενου «Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» για την Ε' τάξη του Δημοτικού Σχολείου (Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Βιβλίο Μαθητή, ενότητα 7, σελ. 74-79). Τέλος, η ενότητα «Φως» σε ορισμένες διεθνείς έρευνες ήταν η πρώτη προτίμηση μαθητών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ανάμεσα στις διάφορες ενότητες των Φυσικών Επιστημών που θα επιθυμούσαν να διδαχτούν (Qualter, 1993 · Langley, Ronen & Eylon, 1997)

Επιλέχθηκε ως μέσο για την παρέμβαση στην πειραματική ομάδα η αξιοποίηση του πλαισίου του επιτραπέζιου παιχνιδιού. Οι λόγοι επιλογής του συγκεκριμένου μέσου ποικίλουν. Αρχικά, οι μαθητές και κυρίως της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι εξοικειωμένοι από πολύ μικρή ηλικία με τα επιτραπέζια παιχνίδια (Kordaki, 2015). Τα επιτραπέζια παιχνίδια αποτελούν δραστηριότητες ελεύθερου χρόνου που επιφέρουν στους εμπλεκόμενους συναισθήματα χαράς και διασκέδασης (όπ. π.). Αν και τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία αύξηση του ερευνητικού ενδιαφέροντος για την αξιοποίηση ψηφιακών κυρίως παιχνιδιών, ελάχιστες είναι οι προσπάθειες μελέτης του επιτραπέζιου παιχνιδιού ως μέσου για την επίτευξη μαθησιακών στόχων γενικότερα και ειδικότερα στο γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής (Crawford, 1997). Θελήσαμε, λοιπόν, να απαντήσουμε σε αυτόν τον προβληματισμό μελετώντας αν η αξιοποίηση ενός εκπαιδευτικού επιτραπέζιου παιχνιδιού στη διδασκαλία μπορεί να επιφέρει θετικότερα μαθησιακά αποτελέσματα αλλά και αυξημένη κινητοποίηση στους μαθητές συγκρινόμενη με την αξιοποίηση της προτεινόμενης από το αναλυτικό πρόγραμμα και την έρευνα στο χώρο των Φυσικών Επιστημών διδακτικής μεθοδολογίας για την ενότητα του «Φωτός».

## 2.2. Σκοπός και Ερευνητικές υποθέσεις

Η ερευνητική διαδικασία ακολουθεί το ερευνητικό παράδειγμα της ποσοτικής έρευνας. Ειδικότερα, η έρευνα αξιοποίησε ένα οιονεί πειραματικό σχεδιασμό. Αρχικά, χορηγήθηκε στους μαθητές ένα pre-test λαμβάνοντας μετρήσεις ώστε να διασφαλιστεί, όσο είναι δυνατόν, ότι η πειραματική ομάδα και η ομάδα ελέγχου να μην έχουν σημαντικές διαφορές αναφορικά με την συγκεκριμένη θεματική και οι μαθητές να ξεκινούν από παρόμοιο γνωστικό επίπεδο. Επίσης, αξιοποιήθηκε και ένα post-test με τις ίδιες δραστηριότητες ώστε να αξιολογηθεί η πρόοδος των μαθητών και τα μαθησιακά αποτελέσματα. Τέλος, χορηγήθηκε και ένα ερωτηματολόγιο τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση με άξονες που σχετίζονται με την κινητοποίηση.

Ειδικότερα, η παρούσα έρευνα σύγκρινε δύο μέσα διδασκαλίας και μάθησης για την θεματική «Φως» που διδάσκεται στην Ε τάξη του Δημοτικού Σχολείου ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα και άξονες που σχετίζονται με την κινητοποίηση. Οι δύο πορείες είχαν τους ίδιους μαθησιακούς στόχους και παρόμοιες δραστηριότητες αλλά διέφεραν στο ότι η μία αξιοποιούσε ένα παιγνιώδες πλαίσιο ενώ η άλλη όχι. Επομένως, οι τυχόν διαφορές στα μαθησιακά αποτελέσματα και στην κινητοποίηση θα οφείλονταν στην παρουσία ή μη παιγνιώδους πλαισίου.

Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση των δεδομένων μέσω του στατιστικού προγράμματος SPSS και προέκυψαν δείκτες περιγραφικής στατιστικής όπως συχνότητες και μέσοι όροι. Επίσης αξιοποιήθηκαν μη παραμετρικοί έλεγχοι για την μελέτη της σημαντικότητας των διαφορών εντός και μεταξύ των ομάδων πριν και μετά την παρέμβαση όπως το κριτήριο Wilcoxon για τις διαφορές εντός ομάδας και το κριτήριο Mann-Whitney (U) για τις διαφορές μεταξύ των ομάδων. Αξιοποιήθηκε, επίσης, και ο έλεγχος Cronbach's Alpha για την μελέτη της εσωτερικής εγκυρότητας του ερωτηματολογίου που αφορούσε άξονες σχετικούς με την κινητοποίηση. Επιπλέον, έγινε κατηγοριοποίηση των ιδεών που εκφράστηκαν από τους μαθητές για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με το «φως» λαμβάνοντας υπόψη την βιβλιογραφία για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών.

Οι δύο τάξεις που συμμετείχαν στην έρευνα αποτελούσαν τις δυο ομάδες. Στην μία αξιοποιήθηκαν δραστηριότητες ενταγμένες σε ένα παιγνιώδες πλαίσιο με την μορφή επιτραπέζιου παιχνιδιού (Πειραματική ομάδα) ενώ στην άλλη πραγματοποιήθηκε μία διδασκαλία βασισμένη στις προτεινόμενες από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών αλλά και την σχετική έρευνα δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν από την ερευνήτρια ώστε να ανταποκρίνονται στους προτεινόμενους στόχους από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Ομάδα ελέγχου). Οι στόχοι και οι δραστηριότητες δεν περιορίστηκαν μόνο σε αυτούς που προτείνονται αλλά όπου κρίθηκε σκόπιμο προστέθηκαν και νέοι στόχοι και δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες που προτείνονται από το αναλυτικό πρόγραμμα για την συγκεκριμένη θεματική γίνονται φανερές από την μελέτη του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών, του βιβλίου του δασκάλου και των μαθητών για την συγκεκριμένη τάξη. Οι δραστηριότητες και στις δύο ομάδες είχαν τους ίδιους στόχους και ήταν παρόμοιες. Συνεπώς, μπορεί να υποστηριχθεί ότι οι δραστηριότητες ως μεταβλητή παρέμεινε σταθερή και δεν διέφερε στις δύο ομάδες.

Λαμβάνοντας υπόψη την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας κατά την οποία παρατηρήθηκε ότι οι περισσότερες έρευνες σχετικά με την αξιοποίηση παιχνιδιών αποβλέποντας στην επίτευξη μαθησιακών στόχων υποστήριζαν την θετική επίδραση στην μάθηση και την κινητοποίηση των εμπλεκομένων (Randel, Morris, Wetzel & Whitehill, 1992) θέσαμε τις εξής υποθέσεις:

1. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας θα παρουσιάσουν σημαντική βελτίωση αναφορικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα συγκριτικά με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου.
2. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας θα παρουσιάσουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την παρέμβαση συγκριτικά με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου.

Προκειμένου να ελεγχθούν, λοιπόν, οι υποθέσεις αρχικά χορηγήθηκε από την εκπαιδευτικό της τάξης μία δοκιμασία που έλεγχε τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών τουλάχιστον μία εβδομάδα νωρίτερα από την

προγραμματισμένη παρέμβαση, ώστε να μην υπάρξει σύνδεση της δοκιμασίας με την παρέμβαση που θα ακολουθούσε. Την παρέμβαση σε κάθε ομάδα ακολούθησε το post-test που είχε τις ίδιες ερωτήσεις με το pre-test σε κάθε ομάδα ώστε να διαπιστωθεί αν υπήρξαν διαφορές αναφορικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα πριν και μετά την παρέμβαση σε κάθε ομάδα καθώς και ανάμεσα στις δύο ομάδες. Το post-test χορηγήθηκε από την εκπαιδευτικό της τάξης μία εβδομάδα μετά την παρέμβαση, ώστε να μην υπάρξει σύνδεση με την παρέμβαση (Παράρτημα Ι).

Επίσης, πριν αλλά και μετά την παρέμβαση χορηγήθηκε στους μαθητές ένα ερωτηματολόγιο για την κινητοποίηση που αποτελεί προσαρμογή του ερωτηματολογίου των Vollmeyer & Rheinberg (2001) (Παράρτημα II και III). Το ερωτηματολόγιο εξετάζει τέσσερις παράγοντες που σχετίζονται με την κινητοποίηση μέσα από δεκαοκτώ ερωτήματα με την μορφή της εφτάβαθμης κλίμακας Likert. Οι παράγοντες αυτοί είναι το άγχος, η πιθανότητα επιτυχίας, το ενδιαφέρον και η πρόκληση. Οι παράγοντες αυτοί έχουν επισημανθεί από και από άλλους ερευνητές ότι σχετίζονται με την κινητοποίηση (Hampden-Thompson & Bennett, 2013· Ainley & Ainley, 2011· Pintrich, 1991).

### **2.3. Συμμετέχοντες**

Ως τρόπος δειγματοληψίας αξιοποιήθηκε η βολική δειγματοληψία καθώς επιλέχθηκαν δύο σχολεία όπου έχει άμεση πρόσβαση η ερευνήτρια. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο συστεγαζόμενα εξαθέσια σχολεία της πόλης του Βόλου, μίας τυπικής πόλης της Ελλάδας. Το δείγμα αποτελούσαν οι μαθητές της Ε΄ τάξης του κάθε σχολείου. Σε αυτήν την τάξη εισάγεται για πρώτη φορά στην διδασκόμενη ύλη το γνωστικό αντικείμενο «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω». Την περίοδο που πραγματοποιήθηκε η έρευνα (Απρίλιος 2016) οι μαθητές δεν είχαν διδαχθεί την ενότητα «Φως». Ωστόσο, έννοιες σχετικές με το φως είχαν μελετηθεί σε προηγούμενες τάξεις στα πλαίσια του γνωστικού αντικειμένου της «Μελέτης Περιβάλλοντος». Για παράδειγμα στην Δευτέρα τάξη του δημοτικού σχολείου στην ενότητα 12 «Ενέργεια» προσεγγίζονται οι στόχοι:

1. Οι μαθητές να γνωρίσουν την ηλιακή ενέργεια, ως την πιο απαραίτητη μορφή ενέργειας για την ύπαρξη της ζωής στη Γη μέσα από παραδείγματα.
2. Οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι η ηλιακή ενέργεια είναι δωρεάν, ανεξάντλητη και δε ρυπαίνει, άρα είναι φιλική προς το περιβάλλον.

Ωστόσο, η συζήτηση επικεντρώνεται μόνο στον Ήλιο και στην αξία του και δεν επεκτείνεται στο φως γενικότερα (Μελέτη Περιβάλλοντος, βιβλίο δασκάλου, σελ. 73).

Επιπλέον, στην Τετάρτη τάξη του δημοτικού σχολείου στα πλαίσια του γνωστικού αντικείμενου της «Μελέτης Περιβάλλοντος» στην ενότητα 6 «Μελετάμε τον Φυσικό κόσμο (Φυσικές Επιστήμες)» τίθενται οι εξής στόχοι:

1. Οι μαθητές να προσεγγίσουν βασικές ιδιότητες του φωτός και να κατανοήσουν τη σχέση του με τη θερμότητα.
2. Οι μαθητές να αναφέρουν παραδείγματα φωτεινών πηγών εκτός από τον Ήλιο.
3. Οι μαθητές να ταξινομήσουν αντικείμενα με κριτήριο αν περνά από αυτά «όλο το φως», «ένα μέρος από το φως» ή «δεν περνά καθόλου φως», προσεγγίζοντας τις έννοιες διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή σώματα (Μελέτη Περιβάλλοντος, βιβλίο δασκάλου, σελ. 90). Διαπιστώνεται, λοιπόν, ότι οι μαθητές ήδη από τις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου προσεγγίζουν έννοιες σχετικές με το φως αλλά αποσπασματικά.

Η τάξη στην οποία δεν αξιοποιήθηκε παιγνιώδες πλαίσιο αποτελεί την «ομάδα ελέγχου» (Ο.Ε.) ενώ η τάξη στην οποία αξιοποιήθηκε το επιτραπέζιο παιχνίδι την «πειραματική ομάδα» (Π.Ο.). Από τους 32 μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα, 17 ήταν αγόρια και 15 ήταν κορίτσια. Ειδικότερα, η ομάδα ελέγχου αποτελούνταν από δεκαεπτά μαθητές (εννιά αγόρια και οκτώ κορίτσια) και η πειραματική ομάδα από δεκαπέντε μαθητές (οκτώ αγόρια και επτά κορίτσια). Σε καμία από τις δύο τάξεις δεν υπήρχαν μαθητές με διαγνωσμένες μαθησιακές δυσκολίες.

## 2.4. Διδακτική πορεία και Υλικό

### 2.4.1. Παιγνιώδης προσέγγιση



Το επιτραπέζιο παιχνίδι

Το υλικό που αξιοποιήθηκε στην πειραματική ομάδα αποτελούσε ένα αυτοσχέδιο επιτραπέζιο παιχνίδι που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε με βάση τους στόχους του αναλυτικού προγράμματος αλλά και τις προτάσεις της σχετικής με τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών παιχνιδιών έρευνας. Οι γνωστικοί στόχοι που τέθηκαν ήταν οι εξής:

1. Οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη φωτός είναι η ύπαρξη κάποιας φωτεινής πηγής.
2. Οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνουν ορατά τα αντικείμενα γύρω μας είναι η παρουσία φωτός.
3. Οι μαθητές να διακρίνουν τα αυτόφωτα από τα ετερόφωτα σώματα με κριτήριο αν φωτίζουν.

4. Οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι το φως διαδίδεται ευθύγραμμα και προς πολλές κατευθύνσεις.
5. Οι μαθητές να είναι σε θέση να διακρίνουν τα διαφανή, τα ημιδιαφανή και τα αδιαφανή σώματα με κριτήριο να βλέπουμε καθαρά από πίσω.
6. Οι μαθητές να είναι σε θέση να σχεδιάζουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία (φως και ημιδιαφανές/αδιαφανές αντικείμενο) για τον σχηματισμό σκιάς.
7. Οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι η σκιά δεν είναι απουσία φωτός.
8. Οι μαθητές να είναι σε θέση να σχεδιάζουν την πορεία του φωτός από την φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο και προς τα μάτια μας (ΒΔ σελ. 181).

Οι δεκαπέντε μαθητές της πειραματικής ομάδας χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες, τρεις ομάδες των τεσσάρων και μία ομάδα των τριών μαθητών. Η κάθε ομάδα προσπαθούσε να συγκεντρώσει τους περισσότερους πόντους και να φτάσει στο τέλος του παιχνιδιού έχοντας ως αντιπάλους τις άλλες ομάδες. Επιλέχθηκε αυτή η μορφή του παιχνιδιού διότι ο αριθμός των μαθητών/παιχτών ήταν μεγάλος και θέλαμε κάθε μαθητής να απαντήσει στις ερωτήσεις που τέθηκαν μέσα από συζήτηση με τα μέλη της ομάδας του. Ο δεύτερος αυτός λόγος καθόρισε την μορφή του παιχνιδιού καθώς αν οι μαθητές σε κάθε ομάδα συναγωνίζονταν ο ένας τον άλλον αναγκαστικά δεν θα απαντούσαν όλοι σε όλες τις ερωτήσεις αλλά όποιος τύχαινε σε κάθε ερώτηση θα καλούταν να απαντήσει, γεγονός που θα καθιστούσε αδύνατο οι μαθητές να προβληματιστούν και να συζητήσουν αναφορικά με τα ερωτήματα που τους στόχους που τέθηκαν.

Η διάρκεια του παιχνιδιού ήταν δύο διδακτικές ώρες. Αρχικά, δόθηκε στους μαθητές το όνομα του παιχνιδιού που είναι «Φωτεινούπολη» και κλήθηκαν να εκφράσουν τις υποθέσεις και τις προσδοκίες τους γι' αυτό που θα ακολουθήσει. Έπειτα, εξηγήσαμε τους κανόνες του παιχνιδιού (Παράρτημα Χ), μοιράστηκε το υλικό και οι μαθητές έπαιξαν το παιχνίδι. Στο τέλος του παιχνιδιού, τέθηκαν ανακεφαλαιωτικές ερωτήσεις στην ολομέλεια της τάξης όπως:

Τι είναι απαραίτητο για να υπάρχει φως;

Τι είναι αναγκαίο για να βλέπουμε;



Μπορείτε να αναφέρετε δύο αντικείμενα που φωτίζουν και δύο που φωτίζονται;

Συμπληρώστε την φράση: Το φως ταξιδεύει ..... και προς ..... κατευθύνσ....;

Μπορείτε να αναφέρετε από ένα παράδειγμα για αντικείμενα που βλέπουμε τι κρύβεται από πίσω, δεν βλέπουμε καθαρά από πίσω και δεν βλέπουμε καθόλου από πίσω;

Τι είναι αναγκαίο για να δημιουργηθεί μία σκιά;

Αν υπάρχει κάτι στην σκιά ενός αντικειμένου μπορούμε να το δούμε;

Μπορείτε να περιγράψετε το ταξίδι του φωτός από την φωτεινή πηγή ώστε να δούμε ένα αντικείμενο;

Θέσαμε τις συγκεκριμένες ανακεφαλαιωτικές ερωτήσεις με σκοπό την μεταφορά σε ένα πλαίσιο εκτός του παιχνιδιού ώστε να γενικευτούν όσα αποκόμισαν από το παιχνίδι και να μεταφερθούν σε ένα πιο αφηρημένο πλαίσιο. Η δομή, οι κανόνες και οι ερωτήσεις του παιχνιδιού παρουσιάζονται αναλυτικά στα παραρτήματα VII, VIII, IX και X. Το επιτραπέζιο παιχνίδι που δόθηκε σε κάθε ομάδα αποτελείται από ένα ταμπλό, ένα «γράμμα», ένα ζάρι, ένα πiónι, κάρτες κανόνων, μία κάρτα πόντων, δώδεκα κάρτες δραστηριοτήτων και δέκα κάρτες βοήθειας.

Αρχικά, στόχος του παιχνιδιού ήταν τα μέλη κάθε ομάδας να απαντήσουν στην ερώτηση κάθε κάρτας συγκεντρώνοντας πόντους. Νικήτρια θα ήταν η ομάδα που θα συγκέντρωνε τους περισσότερους πόντους και θα έφτανε στο τερματισμό. Οι μαθητές κάθε ομάδας λοιπόν συναγωνίζονταν τις άλλες ομάδες. Κάθε μέλος της κάθε ομάδας είχε συγκεκριμένο ρόλο, τον οποίο επέλεξε ο ίδιος. Ειδικότερα, ένας ήταν ο γραμματέας που κατέγραφε την απάντηση της ομάδας πάνω στην κάρτα, ένα άλλος ήταν ο βοηθός που διάβαζε την κάρτα βοήθειας και την κάρτα με τους κανόνες όταν προέκυπτε κάποια δυσκολία, ένας άλλος ήταν ο διαιτητής που σημείωνε τους πόντους κάθε ομάδας και παρακολουθούσε ώστε να συμμετέχουν όλα τα μέλη δηλαδή να εκφράζουν με την σειρά την γνώμη τους και να διαλέγουν από κοινού ποια απάντηση θα καταγράψουν. Με την σειρά

λοιπόν τα μέλη της κάθε ομάδας έριχναν το ζάρι, κινούσαν το πιόνι της ομάδας τους ανάλογα με την εντολή που έδειχνε το ζάρι και διάβαζαν την κάρτα δραστηριότητας που τύχαινε. Αφού συζητούσαν, κατέγραφαν την απάντηση της ομάδας τους και τους πόντους και συνέχιζαν το παιχνίδι.

Αν πάνω στο ταμπλό σταματούσε το πιόνι σε ένα άσπρο κυκλάκι τότε οι μαθητές καλούνταν να προχωρήσουν μπροστά τόσα βήματα όσα έδειχνε το κυκλάκι. Αν πάνω στο ταμπλό σταματούσε το πιόνι σε ένα πράσινο κυκλάκι που έγραφε έναν αριθμό, οι μαθητές έπαιρναν την κάρτα δραστηριότητας με τον ίδιο αριθμό (πράσινο χρώμα). Σε περίπτωση που δεν μπορούσαν να απαντήσουν στην ερώτηση της εκάστοτε κάρτας μπορούσαν να ανταλλάξουν δύο πόντους με μία κάρτα βοήθειας. Επίσης, δεν έδιναν πόντους όλες οι κάρτες ερωτήσεων και δεν υπήρχε κάρτα βοήθειας για όλες τις κάρτες με τις ερωτήσεις. Η ομάδα που θα άνοιγε το φάκελο (ερώτηση 12) και θα έχει συγκεντρώσει τους περισσότερους πόντους ήταν η νικήτρια. Σε αυτό το υποκεφάλαιο λοιπόν παρουσιάστηκε σε γενικές γραμμές πώς ήταν το πλαίσιο της διδασκαλίας με την αξιοποίηση του επιτραπέζιου παιχνιδιού.

#### **2.4.2. Μη παιγνιώδης προσέγγιση**

Για τον σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης που θα απευθυνόταν στην ομάδα ελέγχου βασιστήκαμε στις προτάσεις του αναλυτικού προγράμματος και στο πώς αυτό εκφράζεται μέσα από το βιβλίο του δασκάλου και του μαθητή αλλά και τις προτάσεις την έρευνας στον χώρο της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (ΑΠΣ, 2003· Χαλκιά, 2012). Η πορεία γίνεται φανερή στα φύλλα εργασίας που παρουσιάζονται στα παραρτήματα και τα οποία δόθηκαν στους μαθητές και αποτελούσαν την βάση της πορείας που ακολουθήθηκε (Παράρτημα IV, V και VI).

Οι δεκαοχτώ μαθητές της τάξης χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες των έξι ατόμων και κλήθηκαν να απαντήσουν σε μία σειρά ερωτήσεων σε ένα ομαδικό φύλλο εργασίας. Τα μέλη της κάθε ομάδας είχαν ρόλους οι οποίοι μπορούσαν να αλλάξουν ανά διδακτική ώρα. Ένας μαθητής διάβαζε την εκφώνηση της ερώτησης, ένας εξηγούσε τι ζητούσε η κάθε ερώτηση, ένας ήταν υπεύθυνος

ώστε να παρακινεί όλα τα μέλη της ομάδας να λένε την άποψή τους, ένας ήταν υπεύθυνος ώστε η ομάδα όταν συζητούσε να μην κάνει φασαρία, ένας διατύπωνε την κοινή απάντηση της ομάδας στην οποία κατέληγαν μετά από συζήτηση και ένας κατέγραφε στο ομαδικό φύλλο εργασίας την απάντηση της ομάδας. Αφού συζητούσαν μεταξύ τους τα μέλη κάθε ομάδας και όλες οι ομάδες είχαν καταγράψει την απάντησή τους, διαβάζαμε την ερώτηση στην ολομέλεια και κάθε ομάδα έλεγε την απάντησή της και στο τέλος καταλήγαμε σε ένα κοινό συμπέρασμα συμπληρώνοντας με επιπλέον στοιχεία όπου ήταν απαραίτητο.

Η επιλογή της διδακτικής προσέγγισης που ακολουθήθηκε ανταποκρίνεται στις προτεινόμενες διδακτικές και παιδαγωγικές αρχές και εξυπηρετεί την υλοποίηση των διδακτικών στόχων. Υιοθετήθηκε διδακτική μεθοδολογία προσανατολισμένη στο μαθητή ώστε να προωθηθεί η αυτονομία του. Κατά τον σχεδιασμό του σεναρίου λάβαμε σοβαρά υπόψη την προτεινόμενη από το βιβλίο του δασκάλου μεθοδολογία η οποία στηρίζεται στο «ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας» και στην «πειραματική διδασκαλία με απλά μέσα». Βάση της προτεινόμενης διδακτικής μεθοδολογίας όπως προαναφέρθηκε αποτελεί «το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο» των Schmidkunz και Lindeman (1992). Το διδακτικό αυτό μοντέλο μολονότι είναι ανακαλυπτικό, διαφοροποιείται στο ότι η δυνατότητα των μαθητών στη συμμετοχική ανακάλυψη δεν είναι ανεξέλεγκτη αλλά εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια. Ο εκπαιδευτικός έχει κάθε στιγμή την δυνατότητα παρακολούθησης της πορείας των μαθητών. Στο ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο υπάρχει δομή και η ανακαλυπτική του διάσταση έγκειται στην ελεγχόμενη μετατόπιση του μαθήματος στην δραστηριότητα του μαθητή (ΑΠΣ, σελ. 12).

Στα πλαίσια αυτού του μοντέλου οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν, να διατυπώσουν ένα πρόβλημα, να προτείνουν λύσεις και να τις δοκιμάσουν. Αρχικά διατυπώνουν μία υπόθεση, πραγματοποιούν κάποιο πείραμα καταγράφοντας τις παρατηρήσεις τους. Οι διαπιστώσεις συζητιούνται και γενικεύονται αλλά και μεταφέρονται σε νέες συνθήκες. Με τον όρο ερευνητικό στην ονομασία του μοντέλου δίνεται έμφαση στην προσπάθεια να μπορέσει ο μαθητής με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις, τα μέσα και τις μεθόδους που θα αξιοποιήσει να κατακτήσει αυτόνομα τα νέα στοιχεία. Με τον όρο εξελισσόμενο

τονίζεται ότι η πορεία δεν είναι τυχαία αλλά εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια με χρονική αλληλουχία (όπ. π.).

Σε αυτό το μοντέλο ο εκπαιδευτικός αναζητά εναύσματα που θα προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητευομένων, προβληματίζει τους μαθητές προτρέποντάς τους να διατυπώσουν υποθέσεις, τους ενεργοποιεί στην εκτέλεση πειραμάτων και την καταγραφή παρατηρήσεων, προκαλεί συζήτηση για την διερεύνηση των παρατηρήσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων και αποβλέπει στην εμπέδωση οδηγώντας τους μαθητές σταδιακά στην γενίκευση, στην μεταφορά και την εφαρμογή της γνώσης στα φαινόμενα της καθημερινής ζωής (ΑΠΣ, σελ. 12).

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να συντονίζει την ερευνητική πρωτοβουλία και τις δράσεις των μαθητών αποβλέποντας στην επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί. Ο δάσκαλος έχει το ρόλο του συμβούλου που βοηθά τους μαθητές στην επιτέλεση αυτόνομων μαθησιακών δραστηριοτήτων και συμβάλει στην κινητοποίηση της συμμετοχής και στην σύνδεση του μαθήματος με τα ενδιαφέροντα και την καθημερινότητα των μαθητών (ΑΠΣ, σελ. 27). Ο δάσκαλος, επίσης, οφείλει να έχει επίγνωση των πρώιμων αντιλήψεων των μαθητών καθώς κατά την εμπλοκή τους σε δραστηριότητες οι μαθητές βασίζονται σε αυτές για να ερμηνεύσουν τις παρατηρήσεις τους. Αν οι αντιλήψεις των μαθητών αποκλίνουν από την επιστημονική γνώση, ο δάσκαλος οφείλει να σχεδιάσει μία πορεία διδασκαλίας και μάθησης που θα επιτρέπει την αναδόμηση αυτών των ιδεών.

Τα στάδια στα οποία βασίζεται μία πορεία μάθησης που λαμβάνει υπόψη αυτή την μεθοδολογία είναι τέσσερα. Στην αρχή είναι το στάδιο της δημιουργίας κινήτρων-διατύπωσης υποθέσεων, στην συνέχεια είναι η πειραματική αντιμετώπιση και η εξαγωγή συμπεράσματος και τέλος η εμπέδωση-γενίκευση. Στο στάδιο της δημιουργίας κινήτρων ως εισαγωγική δραστηριότητα για την κινητοποίηση-παρώθηση των μαθητών προτείνεται από το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών κάποιο εισαγωγικό πείραμα, η παρατήρηση ενός φυσικού φαινομένου, μία τεχνολογική εφαρμογή, κάποιο ιστορικό παράδειγμα, η παρουσίαση με οπτικοακουστικά μέσα, ή συζήτηση επίκαιρου προβλήματος με

στοιχεία πχ από τον τύπο (ΑΠΣ, σελ. 32). Η παροχή του εισαγωγικού ερεθίσματος συμβάλλει στην διατύπωση κάποιου ερωτήματος ή υπόθεσης. Κατά την διατύπωση των υποθέσεων γίνεται και η καταγραφή από τον εκπαιδευτικό των προϋπαρχόντων αντιλήψεων των μαθητών.

Έπειτα, οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν προτάσεις για την επίλυση του, οι οποίες μπορεί να προκύπτουν από τους μαθητές αυτόνομα, από συζήτηση και εφαρμόζουν τις προτάσεις τους κυρίως μέσα από κάποιο πείραμα. Στο στάδιο αυτό οι μαθητές συχνά εκτελούν σε ομάδες ένα ή περισσότερα πειράματα, παρατηρούν συστηματικά και καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους. Σε αυτή την μορφή εργασίας καλό είναι να καθοριστεί και η μορφή συνεργασίας για παράδειγμα η κατανομή καθηκόντων και οι ρόλοι των μαθητών.

Μετά από την ολοκλήρωση των πειραμάτων και μέσα από συζήτηση στην τάξη επιδιώκεται η γενίκευση των αποτελεσμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Μετά την εξαγωγή του συμπεράσματος οι μαθητές ανατρέχουν στις υποθέσεις που είχαν διατυπώσει και τις επιβεβαιώνουν ή τις απορρίπτουν. Μέσα από συζήτηση οι μαθητές σχολιάζουν, επαναδιατυπώνουν, συμπληρώνουν και διορθώνουν τις αρχικές τους υποθέσεις. Στο τελευταίο στάδιο της διδασκαλίας επιδιώκεται η εμπέδωση και η γενίκευση των νέων δεδομένων μέσα από παραδείγματα και εφαρμογές του υπό μελέτη φαινομένου στην καθημερινή ζωή (ΑΠΣ, σελ. 33).

Οι έννοιες και τα φαινόμενα που θίγονται στην ενότητα «Φως» στην Πέμπτη τάξη του Δημοτικού Σχολείου είναι η διάκριση των φωτεινών πηγών σε φυσικές και τεχνητές, η ευθύγραμμη διάδοση του φωτός, η διάκριση των υλικών σε διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή, η σκιά και φαινόμενα όπως η ανάκλαση, η διάχυση και η απορρόφηση του φωτός. Τέθηκαν λοιπόν στόχοι που αφορούσαν ορισμένες από τις προαναφερθείσες έννοιες και φαινόμενα. Προσθέσαμε επίσης ως στόχους οι μαθητές να αναφέρουν ότι απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη φωτός είναι η ύπαρξη των φωτεινών πηγών, ότι αναγκαίο για να γίνονται ορατά τα αντικείμενα είναι το φως αλλά και να είναι σε θέση να διακρίνουν τις φωτεινές πηγές από τα αντικείμενα, δηλαδή τα αυτόφωτα και ετερόφωτα αντικείμενα.

Οι στόχοι που τέθηκαν ήταν ίδιοι και οι δραστηριότητες ήταν παρόμοιες με την διδασκαλία στην πειραματική ομάδα. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε μία μικρή εισαγωγή για τον τρόπο που θα εργαστούν οι μαθητές αλλά και μια εισαγωγή στην ενότητα του φωτός και την σπουδαιότητά του μέσα από μία ιστορία με τίτλο «Η Φωτεινές πηγές κάνουν απεργία!». Επίσης, οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες και μοιράστηκαν οι ρόλοι στα μέλη της κάθε ομάδας ανάλογα με το ποιον ρόλο προτιμούσε ο καθένας. Οι μαθητές κάθε ομάδας, αφού συζητούσαν, κατέγραφαν την κοινή απόφαση της ομάδας τους και την ανακοίνωναν στην ολομέλεια της τάξης. Ακολουθούσε συζήτηση και οι μαθητές συμπλήρωναν ή άλλαζαν την απάντηση που είχαν δώσει. Το φύλλα εργασίας που κλήθηκαν να συμπληρώσουν οι μαθητές παρουσιάζονται στα παραρτήματα IV, V και VI.

## **2.5. Μεθοδολογία**

Αρχικά χορηγήθηκε από τους εκπαιδευτικούς των δύο τμημάτων της Ε τάξης του δημοτικού σχολείου το pre-test, μετά από μία περίπου εβδομάδα πραγματοποιήθηκε η κάθε παρέμβαση. Στην αρχή κάθε παρέμβασης παρουσιάστηκε σύντομα σε κάθε ομάδα το τι θα κάνουμε και τους δόθηκε το ερωτηματολόγιο FAM σχετικά με τις προσδοκίες τους για αυτό με το οποίο θα ασχοληθούμε. Το ερωτηματολόγιο αυτό, όπως προαναφέρθηκε, αφορούσε τέσσερις άξονες που σύμφωνα με την βιβλιογραφία σχετίζονται με την κινητοποίηση. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε από την ίδια την ερευνήτρια στην ομάδα ελέγχου για τρεις διδακτικές ώρες ενώ στην πειραματική για δύο διδακτικές ώρες. Πρώτα πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου στην οποία δεν αξιοποιήθηκε το παιγνιώδες πλαίσιο και έπειτα στην πειραματική ομάδα στην οποία αξιοποιήθηκε το αυτοσχέδιο επιτραπέζιο παιχνίδι.

Αφού ολοκληρώθηκε η κάθε παρέμβαση χορηγήθηκε το ερωτηματολόγιο FAM με παραλλαγμένες τις διατυπώσεις, στο οποίο οι μαθητές εξέφρασαν τις προσδοκίες τους αν καλούνταν να εμπλακούν σε παρόμοιου τύπου δραστηριότητες στο μέλλον. Επίσης, μία εβδομάδα μετά από την παρέμβαση

χορηγήθηκε από την εκπαιδευτικό της τάξης το post-test που αφορούσε τα μαθησιακά αποτελέσματα. Ο ρόλος της ερευνήτριας κατά την διάρκεια των παρεμβάσεων ήταν υποστηρικτικός και βοηθητικός χωρίς ωστόσο να καθοδηγεί τις απαντήσεις των μαθητών. Η ερευνήτρια έθετε ερωτήσεις στους συμμετέχοντες ώστε οι ίδιοι μέσα από την αλληλεπίδραση με το υλικό και τους άλλους να οδηγηθούν στην ολοκλήρωση μία πρόκλησης-ερώτησης.

Ο χρόνος που χρειάστηκε για την ολοκλήρωση του pre-test και του post-test ήταν περίπου είκοσι λεπτά για το καθένα και ο χρόνος που χρειάστηκε για το ερωτηματολόγιο FAM πριν και μετά την παρέμβαση ήταν δεκαπέντε λεπτά. Οι μαθητές κλήθηκαν να γράψουν το όνομά τους σε κάθε δοκιμασία και όσοι δεν ήταν παρόντες κατά την χορήγηση του pre-test δεν συμμετείχαν στο post-test. Με αυτόν τον τρόπο θελήσαμε να είμαστε σε θέση αν χρειαστεί να συγκρίνουμε την μεταβολή στις απαντήσεις των μαθητών όχι μόνο αθροιστικά αλλά και ανά μαθητή.

Ειδικότερα, η επεξεργασία των ερευνητικών δεδομένων έγινε με ποσοτική ανάλυση, με στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με την χρήση τους στατιστικού πακέτου SPSS. Αρχικά, μελετήσαμε τις αρχικές αξιολογήσεις των μαθητών, δηλαδή αν οι δύο ομάδες διέφεραν ως προς τον αριθμό των σωστών απαντήσεων μεταξύ τους πριν την παρέμβαση. Κατά παρόμοιο τρόπο μελετήσαμε και τις τελικές αξιολογήσεις ώστε να διαπιστώσουμε αν διέφερε η επίδοση μεταξύ των μαθητών κάθε ομάδας μετά την παρέμβαση. Για την μελέτη αυτών των δεδομένων αξιοποιήθηκε το μη παραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney (U) για ανεξάρτητα δείγματα. Επίσης, αξιοποιήσαμε το κριτήριο Wilcoxon προκειμένου να διαπιστώσουμε αν οι διαφορές στον αριθμό των σωστών απαντήσεων πριν και μετά την κάθε παρέμβαση σε κάθε ομάδα ήταν στατιστικά σημαντικές.

Επιπλέον, μελετήθηκαν και οι απαντήσεις των μαθητών κάθε ομάδας σε κάθε ερώτηση της αρχικής και της τελικής αξιολόγησης ώστε να διαπιστωθεί αν υπήρξε μεταβολή σε κάποιες ερωτήσεις πριν και μετά την παρέμβαση σε κάθε ομάδα. Για αυτή την μελέτη αξιοποιήθηκε το μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon (για εξαρτημένα δείγματα). Επίσης οι απαντήσεις των μαθητών

ομαδοποιήθηκαν με βάση την αναφορά τους σε μία συγκεκριμένη ιδέα και παρουσιάστηκαν οι συχνότητες της κάθε κατηγορίας ανά ομάδα πριν και μετά την παρέμβαση και έγινε παρουσίαση των ιδεών (εναλλακτικών και μη) των μαθητών.

Το ερωτηματολόγιο FAM που αφορούσε άξονες που σχετίζονται με την κινητοποίηση χορηγήθηκε σε κάθε ομάδα πριν την παρέμβαση και η παραλλαγή του μετά την παρέμβαση. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε έλεγχος της εσωτερικής εγκυρότητας των διατυπώσεων κάθε άξονα με την αξιοποίηση του ελέγχου Cronbach's Alpha. Θελήσαμε με αυτόν τον τρόπο να διαπιστώσουμε ποιοι άξονες παρουσιάζουν αυξημένη εσωτερική εγκυρότητα ώστε να τους αξιοποιήσουμε στην ανάλυση. Αυξημένη εσωτερική εγκυρότητα εμφάνισε ο άξονας του ενδιαφέροντος και του άγχους. Έπειτα, συγκρίναμε τον μέσο όρο των απαντήσεων σε αυτούς τους άξονες πριν και μετά την παρέμβαση σε κάθε ομάδα αξιοποιώντας τον μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon για εξαρτημένα δείγματα. Συγκρίναμε, επίσης, τις απαντήσεις που δόθηκαν πριν την παρέμβαση μεταξύ των δύο ομάδων και αυτές που δόθηκαν μετά την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων ανά άξονα αξιοποιώντας τον μη παραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney (U) για ανεξάρτητα δείγματα.

### **2.5.1. Εργαλεία έρευνας**

Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων, όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιήθηκαν δύο έντυπα ερωτηματολόγια. Το πρώτο αποτελούσε ένα pre-test που αφορούσε τις προϋπάρχουσες ιδέες και γνώσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την θεματική του «Φωτός» και τους γνωστικούς στόχους της παρέμβασης. Το ερωτηματολόγιο αυτό χορηγήθηκε και μετά από την παρέμβαση λαμβάνοντας τον ρόλο του post-test για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Οι ερωτήσεις που τέθηκαν στο pre-test και στο post-test ήταν οι περισσότερες ανοιχτού τύπου και δεν ήταν οι ίδιες με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την παρέμβαση σε κάθε ομάδα (Παράρτημα Ι).

Το δεύτερο αποτελούσε ένα ερωτηματολόγιο με την μορφή εφτάβαθμης κλίμακας Likert που είχε αναπτυχθεί από τους Rheinberg & Vollmeyer (2001)



και αξιολογούσε τέσσερις άξονες, το ενδιαφέρον, την πιθανότητα επιτυχίας, το άγχος και την πρόκληση, που σχετίζονται με την κινητοποίηση. Το ερωτηματολόγιο αυτό περιελάμβανε δεκαοχτώ διατυπώσεις στις οποίες οι μαθητές έπρεπε να επιλέξουν τον βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας με μία ορισμένη δήλωση επιλέγοντας έναν αριθμό από 1 (διαφωνώ απόλυτα) έως το 7 (συμφωνώ απόλυτα) (Παράρτημα II). Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός που επέλεξαν τόσο μεγαλύτερος ήταν ο βαθμός συμφωνίας τους. Μετά επίσης από την παρέμβαση χορηγήθηκε το ερωτηματολόγιο με ελαφρώς παραλλαγμένες διατυπώσεις (Παράρτημα III). Οι κλίμακες Likert είναι ένας τύπος αρκετά διαδεδομένος για την αξιολόγηση αντιλήψεων, αξιών και κινήτρων. Τα εργαλεία αυτά χορηγήθηκαν και στις δύο ομάδες.

#### **2.5.1.1. Pre-test και Post-test**

Στο σημείο αυτό θα περιγράψουμε αναλυτικά τις έννοιες και τα φαινόμενα στα οποία αναφέρονταν οι ερωτήσεις της αρχικής και της τελικής δοκιμασίας (Παράρτημα I), τον τρόπο ανάλυσης των απαντήσεων των μαθητών και τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε. Η αρχική δοκιμασία περιελάμβανε 13 ερωτήματα που καλούσαν τους μαθητές να εκφράσουν τις ιδέες τους και σε ορισμένες περιπτώσεις να τις συνοδέψουν με κάποιο σχέδιο.

#### **Ερώτηση 1: «Όταν ακούτε την λέξη φως τι σας έρχεται στο μυαλό; Τι είναι το φως;»**

Στην πρώτη ερώτηση οι μαθητές εξέφραζαν τις ιδέες τους για την φύση του φωτός. Οι απαντήσεις των μαθητών (γραπτές απαντήσεις και σχέδια) αναλύθηκαν σε δύο επίπεδα. Αρχικά, ομαδοποιήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για την φύση του φωτός, οι οποίες έχουν επισημανθεί από την βιβλιογραφία. Όποιες απαντήσεις μαθητών δεν αναφέρονταν στην βιβλιογραφία που μελετήθηκε είτε συγκροτούσαν ξεχωριστή κατηγορία αν τις εξέφραζαν αρκετοί μαθητές είτε εντάσσονταν στην γενική κατηγορία «Άλλο», αν αποτελούσαν μειοψηφία. Σε αυτό το επίπεδο, παρουσιάστηκε και η συχνότητα κάθε κατηγορίας. Στο δεύτερο επίπεδο

ανάλυσης οι απαντήσεις διακρίθηκαν με κριτήριο αν η απάντηση που δόθηκε από κάθε μαθητή προσεγγίζει την επιστημονική ιδέα ή όχι, οπότε και θεωρήθηκε εσφαλμένη. Επιπλέον, συγκρίνουμε τον αριθμό των σωστών απαντήσεων που δόθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση σε κάθε ομάδα ώστε να διαπιστώσουμε αν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά την κάθε παρέμβαση αξιοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα SPSS και ειδικότερα το μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon.

### **Ερώτηση 2: «Αν δεν υπήρχαν φωτεινές πηγές θα υπήρχε φως;»**

Στην δεύτερη ερώτηση προσεγγιζόταν η αναγκαιότητα των φωτεινών πηγών για την ύπαρξη του φωτός. Σε αυτή την ερώτηση πραγματοποιήθηκε μόνο ένα επίπεδο ανάλυσης και συγκεκριμένα οι απαντήσεις των μαθητών εντάχθηκαν σε δύο κατηγορίες, σωστές απαντήσεις και εσφαλμένες. Παρουσιάστηκε η συχνότητα των σωστών ή μη απαντήσεων και αξιοποιώντας τον μη παραμετρικό έλεγχο Wilcoxon μελετήθηκε αν ο αριθμός των σωστών απαντήσεων μετά την κάθε παρέμβαση διέφερε στατιστικά σημαντικά σε σχέση με αυτόν πριν την κάθε παρέμβαση.

### **Ερώτηση 3: «Θα μπορούσαμε να δούμε χωρίς φως;»**

Η τρίτη ερώτηση αφορούσε την αναγκαιότητα του φωτός για την θέαση των αντικειμένων. Σε αυτή την ερώτηση πραγματοποιήθηκε ανάλυση και έλεγχος όπως στην προηγούμενη ερώτηση.

### **Ερώτηση 4: «Τι είναι αναγκαίο για να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας;»**

Η τέταρτη ερώτηση αφορούσε τα απαραίτητα στοιχεία ώστε να γίνει ορατό ένα αντικείμενο, τα οποία είναι η όραση και το φως. Οι απαντήσεις των μαθητών εντάχθηκαν σε κατηγορίες με κριτήριο την αναφορά σε συγκεκριμένες λέξεις όπως το φως, οι φωτεινές πηγές, η όραση / τα μάτια, το φως και η όραση/τα μάτια. Όποιοι μαθητές απάντησαν μόνο το φως ή μόνο τα μάτια η

απάντησή τους θεωρήθηκε ελλιπής ενώ όσοι ανέφεραν και τα δύο θεωρήθηκε ορθή. Παρουσιάστηκε, λοιπόν, η συχνότητα για κάθε κατηγορία απαντήσεων και σε ένα δεύτερο επίπεδο ανάλυσης συγκρίναμε τον αριθμό των σωστών απαντήσεων πριν και μετά την κάθε παρέμβαση ώστε να διαπιστώσουμε αν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά αξιοποιώντας τον μη παραμετρικό έλεγχο Wilcoxon.

#### **Ερώτηση 5: «Ποια αντικείμενα φωτίζουν;»**

Η πέμπτη ερώτηση καλούσε του μαθητές τα διακρίνουν τα αυτόφωτα από τα ετερόφωτα σώματα και ειδικότερα, τους καλούσε να επιλέξουν από μία σειρά εικόνων με αντικείμενα, όπως το κερί, ο κεραυνός, η λάμπα, ο ήλιος, το δέντρο, το τραπέζι, τα αστέρια, η φωτιά, το φεγγάρι, η θάλασσα και η πυρολαμπίδα, εκείνα που φωτίζουν. Η ανάλυση των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε σε ένα επίπεδο. Ειδικότερα, οι απαντήσεις κατηγοριοποιήθηκαν σε αυτές που δεν εμπεριείχαν το φεγγάρι, το δέντρο ή και τη θάλασσα (ορθές) και σε αυτές που εμπεριείχαν αυτά τα αντικείμενα (λανθασμένες). Παρουσιάστηκε, λοιπόν, η συχνότητα των σωστών ή μη απαντήσεων και πραγματοποιήθηκε έλεγχος για την σημαντικότητα των διαφορών πριν και μετά την κάθε παρέμβαση για κάθε ομάδα αξιοποιώντας τον μη παραμετρικό έλεγχο Wilcoxon.

#### **Ερώτηση 6: «Αν θέλατε να σχεδιάσετε την πορεία του φωτός, ποια γραμμή θα διαλέγατε και γιατί;»**

Στην έκτη ερώτηση οι μαθητές έπρεπε να επιλέξουν από τέσσερις γραμμές εκείνη που θα χρησιμοποιούσαν αν ήθελαν να σχεδιάσουν την πορεία του φωτός και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους κάνοντας αναφορά στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός. Για αυτή την ερώτηση πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε δύο επίπεδα καθώς οι απαντήσεις των μαθητών εντάσσονται σε κατηγορίες πέραν του «Σωστό» - «Λάθος». Αρχικά, οι απαντήσεις των μαθητών

κατηγοριοποιήθηκαν στις εξής ομάδες και παρουσιάστηκε η συχνότητα κάθε κατηγορίας:

1. Οι μαθητές που επέλεξαν μία άλλη γραμμή εκτός της ευθείας.
2. Οι μαθητές που επέλεξαν μεν την σωστή γραμμή, δηλαδή την ευθεία, αλλά έδωσαν λάθος αιτιολόγηση (λανθασμένη απάντηση).
3. Οι μαθητές που απάντησαν ορθά επιλέγοντας την ευθεία αλλά δεν αιτιολόγησαν την απάντησή τους (ελλιπής απάντηση).
4. Οι μαθητές που επέλεξαν την ευθεία και αιτιολόγησαν την επιλογή τους αναφερόμενοι στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός (ορθή απάντηση).

Στο δεύτερο επίπεδο οι απαντήσεις χαρακτηρίστηκαν ως ορθές ή λανθασμένες και αξιοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon ώστε να διαπιστωθεί αν ο αριθμός των σωστών απαντήσεων διέφερε στατιστικά σημαντικά πριν και μετά την παρέμβαση για κάθε ομάδα.

#### **Ερώτηση 7: «Αν ανοίξουμε την λάμπα ποια από τα αντικείμενα θα φωτιστούν και γιατί; Ποια από αυτά μπορεί να δει το αγόρι;»**

Στην έβδομη ερώτηση οι μαθητές καλούνταν να προβληματιστούν για το ποια αντικείμενα φωτίζονται και ποια βλέπει το εικονιζόμενο αγόρι λαμβάνοντας υπόψη την θέση της φωτεινής πηγής, του αγοριού και την ευθύγραμμη και προς πολλές κατευθύνσεις διάδοση του φωτός. Ειδικότερα, δινόταν στους μαθητές μία εικόνα με ένα αγόρι, μία λάμπα που κρεμόταν πάνω από αυτό και τέσσερα σημεία-αντικείμενα με τα γράμματα Α, Β, Γ, και Δ και καλούνταν να απαντήσουν σε δύο υποερωτήματα. Το πρώτο υποερώτημα ήταν «Αν ανοίξουμε το φως ποια από τα αντικείμενα θα φωτιστούν και γιατί;» και το δεύτερο υποερώτημα ήταν «Ποια από τα αντικείμενα μπορεί να δει το αγόρι;». Αναφορικά με το πρώτο υποερώτημα οι απαντήσεις των μαθητών εντάχθηκαν σε τρεις κατηγορίες. Αν ο μαθητής ανέφερε ότι μπορούν να φωτιστούν όλα τα αντικείμενα ή τα αντικείμενα Δ, Β και Α (που βρίσκονται κάτω από το φως) και αιτιολογούσε την απάντησή του αποδίδοντας το γεγονός στην διάδοση του

φωτός η απάντηση του θεωρήθηκε ορθή. Αν επέλεγε όλα τα αντικείμενα ή τα Δ, Β, Α χωρίς να δίνει κάποια αιτιολόγηση, η απάντησή του θεωρήθηκε ελλιπής ενώ αν επέλεγε κάτι άλλο η απάντηση η απάντηση θεωρήθηκε εσφαλμένη. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε δύο επίπεδα, αρχικά παρουσιάστηκε η συχνότητα κάθε κατηγορίας και στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε έλεγχος για την σημαντικότητα των διαφορών στον αριθμό των σωστών απαντήσεων πριν και μετά την κάθε παρέμβαση.

#### **Ερώτηση 8: «Μπορείτε να βάλετε τα αντικείμενα στο σωστό τσουβάλι;»**

Η όγδοη ερώτηση καλούσε τους μαθητές να ταξινομήσουν μία σειρά από αντικείμενα (μεμβράνη φαγητού, γυάλινο καπάκι κατσαρόλας, μεταλλικό καπάκι κατσαρόλας, πλαστικό δοχείο φαγητού, τούλι και σίτα) επιλέγοντας σε ποια ομάδα ταιριάζει το καθένα με κριτήριο αν βλέπουμε τι υπάρχει από πίσω. Οι μαθητές προκειμένου να απαντήσουν σε αυτή την ερώτηση βασίστηκαν στις προσωπικές υποκειμενικές τους εμπειρίες. Επιπλέον, δεν δόθηκε έμφαση στην επαφή των μαθητών με την αντίστοιχη ορολογία κατά την παρέμβαση (διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή αντικείμενα). Συνεπώς, η συγκεκριμένη ερώτηση έμεινε εκτός της ανάλυσης και του ελέγχου της παρούσας έρευνας.

#### **Ερώτηση 9: «Σε κάθε μία από τις παρακάτω εικόνες κάτι λείπει για να δημιουργηθεί η σκιά. Μπορείτε να γράψετε τι λείπει (η σκιά, η φωτεινή πηγή, το αντικείμενο); Σχεδιάστε τι λείπει σε κάθε εικόνα».**

Στην ένατη ερώτηση οι μαθητές καλούνταν να προβληματιστούν για τα απαραίτητα στοιχεία ώστε να σχηματιστεί η σκιά ενός αντικειμένου. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε δύο επίπεδα. Αφού παρουσιάστηκε η συχνότητα κάθε κατηγορίας απαντήσεων πραγματοποιήθηκε έλεγχος για την διαφορά του αριθμού των σωστών απαντήσεων πριν και μετά την κάθε παρέμβαση, αξιοποιώντας το μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon.

**Ερώτηση 10: «Αν στην σκιά από το φανάρι υπήρχε ένα κέρμα και εσείς βρισκόσασταν εκεί που βρίσκεται το κορίτσι θα βλέπατε το κέρμα και γιατί;»**

Στην δέκατη ερώτηση οι μαθητές καλούνταν να προβληματιστούν για το αν στην σκιά ενός αντικειμένου υπάρχει φως και αν μπορούμε να δούμε ένα αντικείμενο που βρίσκεται στην σκιά ενός άλλου και γιατί. Σε αυτή την ερώτηση πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε δύο επίπεδα. Αρχικά, οι απαντήσεις των μαθητών κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν επισημανθεί από την βιβλιογραφία σχετικά με την σκιά και παρουσιάστηκε η συχνότητα κάθε κατηγορίας. Οι απαντήσεις των μαθητών εντάχθηκαν στις εξής κατηγορίες:

1. Αν ο μαθητής απαντούσε ότι μπορούμε να δούμε ένα αντικείμενο που βρίσκεται στην σκιά ενός άλλου και αιτιολογούσε την επιλογή του αναφέροντας ότι υπάρχει φως, τότε η απάντηση θεωρήθηκε σωστή.
2. Αν ο μαθητής απαντούσε ότι δεν θα βλέπαμε το αντικείμενο και η αιτιολόγησή του ήταν ότι στην σκιά επικρατεί σκοτάδι, τότε η απάντησή του θεωρήθηκε εσφαλμένη (Πατσαδάκης & Πιπίλης, 2004).
3. Αν ο μαθητής απαντούσε ότι δεν θα βλέπαμε το αντικείμενο και για αυτή του την απάντηση απέδιδε υλική υπόσταση στην σκιά αναφέροντας για παράδειγμα ότι «η σκιά καλύπτει το κέρμα», η απάντηση θεωρήθηκε εσφαλμένη (όπ. π).
4. Αν ο μαθητής απαντούσε ότι δεν θα βλέπαμε το αντικείμενο και έδινε κάποια άλλη αιτιολόγηση, η απάντησή του θεωρήθηκε πάλι εσφαλμένη.
5. Αν ο μαθητής απαντούσε ότι θα βλέπαμε το αντικείμενο και έδινε κάποια άλλη αιτιολόγηση, η απάντησή του θεωρήθηκε πάλι εσφαλμένη.

Σε ένα δεύτερο επίπεδο ανάλυσης οι απαντήσεις διακρίθηκαν σε ορθές και λανθασμένες και αξιοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon ώστε να διαπιστωθεί αν ο αριθμός των ορθών απαντήσεων που δόθηκαν μετά την παρέμβαση διέφερε στατιστικά σημαντικά συγκριτικά με αυτές που δόθηκαν πριν την παρέμβαση.

### **Ερώτηση 11: «Σχεδιάστε την πορεία του φωτός όταν αυτό πέσει πάνω σε μία λεία επιφάνεια, όπως ένας καθρέφτης.»**

Στην ενδέκατη ερώτηση οι μαθητές έπρεπε να σχεδιάσουν την πορεία του φωτός όταν προσπίπτει σε μία λεία επιφάνεια όπως ένας καθρέφτης προσεγγίζοντας το φαινόμενο της ανάκλασης. Σε αυτή την ερώτηση πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε δύο επίπεδα. Αρχικά, τα σχέδια των μαθητών εντάχθηκαν σε κατηγορίες λαμβάνοντας υπόψη την σχετική βιβλιογραφία και παρουσιάστηκε η συχνότητα κάθε κατηγορίας. Τα σχέδια των μαθητών μπορούν να ενταχθούν στις εξής κατηγορίες:

1. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό προσπίπτει στον καθρέφτη και ανακλάται προς μία κατεύθυνση, η απάντησή του θεωρήθηκε σωστή.
2. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό προσπίπτει στον καθρέφτη και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις, η απάντηση θεωρήθηκε εσφαλμένη.
3. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη, ανακλάται και επιστρέφει πάλι στον φακό, η απάντησή του θεωρήθηκε εσφαλμένη (Τέκος & Σολομωνίδου, 2010).
4. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και σταματά την πορεία της, πάλι η απάντησή του θεωρήθηκε εσφαλμένη (Guesne, 1985).
5. Αν ο μαθητής έκανε κάποιο άλλο σχέδιο, επίσης, η απάντησή του θεωρήθηκε εσφαλμένη.

Σε ένα δεύτερο επίπεδο ανάλυσης, οι απαντήσεις διακρίθηκαν σε ορθές και λανθασμένες και αξιοποιώντας τον μη παραμετρικό έλεγχο Wilcoxon μελετήθηκε αν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον αριθμό των σωστών απαντήσεων πριν και μετά την κάθε παρέμβαση.

**Ερώτηση 12: «Σχεδιάστε την πορεία του φωτός όταν αυτό πέσει πάνω σε μία όχι λεία επιφάνεια, όπως το εξώφυλλο ενός βιβλίου».**

Στην δωδέκατη ερώτηση οι μαθητές κλήθηκαν να σχεδιάσουν την πορεία του φωτός όταν πέσει σε μία τραχιά επιφάνεια όπως το εξώφυλλο ενός βιβλίου, προσεγγίζοντας το φαινόμενο της διάχυσης. Σε αυτή την ερώτηση πραγματοποιήθηκε έλεγχος σε δύο επίπεδα όπως και στην ερώτηση 11. Στο πρώτο επίπεδο τα σχέδια των μαθητών ομαδοποιήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη τις ιδέες των μαθητών που έχουν επισημανθεί από την σχετική βιβλιογραφία. Ειδικότερα, η κατηγοριοποίηση είναι οι εξής:

1. Αν κάποιος μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις, το σχέδιο θεωρήθηκε σωστό.
2. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο εξώφυλλο του βιβλίου και σταματά την πορεία της, η απάντηση θεωρήθηκε λανθασμένη.
3. Λανθασμένη θεωρήθηκε και η απάντηση ενός μαθητή αν αυτός σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό ανακλάται προς μία κατεύθυνση.
4. Αν κάποιος μαθητής σχεδίαζε κάτι διαφορετικό πάλι η απάντηση θεωρήθηκε εσφαλμένη.

Στο πρώτο επίπεδο ανάλυσης παρουσιάστηκε η συχνότητα κάθε κατηγορίας. Στο δεύτερο επίπεδο ανάλυσης αξιοποιήθηκε το κριτήριο Wilcoxon ώστε να διαπιστωθεί αν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον αριθμό των σωστών απαντήσεων πριν και μετά την κάθε παρέμβαση.

**Ερώτηση 13: «Μπορείτε να περιγράψετε και να σχεδιάσετε την πορεία του φωτός ώστε το κορίτσι να δει το δέντρο και το λουλούδι.»**

Στην τελευταία ερώτηση της δοκιμασίας δινόταν μία εικόνα με ένα κορίτσι, ένα δέντρο, ένα λουλούδι και τον ήλιο και οι μαθητές καλούνταν να περιγράψουν γραπτά και να σχεδιάσουν την πορεία του φωτός ώστε το κορίτσι να βλέπει το δέντρο και το λουλούδι. Στη ερώτηση αυτή οι μαθητές καλούνταν



να προβληματιστούν για την πορεία του φωτός ώστε να γίνει ορατό ένα αντικείμενο. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε δύο επίπεδα όπως και στις δύο προηγούμενες ερωτήσεις. Αρχικά, τα σχέδια των μαθητών εντάχθηκαν σε κατηγορίες με κριτήριο αν συμφωνούν με τις ιδέες που έχουν επισημανθεί από την σχετική βιβλιογραφία και παρουσιάστηκε η συχνότητα κάθε κατηγορίας. Ειδικότερα, τα σχέδια των μαθητών μπορούν να διακριθούν στις εξής κατηγορίες:

1. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε δύο ακτίνες που ξεκινούν από τον ήλιο και η μία αφού πέσει πάνω στο δέντρο και η άλλη αφού πέσει πάνω στο λουλούδι καταλήγουν στα μάτια του κοριτσιού, το σχέδιο θεωρήθηκε ως ορθό. Σε αυτή την περίπτωση από το σχέδιο γίνεται αντιληπτό ότι ο μαθητής θεωρεί ότι η δυνατότητα θέασης των αντικειμένων είναι αποτέλεσμα επανεκπομπής του φωτός από αυτά.
2. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε ακτίνες από τον ήλιο προς το δέντρο και το λουλούδι διαφαίνεται η εναλλακτική ιδέα ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας γιατί το φως τα φωτίζει (Μονή εκπομπή).
3. Αν ο μαθητής σχεδίαζε πολλές ακτίνες από τον ήλιο προς πολλές κατευθύνσεις, στο σχέδιο του διαφαίνεται η εναλλακτική ιδέα ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας γιατί το φως φωτίζει τον χώρο (Λουτρό φωτός).
4. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ή πολλές ακτίνες προς κάθε αντικείμενο (δέντρο και λουλούδι) αλλά και μία προς το κορίτσι, τότε εμφανίζεται η εναλλακτική ιδέα ότι από την φωτεινή πηγή εκπέμπονται φωτεινές ακτίνες τόσο προς το μάτι όσο και προς το αντικείμενο (Διπλή εκπομπή).
5. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα από την φωτεινή πηγή προς το μάτι/κορίτσι και εν συνεχεία προς το αντικείμενο, εμφανίζεται η εναλλακτική ιδέα της «υποκινούμενης εκπομπής» (Χαλκιά, 2012).
6. Αν ο μαθητής έκανε κάποιο άλλο σχέδιο η απάντησή του θεωρήθηκε ότι αποκλίνει από το επιστημονικό μοντέλο.

Στο δεύτερο επίπεδο της ανάλυσης οι απαντήσεις ταξινομήθηκαν σε ορθές και λανθασμένες και πραγματοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon

ώστε να διαπιστωθεί αν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές πριν και μετά την κάθε παρέμβαση αναφορικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων.

Συνεπώς, σε άλλες ερωτήσεις της αρχικής και της τελικής αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε ένα επίπεδο ταξινομώντας τις απαντήσεις των μαθητών σε ορθές και λανθασμένες ενώ σε άλλες εκτός από αυτή την ανάλυση οι απαντήσεις των μαθητών εντάθηκαν και σε κατηγορίες εναλλακτικών ή μη ιδεών. Σε όλες όμως τις ερωτήσεις πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος ώστε να διαπιστωθεί αν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές πριν και μετά την κάθε παρέμβαση. Ο έλεγχος αυτός είχε ως στόχο να διαπιστωθεί σε ποιες ερωτήσεις η διαφορά στον αριθμό των σωστών απαντήσεων ήταν πιο έντονη, δηλαδή η παρέμβαση αύξησε σημαντικά τον αριθμό των σωστών απαντήσεων.

#### **2.5.1.2. Ερωτηματολόγιο FAM για την κινητοποίηση**

Το εργαλείο FAM έχει αναπτυχθεί από τους Vollmeyer και Rheinberg (2001). Το εργαλείο αυτό υποστηρίζεται ότι μετράει το επίπεδο της κινητοποίησης των εμπλεκομένων σε περιβάλλοντα μάθησης. Στα μαθησιακά αυτά περιβάλλοντα προϋπόθεση είναι οι δραστηριότητες στις οποίες εμπλέκονται οι μαθητευόμενοι να είναι πολύ καλά ορισμένες ώστε να είναι σε θέση οι ίδιοι να αξιολογούν την πορεία μάθησης που θα ακολουθήσουν.

Το ερωτηματολόγιο FAM διακρίνεται σε τέσσερις άξονες (το ενδιαφέρον, την πιθανότητα επιτυχίας, το άγχος και την πρόκληση) και εμπεριέχει 18 προτάσεις. Το ερωτηματολόγιο χρησιμοποιεί επτάβαθμη κλίμακα Likert καθιστώντας εύκολη την συμπλήρωση από τους μαθητές αλλά και την επεξεργασία από τον ερευνητή. Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε πριν την κάθε παρέμβαση με τις διατυπώσεις ομαδοποιημένες με βάση τους άξονες και όχι όπως ακριβώς δόθηκε στους μαθητές παρατίθεται στο παράρτημα II.

Επίσης στο παράρτημα III παρατίθεται και το ερωτηματολόγιο όπως δόθηκε μετά από την κάθε παρέμβαση καθώς οι διατυπώσεις ήταν παραλλαγμένες σε σχέση με αυτές που δόθηκαν πριν την παρέμβαση. Αυτό γιατί

πριν από την παρέμβαση καλέσαμε τους μαθητές, αφού τους περιγράψαμε σύντομα με τι θα ασχοληθούμε και με ποιον τρόπο, να εκφράσουν τις προσδοκίες τους και το πώς αισθάνονται για όσα θα ακολουθήσουν ενώ μετά τους καλέσαμε να διαλέξουν τον βαθμό συμφωνίας τους σε παρόμοιες διατυπώσεις αν τους δινόταν η ευκαιρία να ασχοληθούν στο μέλλον με κάποιον παρόμοιο τρόπο εργασίας.

Στην συνέχεια, θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στους άξονες που συνιστούν το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο. Αρχικά, το ενδιαφέρον μπορεί να οριστεί ως η κατάσταση στην οποία οι μαθητές θεωρούν ότι η δραστηριότητα είναι σημαντική. Το ενδιαφέρον για μια δραστηριότητα ωθεί τους μαθητές να εμπλακούν εθελοντικά σε αυτή και έχοντας ταυτόχρονα θετικά συναισθήματα και προσδοκίες για αυτή και το θέμα το οποίο αφορά. Ένας υψηλός βαθμός σε αυτόν τον άξονα σημαίνει ότι ο μαθητής ξεκινά με ενδιαφέρον την δραστηριότητα.

Η πιθανότητα επιτυχίας μπορεί να εκφραστεί ως η σχέση ανάμεσα στις αντιληπτές από τους μαθητές απαιτήσεις μίας δραστηριότητας και την ικανότητα ολοκλήρωσης της δραστηριότητας. Αυτή η σύγκριση μας δίνει ενδείξεις για το επίπεδο αυτοπεποίθησης με το οποίο προσεγγίζουν οι μαθητές την δραστηριότητα. Η μεταβλητή που εξάγεται ονομάζεται «Πιθανότητα επιτυχίας». Ένας υψηλός βαθμός σε αυτό τον άξονα σημαίνει ότι οι μαθητές έχουν την αυτοπεποίθηση ότι θα πετύχουν.

Το άγχος μπορεί να οριστεί ως η ανησυχία των εμπλεκόμενων ότι θα αποτύχουν. Ένα άτομο που διέπεται από τον φόβο της αποτυχίας και το άγχος εμφανίζεται ντροπαλό και φοβάται ότι θα ντροπιαστεί αν κάνει λάθος. Ένας υψηλός βαθμός λοιπόν σε αυτές τις προτάσεις σημαίνει ότι η ανησυχία μπορεί να εμποδίσει την συμμετοχή του μαθητή.

Η πρόκληση μπορεί να οριστεί ως η κατάσταση στην οποία ο μαθητής έρχεται αντιμέτωπος με μια δραστηριότητα που προκαλεί τις δυνατότητες του και τον ωθεί να την εκτελέσει και να επικεντρωθεί σε αυτή ώστε να νιώσει υπερήφανος για τις δυνατότητές του. Ένας υψηλός βαθμός σε αυτόν τον άξονα μπορεί να σημαίνει ότι η εργασία στην οποία εμπλέκεται ο μαθητής είναι

σημαντική για αυτόν καθώς η επιτυχής ολοκλήρωσή της αποτελεί αναγνώριση των δυνατοτήτων του και επιβράβευση για τον ίδιο (Vollmeyer & Rheinberg, 2001). Αξίζει να σημειωθεί ότι σε διάφορες μελέτες των Rheinberg και Vollmeyer (e.g. Rheinberg, Vollmeyer & Rollett, 2000 · Vollmeyer & Rheinberg, 2006) έχει αξιοποιηθεί το παρόν ερωτηματολόγιο και τα τέσσερα αυτά μέρη του τείνουν να παρουσιάζουν αυξημένη εσωτερική εγκυρότητα.

## **2.6. Κριτήρια ορθότητας απαντήσεων στην αρχική και στην τελική αξιολόγηση**

Λαμβάνοντας υπόψη την βιβλιογραφία έγινε προσπάθεια να ταξινομηθούν οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές πριν αλλά και μετά την κάθε παρέμβαση σε κατηγορίες και να βρεθεί το κριτήριο με το οποίο μπορούμε να χαρακτηρίσουμε μία απάντηση ότι προσεγγίζει την επιστημονική ιδέα. Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν τα κριτήρια ορθότητας των απαντήσεων των μαθητών που επιλέχθηκαν ανά ερώτηση ώστε να είμαστε σε θέση να αξιολογήσουμε τις απαντήσεις των μαθητών ως ορθές ή αποκλίνουσες από την επιστημονική ιδέα. Αξιοποιώντας αυτά τα κριτήρια προέκυψε το σύνολο των σωστών απαντήσεων τόσο της αρχικής όσο και της τελικής αξιολόγησης για τους μαθητές κάθε ομάδας. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται ανά ερώτηση οι επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις και αυτές που θεωρήθηκε ότι αποκλίνουν από την επιστημονική άποψη που προέκυψαν από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Στην όγδοη ερώτηση οι μαθητές κλήθηκαν να ταξινομήσουν αντικείμενα όπως μεταλλικό καπάκι κατσαρόλας, γυάλινο καπάκι κατσαρόλας, μεμβράνη φαγητού, πλαστικό δοχείο φαγητού, τούλι και σίτα σε ομάδες με κριτήριο αν βλέπουμε τα αντικείμενα που υπάρχουν από πίσω ή μέσα. Επειδή σε αυτή την ερώτηση καθοριστικό ρόλο έπαιξαν οι εμπειρίες των μαθητών προέκυψαν πολλές διαφορετικές ομαδοποιήσεις. Η ερώτηση αυτή δεν αξιοποιήθηκε για τον υπολογισμό της επίδοσης στην τελική και στην αρχική αξιολόγηση καθώς δεν προσεγγίστηκε επαρκώς η επιστημονική γνώση σε καμία από τις δύο παρεμβάσεις και οι μαθητές διέθεταν διαφορετικές εμπειρίες που καθιστά αδύνατη την επιλογή της ορθής ομαδοποίησης.

Ερώτηση	Κατηγορίες Απαντήσεων	
	A. Επιστημονικά αποδεκτή απάντηση	B. Επιστημονικά μη αποδεκτή απάντηση
1.«Τι είναι το φως;»	Αναφορά στην διττή φύση του φωτός (ως κύμα και ως σωματίδια)	B1) Αναφορά σε παραδείγματα φωτεινών πηγών όπως ο Ήλιος
		B2) Αναφορά στο φως ως ενέργεια
2. «Αν δεν υπήρχαν φωτεινές πηγές, θα υπήρχε φως;»	Χωρίς φωτεινές πηγές δεν μπορεί να υπάρξει φως	Χωρίς φωτεινές πηγές μπορεί να υπάρξει φως
3. «Θα μπορούσαμε να δούμε χωρίς φως;»	Χωρίς φως δεν μπορούμε να δούμε	Χωρίς φως μπορούμε να δούμε
4. «Τι είναι αναγκαίο για να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας;»	Τα μάτια/η όραση και το φως	B1) Το φως
		B2) Κάποια φωτεινή πηγή
		B3) Τα μάτια/ η όραση
5. «Ποια από τα αντικείμενα φωτίζουν;»	Απαντήσεις χωρίς το φεγγάρι, το δέντρο ή / και τη θάλασσα	Απαντήσεις με το φεγγάρι, το δέντρο ή / και τη θάλασσα
6. «Αν θέλατε να σχεδιάσετε την πορεία του φωτός, ποια γραμμή θα διαλέγατε και γιατί;»	Την ευθεία γιατί το φως διαδίδεται ευθύγραμμα	B1) Την ευθεία με άλλη αιτιολόγηση ή χωρίς αιτιολόγηση
		B2) Κάποια άλλη γραμμή
7α. «Αν ανοίξουμε το φως ποια από τα αντικείμενα θα φωτιστούν και γιατί;»	Όλα ή αυτά που βρίσκονται κάτω από την λάμπα (Δ, Β και Α) αιτιολογώντας με αναφορά στην ευθύγραμμη και προς πολλές κατευθύνσεις διάδοση του φωτός	Οποιαδήποτε άλλη απάντηση
7β. «Ποια από τα αντικείμενα μπορεί να δει το αγόρι;»	Το Β και το Α καθώς αυτά φωτίζονται	Οποιαδήποτε άλλη απάντηση

Ερώτηση	A. Επιστημονικά αποδεκτή απάντηση	B. Επιστημονικά μη αποδεκτή απάντηση
9α. «Τι λείπει για να δημιουργηθεί σκιά;»	Η φωτεινή πηγή	B1) Η σκιά
		B2) Το αντικείμενο
9β. «Τι λείπει για να δημιουργηθεί σκιά;»	Η σκιά	B1) Η φωτεινή πηγή
		B2) Το αντικείμενο
9γ. «Τι λείπει για να δημιουργηθεί σκιά;»	Η φωτεινή πηγή και το αντικείμενο	B1) Η φωτεινή πηγή
		B2) Το αντικείμενο
		B3) Η σκιά
10. «Αν στην σκιά υπήρχε ένα κέρμα θα το βλέπαμε και γιατί;»	Θα το βλέπαμε γιατί θα υπήρχε φως	Οποιαδήποτε άλλη απάντηση
11. «Σχεδιάστε την πορεία του φωτός όταν προσπίπτει σε μία λεία επιφάνεια όπως ένας καθρέφτης.»	Μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό προσπίπτει στον καθρέφτη και ανακλάται προς μία κατεύθυνση	Οποιαδήποτε άλλο σχέδιο
12. «Σχεδιάστε την πορεία του φωτός όταν προσπίπτει σε μία τραχιά επιφάνεια όπως το εξώφυλλο ενός βιβλίου.»	Μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις	Οποιαδήποτε άλλο σχέδιο
13. «Σχεδιάστε την πορεία του φωτός ώστε το κορίτσι να δει το δέντρο και το λουλούδι;»	Δύο ακτίνες που ξεκινούν από τον ήλιο και η μία αφού προσπίπτει πάνω στο δέντρο και η άλλη στο λουλούδι καταλήγουν στα μάτια του κοριτσιού	

Πίνακας 2: Επιστημονικά αποδεκτές και μη αποδεκτές απαντήσεις για κάθε ερώτηση

Συνοψίζοντας, για κάθε ερώτηση της αρχικής και της τελικής δοκιμασίας επιλέχθηκε ποια απάντηση μπορεί να χαρακτηριστεί ως ορθή και ποιες ως εσφαλμένες ή ελλιπείς. Με αυτόν τον τρόπο μπορέσαμε να αξιολογήσουμε την επίδοση των μαθητών κάθε ομάδας στη δοκιμασία που τους χορηγήθηκε πριν αλλά και μετά την παρέμβαση. Αξίζει να αναφερθεί ότι δεν συμπεριλήφθησαν στην αξιολόγηση οι ερωτήσεις 1, 8α, 8β και 8γ, 11 και 12 καθώς οι έννοιες που μελετώνται δεν προσεγγίστηκαν με επαρκείς δραστηριότητες. Ειδικότερα, αφού δεν τέθηκαν ως μαθησιακοί στόχοι για την φύση του φωτός, τη διάκριση των αντικειμένων σε διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή αντικείμενα, την ανάκλαση και την διάχυση, δεν μπορούμε να τις συμπεριλάβουμε στην συνολική αξιολόγηση. Για αυτές τις ερωτήσεις περιοριστήκαμε μόνο στην ανάδειξη των ιδεών των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα αυτά και την τυχόν μεταβολή τους μετά την παρέμβαση για κάθε ομάδα.

## 2.7. Ανάλυση δεδομένων-Αποτελέσματα

### 2.7.1.Μαθησιακά Αποτελέσματα

#### Σύγκριση της πειραματικής ομάδας με την ομάδα ελέγχου

Τα δεδομένα από την αρχική και την τελική αξιολόγηση κάθε ομάδας (πειραματικής και ομάδας ελέγχου) αναλύθηκαν σε πολλά επίπεδα. Η πλειοψηφία των ερωτήσεων ήταν ανοικτού τύπου. Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις κλειστού τύπου μελετήθηκαν ως προς την συχνότητά τους. Όσον αφορά τις ερωτήσεις ανοικτού τύπου καθώς και τα σχήματα, δημιουργήθηκαν κατηγορίες απαντήσεων με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε απάντησης και μετρήθηκε η συχνότητα των κατηγοριών.

Αρχικά, πριν την παρέμβαση και αφού είχαν συγκεντρωθεί οι αρχικές αξιολογήσεις των δύο τμημάτων της Ε τάξης του δημοτικού σχολείου θελήσαμε να διαπιστώσουμε αν οι δύο ομάδες διέφεραν στατιστικά σημαντικά ως προς τον αριθμό των σωστών απαντήσεων. Αν συνέβαινε αυτό θα έπρεπε να προβούμε στην επιλογή ενός άλλου ή άλλων τμημάτων που δεν θα διέφεραν σημαντικά.

Για αυτόν τον σκοπό αξιοποιήσαμε το μη παραμετρικό κριτήριο για δύο ανεξάρτητα δείγματα Mann-Whitney (U) για δύο ανεξάρτητα δείγματα. Από τον έλεγχο δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις σωστές απαντήσεις που δόθηκαν πριν την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων καθώς η σημαντικότητα ήταν  $0,123 > 0,05$  (βλ. Πίνακα 3). Συνεπώς, οι δύο ομάδες δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά και μπορούσαν να αξιοποιηθούν ως πειραματική και ομάδα ελέγχου.

#### Σύγκριση Αρχικής Αξιολόγησης

##### Πειραματικής Ομάδας και Ομάδας Ελέγχου

Κριτήριο	Αρχική αξιολόγηση Ομάδα Ελέγχου-Πειραματική ομάδα
Mann-Whitney (U)	86,500
Σημαντικότητα	0,123

Πίνακας 3: Σύγκριση Αρχικής Αξιολόγησης Π.Ο. και Ο.Ε.



Στην συνέχεια παρουσιάζεται ένας πίνακας (βλ. Πίνακα 4, σελ. 68) με το ποσοστό των σωστών απαντήσεων πριν και μετά την κάθε δοκιμασία ανά ομάδα λαμβάνοντας υπόψη όλες τις ερωτήσεις καθώς και τη διαφορά των ποσοστών αλλά και τις ερωτήσεις στις οποίες έδωσε περισσότερες σωστές απαντήσεις η κάθε ομάδα.

Από την μελέτη του πίνακα 4 (σελ. 68) στον οποίο εμφανίζεται η διαφορά των ποσοστών μετά από την κάθε παρέμβαση διαφαίνεται ότι στην πειραματική ομάδα σε ορισμένες ερωτήσεις (επτά) η διαφορά στο ποσοστό σωστών απαντήσεων είναι μεγαλύτερη από την ομάδα ελέγχου ενώ σε κάποιες άλλες μικρότερη (εννέα). Ειδικότερα, η διαφορά είναι λιγότερη στην πειραματική ομάδα ή ίση μεταξύ των ομάδων στις ερωτήσεις 1, 2, 3, 6, 7β, 8β, 8γ, 9α, 9γ, 10 και 12 ενώ υπερτερεί η πειραματική ομάδα στις ερωτήσεις 4, 5, 7α, 8α, 9β, 11 και 13. Η διαφορά ανάμεσα στο πριν και το μετά φαίνεται να είναι πιο μεγάλη στην ομάδα που δεν αξιοποιήθηκε το παιγνιώδες πλαίσιο. Πάντως και στις δύο ομάδες παρουσιάζεται αύξηση των σωστών απαντήσεων για τις περισσότερες ερωτήσεις.

Αν υπολογίσουμε τον μέσο όρο του ποσοστού των σωστών απαντήσεων των μαθητών στην τελική αξιολόγηση διαπιστώνουμε ότι οι μαθητές της ομάδας που αξιοποιήθηκε το παιχνίδι εμφανίζουν υψηλότερο μέσο όρο (Μ.Ο. 57%) άρα έδωσαν περισσότερες σωστές απαντήσεις σε σχέση με την άλλη ομάδα (Μ.Ο. 53%) αν και στην άλλη η διαφορά πριν και μετά την παρέμβαση ήταν μεγαλύτερη. Βέβαια η διαφορά στον μέσο όρο σωστών απαντήσεων όπως αυτό εκφράζεται ως ποσοστό δεν είναι μεγάλη, μόνο πέντε μονάδες. Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι αναφορικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα όπως αυτά φάνηκαν μέσα από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά την κάθε παρέμβαση είναι ασαφές ποια ομάδα απέδωσε καλύτερα. Ειδικότερα, φαίνεται ότι μεγαλύτερος μέσος όρος σωστών απαντήσεων προέκυψε από την αξιοποίηση του επιτραπέζιου παιχνιδιού ενώ από την άλλη η διαφορά έγινε πιο αισθητή στην ομάδα όπου δεν αξιοποιήθηκε κάποιο παιγνιώδες πλαίσιο.

**Σωστές απαντήσεις πριν και μετά την παρέμβαση ανά ομάδα**

	Ομάδα ελέγχου					Πειραματική ομάδα						
ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	ΑΡΧΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ	Ποσοστό	ΤΕΛΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ	Ποσοστό	Διαφορά	ΑΡΧΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ	Ποσοστό	ΤΕΛΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ	Ποσοστό	Διαφορά	Σύγκριση Ο.Ε. και Π.Ο.	Υπερτερεί
1	0	0%	0	0%	0%	0	0%	0	0%	0%	0	-
2	11	65%	17	100%	35%	11	73%	15	100%	27%	-8	Ε.
3	10	59%	15	88%	29%	12	80%	15	100%	20%	-9	Ε.
4	0	0%	0	0%	0%	0	0%	4	27%	27%	+27	Π.
5	3	18%	1	6%	-12%	1	7%	2	13%	8%	+20	Π.
6	4	24%	14	82%	58%	10	59%	15	100%	41%	-17	Ε.
7α	2	12%	5	29%	17%	3	20%	10	59%	39%	+22	Π.
7β	0	0%	0	0%	0%	0	0%	0	0%	0%	0	-
8α	15	88%	16	94%	6%	12	80%	14	93%	13%	+7	Π
8β	11	65%	14	82%	17%	13	87%	13	87%	0%	-17	Ε.
8γ	15	88%	17	100%	12%	12	80%	13	87%	7%	-5	Ε.
9α	9	53%	15	88%	35%	12	80%	14	93%	13%	-22	Ε.
9β	14	82%	17	100%	18%	12	80%	15	100%	20%	+2	Π.
9γ	4	24%	7	41%	17%	3	20%	4	27%	7%	-10	Ε.
10	5	29%	12	71%	42%	2	13%	5	33%	20%	-22	Ε.
11	8	47%	10	59%	12%	6	40%	8	53%	13%	+1	Π.
12	0	0%	3	18%	18%	4	27%	6	40%	13%	-5	Ε.
13	0	0%	0	0%	0%	0	0%	2	13	13%	+13	Π.

Πίνακας 4: Ποσοστό σωστών απαντήσεων πριν και μετά την παρέμβαση ανά ομάδα

### Σύγκριση τελικής αξιολόγησης μεταξύ των ομάδων

Καθώς όμως η διαφορά στα ποσοστά σωστών απαντήσεων μας δίνει μία ασαφή εικόνα αξιοποιήσαμε το μη παραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney (U) για δύο ανεξάρτητα δείγματα προκειμένου να συγκρίνουμε τις τελικές δοκιμασίες των δύο ομάδων μεταξύ τους ώστε να δούμε αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Όπως γίνεται φανερό και από τον ακόλουθο πίνακα η σημαντικότητα δεν είναι στατιστικά σημαντική καθώς  $0,092 > 0,05$  (βλ. Πίνακα 5). Συνεπώς, οι διαφορές των δύο ομάδων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ως προς την επίδοση στην τελική αξιολόγηση.

**Σύγκριση Τελικής Αξιολόγησης  
Πειραματικής Ομάδας και Ομάδας Ελέγχου**

Κριτήριο	Αρχική αξιολόγηση Ομάδα Ελέγχου-Πειραματική ομάδα
Mann-Whitney (U)	98,500
Σημαντικότητα	0,278

Πίνακας 5: Σύγκριση τελικής αξιολόγησης πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου

### Σύγκριση σωστών απαντήσεων πριν και μετά την παρέμβαση ανά ερώτηση σε κάθε ομάδα

Επιπρόσθετα, μελετήθηκε για κάθε ομάδα αν ο αριθμός των σωστών απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές μετά την παρέμβαση σε κάθε ερώτηση διέφερε στατιστικά σημαντικά με τις σωστές απαντήσεις που δόθηκαν πριν. Προκειμένου να το ελέγξουμε αυτό αξιοποιήσαμε το στατιστικό πακέτο SPSS και συγκεκριμένα το μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon. Η τιμή του κριτηρίου Z και η σημαντικότητα που προέκυψε για κάθε ερώτηση παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα (βλ. Πίνακα 6).

Ερώτηση	Ομάδα Ελέγχου		Πειραματική Ομάδα	
	Z	Σημαντικότητα	Z	Σημαντικότητα
1.	0,000	1,000	0,000	1,000
2.	-2,000	0,046*	-2,449	0,014*
3.	-2,828	0,005*	-1,732	0,083
4.	0,000	1,000	-1,732	0,083
5.	-1,414	0,157	-1,000	0,317
6.	-3,162	0,002*	-2,236	0,025*
7α.	-1,342	0,180	-2,646	0,008*
7β.	0,000	1,000	-1,414	0,157
9α.	-2,236	0,025*	-1,414	0,157
9β.	-1,732	0,083	-1,732	0,083
9γ.	-1,732	0,083	-0,577	0,564
10.	-2,646	0,008*	-1,414	0,157
11.	-0,816	0,414	-1,342	0,180
12.	-1,732	0,083	-1,414	0,157
13.	0,000	1,000	-1,414	0,157

Πίνακας 6: Σύγκριση ανά ερώτηση των σωστών απαντήσεων πριν και μετά την παρέμβαση για κάθε ομάδα

Αναφορικά με την πρώτη ερώτηση που αφορούσε την φύση του φωτός διαπιστώθηκε ότι τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου δεν υπήρξε καμία αναφορά στο φως ως κύμα και ως σωματίδια και συνεπώς καμία απάντηση δεν μπορεί να θεωρηθεί επιστημονικά ορθή. Αξιοποιώντας, λοιπόν, το κριτήριο Wilcoxon για τις απαντήσεις των μαθητών στην πρώτη ερώτηση δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ούτε για την ομάδα ελέγχου ( $\text{sig.}=1,000<0,05$ ) ούτε για την πειραματική ομάδα ( $\text{sig.}=1,000<0,05$ ) όπως γίνεται φανερό και από τον πίνακα 6.

Αναφορικά με την δεύτερη ερώτηση που ήταν «Αν δεν υπήρχαν φωτεινές πηγές θα υπήρχε φως;» στην ομάδα ελέγχου πριν από την παρέμβαση απάντησαν σωστά ότι δεν θα υπάρχει φως αν δεν υπάρχουν φωτεινές πηγές δεκατρείς μαθητές ενώ απάντησαν λανθασμένα τέσσερις μαθητές. Μετά από την παρέμβαση όλοι οι μαθητές έδωσαν σωστή απάντηση. Στην πειραματική ομάδα πριν από την παρέμβαση δόθηκαν εννέα σωστές απαντήσεις και έξι λανθασμένες ενώ μετά όλοι

οι μαθητές απάντησαν σωστά ότι αν δεν υπάρχουν φωτεινές πηγές δεν υπάρχει φως.

Αξιοποιώντας το κριτήριο Wilcoxon βρέθηκε οριακά στατιστικά σημαντική διαφορά ( $\text{sig.}=0,046<0,05$ ) στις απαντήσεις των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την παρέμβαση αναφορικά με την ερώτηση για την αναγκαιότητα των φωτεινών πηγών για την ύπαρξη φωτός. Σε αυτή την ερώτηση υπήρξε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την παρέμβαση καθώς  $\text{sig.}=0,014 <0,05$ , όπως φαίνεται και στο πίνακα 6 (σελ. 70). Η σημαντική αυτή αύξηση του αριθμού των σωστών απαντήσεων μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι και στις δύο ομάδες μέσα από τις δραστηριότητες, στις οποίες ενεπλάκησαν οι μαθητές, τονίστηκε η αξία της ύπαρξης των φωτεινών πηγών ώστε να γίνονται ορατά τα αντικείμενα γύρω μας.

Στο τρίτο ερώτημα «Θα μπορούσαμε να δούμε χωρίς φως;» στην ομάδα ελέγχου οι περισσότεροι μαθητές και συγκεκριμένα οι δέκα από τους δεκαεπτά απάντησαν ορθά και δόθηκαν επτά λανθασμένες απαντήσεις. Μετά την παρέμβαση σωστή απάντηση έδωσαν δεκαπέντε μαθητές ενώ δύο απάντησαν λανθασμένα. Στην ομάδα στην οποία αξιοποιήθηκε το παιχνίδι πριν την παρέμβαση οι δώδεκα από τους δεκαπέντε μαθητές απάντησαν ορθά ενώ μόνο τρεις απάντησαν λάθος ενώ μετά όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά.

Αξιοποιώντας το κριτήριο Wilcoxon δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την παρέμβαση καθώς  $\text{sig.}=0,083>0,05$  καθώς ήδη πριν την παρέμβαση η πλειοψηφία των μαθητών απάντησε σωστά. Από την άλλη όμως πλευρά οι απαντήσεις των μαθητών της ομάδας ελέγχου διέφεραν στατιστικά σημαντικά πριν και μετά την παρέμβαση καθώς  $\text{sig.}=0,005<0,05$ . Συνεπώς, η αύξηση των σωστών απαντήσεων των μαθητών είναι σημαντική στην ομάδα στην οποία δεν αξιοποιήθηκε το επιτραπέζιο παιχνίδι ενώ στην πειραματική ομάδα δεν εντοπίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά ( $\text{sig.}=0,083>0,05$ ) (βλ. Πίνακα 6, σελ. 70). Η διαφορά αυτή μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι πριν την παρέμβαση στην πειραματική ομάδα η πλειοψηφία των μαθητών έδωσε σωστές απαντήσεις και η συνεπώς η διαφορά

μετά την παρέμβαση δεν ήταν σημαντική. Αντίθετα, στην ομάδα ελέγχου η πλειοψηφία των μαθητών πριν την παρέμβαση απάντησε λανθασμένα ενώ μετά απάντησε ορθά, οπότε διαπιστώνεται μία μεγαλύτερη και σημαντικότερη διαφορά.

Η τέταρτη ερώτηση ήταν η εξής «Τι είναι αναγκαίο για να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας;». Στην ομάδα ελέγχου πριν αλλά και μετά από την παρέμβαση δεν δόθηκε κάποια πλήρης απάντηση. Στην πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση μόνο ένας μαθητής ανέφερε τόσο το φως όσο και τα μάτια/ όραση ως αναγκαία για την θέαση των αντικειμένων γύρω μας. Μετά από την παρέμβαση στην ομάδα αυτή οι ορθές απαντήσεις αυξήθηκαν σε τέσσερις, αριθμός όμως που παραμένει χαμηλός. Πραγματοποιώντας έλεγχο για την σημαντικότητα των διαφορών αξιοποιώντας το μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon διαπιστώθηκε ότι ούτε στην ομάδα ελέγχου αλλά ούτε στην πειραματική ομάδα δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές πριν και μετά την παρέμβαση. Στην ομάδα ελέγχου προέκυψε σημαντικότητα  $1 > 0,05$  ενώ πειραματική ομάδα  $0,083 > 0,05$ , όπως φαίνεται και στον πίνακα 6.

Η πέμπτη ερώτηση καλούσε τους μαθητές να επιλέξουν από μια σειρά εικόνων τα αντικείμενα που φωτίζουν. Στην ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση εμφανίστηκαν τρεις ορθές απαντήσεις ενώ μετά μόνο ένας μαθητής έκανε σωστή επιλογή. Σε παρόμοιο επίπεδο κινήθηκαν και οι απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας καθώς πριν την παρέμβαση εμφανίστηκε μία σωστή ταξινόμηση ενώ μετά δύο μαθητές απάντησαν σωστά. Από τον έλεγχο αξιοποιώντας το κριτήριο Wilcoxon δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση σε καμία από τις δύο ομάδες. Η σημαντικότητα για την πειραματική ομάδα ήταν  $0,317 > 0,05$  ενώ στην ομάδα ελέγχου ήταν  $0,157 > 0,05$ , όπως φαίνεται και στον πίνακα 6 (σελ. 70).

Η έκτη ερώτηση αφορούσε την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός. Στην ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση δόθηκαν τέσσερις σωστές απαντήσεις ενώ μετά αυξήθηκαν σε δεκατέσσερις. Βλέπουμε λοιπόν μία σημαντική αλλαγή. Από την άλλη οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών της πειραματικής ομάδας μπορούν να θεωρηθούν ως ορθές ενώ μετά την παρέμβαση όλοι οι μαθητές έδωσαν ορθή

απάντηση. Συνεπώς και στις δύο ομάδες υπήρξε βελτίωση αν και στην ομάδα ελέγχου η βελτίωση φαίνεται μεγαλύτερη ενώ στην πειραματική ομάδα δόθηκαν ήδη πριν από την παρέμβαση πολλές ορθές απαντήσεις.

Πραγματοποιώντας έλεγχο για την σημαντικότητα των διαφορών στις απαντήσεις των μαθητών κάθε ομάδα πριν και μετά την παρέμβαση, διαπιστώθηκε ότι τόσο στην πειραματική ομάδα ( $\text{sig.}=0,025<0,05$ ) όσο και στην ομάδα ελέγχου υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση ( $\text{sig.}=0,002<0,05$ ), όπως φαίνεται και στον πίνακα 6 (σελ. 70). Η στατιστικά σημαντική αύξηση του αριθμού των σωστών απαντήσεων τόσο στην ομάδα ελέγχου όσο και στην πειραματική ομάδα αποτελεί ένδειξη ότι ο στόχος για την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός προσεγγίστηκε σε ικανοποιητικό βαθμό κατά την διάρκεια και των δύο παρεμβάσεων.

Η έβδομη ερώτηση μπορεί να διακριθεί σε δύο υποερωτήματα. Το πρώτο υποερώτημα είναι «Αν ανοίξουμε το φως ποια από τα αντικείμενα θα φωτιστούν και γιατί;». Στην ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση δόθηκαν μόνο δύο σωστές απαντήσεις ενώ μετά βλέπουμε μία μικρή αύξηση σε πέντε. Στην πειραματική ομάδα αρχικά απάντησαν ορθά τρεις μαθητές ενώ μετά παρατηρείται μία σημαντική αύξηση σε δέκα μαθητές.

Πραγματοποιώντας έλεγχο για την σημαντικότητα των διαφορών αξιοποιώντας το κριτήριο Wilcoxon διαπιστώθηκε ότι οι διαφορές στις απαντήσεις των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την παρέμβαση δεν είναι στατιστικά σημαντικές καθώς  $\text{sig.}=0,180>0,05$ . Αντίθετα, στην πειραματική ομάδα οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές καθώς  $\text{sig.}=0,008<0,05$  (βλ. Πίνακα 6, σελ. 70). Η διαφορά δεν μπορεί να αποδοθεί στις δραστηριότητες που αξιοποιήθηκαν καθώς ήταν παρόμοιες. Λαμβάνοντας υπόψη τις λίγες ορθές απαντήσεις πριν αλλά και μετά την παρέμβαση από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου μας, υποθέτουμε ότι η διδασκαλία με την αξιοποίηση του παιχνιδιού ήταν αποτελεσματικότερη στη προσέγγιση του σχετικού στόχου που είχε τεθεί.

Το δεύτερο υποερώτημα της έβδομης ερώτησης ήταν «Ποια από τα αντικείμενα μπορεί να δει το αγόρι;». Διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι μαθητές σε

κάθε ομάδα δεν απάντησαν ορθά ούτε πριν ούτε μετά την παρέμβαση. Πριν την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου οι περισσότεροι μαθητές δεν απάντησαν (N=15) ενώ δύο μαθητές θεώρησαν ότι μπορεί να δει τα αντικείμενα Δ, Β και Α αν και το Δ βρισκόταν πίσω από το αγόρι. Μετά από την παρέμβαση παρέμειναν αρκετοί οι μαθητές που δεν μπόρεσαν να δώσουν κάποια απάντηση (N=12) και πέντε μαθητές έδωσαν λανθασμένες απαντήσεις. Στην πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση δεν δόθηκε κάποια ορθή απάντηση ενώ μετά μόνο δύο μαθητές απάντησαν ορθά.

Προκειμένου να διαπιστώσουμε αν υπήρξαν αλλαγές στις απαντήσεις των μαθητών και αν αυτές ήταν στατιστικά σημαντικές πραγματοποιήσαμε έναν μη παραμετρικό έλεγχο αξιοποιώντας το κριτήριο Wilcoxon. Ωστόσο, τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου οι διαφορές που προέκυψαν δεν ήταν στατιστικά σημαντικές καθώς  $\text{sig.}=1>0,05$  για την ομάδα ελέγχου και  $0,157>0,05$  για την πειραματική ομάδα, όπως φαίνεται και στον πίνακα 6 (σελ. 70).

Η όγδοη ερώτηση μπορεί να χωριστεί σε τρία υποερωτήματα. Το πρώτο υποερώτημα καλούσε τους μαθητές να βάλουν στην κατηγορία «αντικείμενα που βλέπουμε τι υπάρχει από πίσω» όποια από τα αντικείμενα (μεμβράνη φαγητού, γυάλινο καπάκι κατσαρόλας, μεταλλικό καπάκι κατσαρόλας, πλαστικό δοχείο φαγητού, τούλι και σίτα) θεωρούν με βάση την προσωπική τους εμπειρία ταιριάζει.

Τόσο στην ομάδα ελέγχου όσο και στην πειραματική ομάδα πριν αλλά και μετά την παρέμβαση δόθηκαν πολλές ορθές απαντήσεις. Δεκαπέντε από τους δεκαεπτά μαθητές της ομάδας ελέγχου έκαναν σωστές ταξινομήσεις πριν την παρέμβαση. Μετά από την παρέμβαση πάλι σχεδόν όλοι έκαναν σωστές ταξινομήσεις (N= 16) ενώ μόνο ένας ήταν ο μαθητής που δεν ταξινόμησε σωστά τα αντικείμενα. Στην πειραματική ομάδα πριν από την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν με σωστές ταξινομήσεις (N=12). Μετά από την παρέμβαση οι σωστές ταξινομήσεις αυξήθηκαν και μόνο ένας μαθητής δεν απάντησε ενώ σχεδόν όλοι (N=14) έκαναν σωστές ταξινομήσεις. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι δεν υπήρξε μεγάλη διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση καθώς



ήδη πριν την παρέμβαση η πλειοψηφία των μαθητών προέβη σε ορθές ταξινομήσεις.

Στο δεύτερο υποερώτημα της όγδοης απάντησης οι μαθητές έπρεπε να ταξινομήσουν στην κατηγορία «Δεν βλέπουμε καθαρά τι υπάρχει από πίσω» τα αντικείμενα που θεωρούν ότι ταιριάζουν σε αυτή την κατηγορία. Οι περισσότεροι μαθητές πριν και μετά την παρέμβαση και στις δύο ομάδες έδωσαν ορθές απαντήσεις. Στην ομάδα ελέγχου πριν από την παρέμβαση σωστές ταξινομήσεις έκαναν οι περισσότεροι μαθητές (N=11). Μετά από την παρέμβαση συνέχισαν οι περισσότεροι μαθητές να κάνουν σωστές αξιολογήσεις (N=14). Στην πειραματική ομάδα επίσης οι περισσότεροι μαθητές πριν την παρέμβαση απάντησαν σωστά (N=13). Μετά από την παρέμβαση δεν υπήρξε κάποια διαφορά. Συνεπώς και σε αυτό το υποερώτημα η διαφορά δεν ήταν μεγάλη πριν και μετά την παρέμβαση για κάθε ομάδα καθώς ήδη πριν την παρέμβαση δόθηκαν πολλές ορθές απαντήσεις.

Στο τρίτο υποερώτημα της όγδοης ερώτησης οι μαθητές έπρεπε να βάλουν στην κατηγορία «δεν βλέπουμε καθόλου τι υπάρχει από πίσω» όποια αντικείμενα θεωρούσαν ότι ταιριάζουν στην κατηγορία. Διαπιστώθηκε ότι τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν ορθά και στις δύο δοκιμασίες (πριν και μετά την παρέμβαση), οπότε δεν προέκυψε μεγάλη διαφορά.

Πριν την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου σχεδόν όλοι οι μαθητές της ομάδας ελέγχου έκαναν σωστή ταξινόμηση (N=16) και μόνο ένας δεν απάντησε. Μετά από την παρέμβαση όλοι οι μαθητές έκαναν σωστή ταξινόμηση. Στη πειραματική ομάδα επικράτησε κάτι παρόμοιο. Πριν από την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά (N=12) και υπήρχαν μόνο δύο μαθητές που δεν απάντησαν καθόλου και ένας που η ταξινόμησή του θεωρήθηκε εσφαλμένη. Μετά από την παρέμβαση πάλι οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά (N=13), μόνο ένας έκανε λάθος ταξινόμηση και ένας δεν απάντησε καθόλου.

Συνεπώς ούτε και στο τρίτο υποερώτημα φάνηκε μεγάλη διαφορά και καθώς ήδη πριν την παρέμβαση οι μαθητές έκαναν σωστές ταξινομήσεις. Φάνηκε λοιπόν ότι οι μαθητές ήταν σε θέση να διακρίνουν στηριζόμενοι βέβαια στην προσωπική

τους εμπειρία αντικείμενα με κριτήριο αν βλέπουν πίσω ή μέσα από αυτά. Η όγδοη ερώτηση δεν αξιοποιήθηκε στατιστικά καθώς δεν αποτέλεσε στόχο της διδασκαλίας και οι μαθητές απάντησαν βασιζόμενοι στην εμπειρία τους. Περιοριστήκαμε μόνο στην παρουσίαση του αριθμού των σωστών απαντήσεων ανά ομάδα.

Αναφορικά με την ένατη ερώτηση που αφορά τον σχηματισμό της σκιάς και αυτή μπορεί να χωριστεί σε τρία υποερωτήματα. Στο πρώτο υποερώτημα οι μαθητές κλήθηκαν να σκεφτούν τι λείπει από μία εικόνα με ένα κορίτσι, ένα φανάρι και την σκιά τους και να σχεδιάσουν τι λείπει. Πριν την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου δόθηκαν εννέα σωστές απαντήσεις ενώ μετά αυξήθηκαν σε δεκαπέντε. Πριν την παρέμβαση στην πειραματική ομάδα δόθηκαν δώδεκα σωστές απαντήσεις ενώ μετά αυξήθηκαν σε δεκατέσσερις.

Έπειτα θελήσαμε να μελετήσουμε σε αυτή την ερώτηση αν οι τυχόν διαφορές στις απαντήσεις των μαθητών κάθε ομάδας πριν και μετά την παρέμβαση διέφεραν σημαντικά. Για αυτό τον σκοπό αξιοποιήσαμε έναν μη παραμετρικό έλεγχο με το κριτήριο Wilcoxon. Διαπιστώθηκε λοιπόν ότι οι διαφορές που προέκυψαν μετά την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου ήταν στατιστικά σημαντικές καθώς  $\text{sig.}=0,025<0,05$ . Από την άλλη πλευρά για την πειραματική ομάδα δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς  $\text{sig.}=0,025$  και  $\text{sig.}=0,157>0,05$  (βλ. Πίνακα 6, σελ. 70). Η διαφορά αυτή υπέρ της ομάδας ελέγχου μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι σε αυτή χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις ερωτήσεις για τον σχηματισμό σκιάς ενώ στην πειραματική ομάδα μόνο μία. Οπότε αφού οι μαθητές της ομάδας ελέγχου προσέγγισαν μέσα από περισσότερες ερωτήσεις το φαινόμενο απέδωσαν και καλύτερα.

Στο δεύτερο υποερώτημα της ένατης ερώτησης οι μαθητές έπρεπε να απαντήσουν και να σχεδιάσουν τι λείπει από μία εικόνα που απεικονίζει μία λάμπα πάνω σε ένα γραφείο και μία κούπα. Οι περισσότεροι μαθητές της ομάδας ελέγχου πριν την παρέμβαση απάντησαν ορθά ( $N=14$ ) ενώ μετά όλοι οι μαθητές απάντησαν ορθά ( $N=17$ ). Επίσης, οι περισσότεροι μαθητές της πειραματικής ομάδας απάντησαν ορθά πριν την παρέμβαση ( $N=12$ ) ενώ μετά όλοι απάντησαν ορθά ( $N=15$ ). Πραγματοποιώντας έλεγχο για την σημαντικότητα των διαφορών των

απαντήσεων των μαθητών κάθε ομάδας αξιοποιώντας τον μη παραμετρικό έλεγχο Wilcoxon, στην ομάδα ελέγχου δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά καθώς  $\text{sig.} = 0,083 > 0,05$ . Το ίδιο διαπιστώθηκε και για την πειραματική ομάδα καθώς ο βαθμός σημαντικότητας ( $\text{sig.}$ ) ήταν  $0,083 > 0,05$  (βλ. Πίνακα 6, σελ. 70).

Στο τρίτο υποερώτημα της ένατης ερώτησης οι μαθητές έπρεπε να αναφέρουν και να σχεδιάσουν τι λείπει από μία εικόνα που απεικονίζει έναν δρόμο. Οι ορθές απαντήσεις των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν την παρέμβαση ήταν τέσσερις ενώ μετά αυξήθηκαν σε επτά. Οι ορθές απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν την παρέμβαση ήταν τρεις ενώ μετά ήταν τέσσερις. Πραγματοποιώντας έλεγχο (με το μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon) για το αν οι διαφορές πριν και μετά την παρέμβαση στην κάθε ομάδα ήταν στατιστικά σημαντικές διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξε σε καμία από τις δύο ομάδες στατιστικά σημαντική διαφορά. Ειδικότερα, στην πειραματική ομάδα η σημαντικότητα ήταν  $0,083$  ενώ στην ομάδα ελέγχου ήταν  $0,083 > 0,05$  (βλ. Πίνακα 6, σελ. 70).

Στην δέκατη ερώτηση οι μαθητές ερωτήθηκαν «Αν στην σκιά υπήρχε ένα κέρμα θα το βλέπαμε και γιατί;». Οι μαθητές της ομάδας ελέγχου πριν την παρέμβαση έδωσαν πέντε σωστές απαντήσεις ενώ μετά δώδεκα. Οι ορθές απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν την παρέμβαση ήταν δύο ενώ μετά τέσσερις. Πραγματοποιώντας έλεγχο για την σημαντικότητα διαφορών στις απαντήσεις των μαθητών κάθε ομάδας διαπιστώθηκε ότι στην πειραματική ομάδα δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά από κάθε παρέμβαση ( $\text{sig.} = 0,157 > 0,05$ ). Αντίθετα, η διαφορά πριν και μετά την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου ήταν στατιστικά σημαντική καθώς  $\text{sig.} = 0,008 < 0,05$ , όπως φαίνεται στο πίνακα 6 (σελ. 70). Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι για την προσέγγιση του στόχου που ελέγχει αυτή η ερώτηση στην ομάδα ελέγχου αξιοποιήθηκαν τρεις ερωτήσεις ενώ στην πειραματική ομάδα μόνο μία. Συνεπώς, ο στόχος μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι προσεγγίστηκε πιο αποτελεσματικά στην ομάδα ελέγχου και για αυτό εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά.

Αναφορικά με την ενδέκατη ερώτηση, πριν την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου υπήρξαν οκτώ ορθές απαντήσεις ενώ μετά δέκα. Από την άλλη πριν την

παρέμβαση στην πειραματική ομάδα απάντησαν ορθά έξι μαθητές ενώ μετά οκτώ. Πραγματοποιώντας έλεγχο για την σημαντικότητα των διαφορών των απαντήσεων των μαθητών κάθε ομάδας διαπιστώθηκε ότι οι διαφορές πριν και μετά την παρέμβαση δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Ειδικότερα, στην πειραματική ομάδα η σημαντικότητα πήρε την τιμή  $0,180 > 0,05$  ενώ στην ομάδα ελέγχου  $\text{sig.} = 0,414 > 0,05$ , όπως φαίνεται και στον πίνακα 6 (σελ. 70).

Η δωδέκατη ερώτηση ήταν η εξής: «σχεδιάστε την πορεία του φωτός όταν συναντά μία τραχιά επιφάνεια όπως το εξώφυλλο ενός βιβλίου» και αναφερόταν στο φαινόμενο της διάχυσης. Πριν την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου δεν δόθηκαν ορθές απαντήσεις ενώ μετά δόθηκαν τρεις ορθές απαντήσεις. Στην πειραματική ομάδα δόθηκαν τέσσερις ορθές απαντήσεις πριν την παρέμβαση και έξι μετά. Πραγματοποιώντας τον έλεγχο για την σημαντικότητα των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση για κάθε ομάδα δεν φάνηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αξιοποιώντας το μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon. Ειδικότερα, στην πειραματική ομάδα προέκυψε σημαντικότητα  $0,157 > 0,05$  ενώ στην ομάδα ελέγχου  $\text{sig.} = 0,083 > 0,05$  (βλ. Πίνακα 6, σελ. 70).

Η δέκατη τρίτη ερώτηση αφορούσε την πορεία του φωτός ώστε να γίνει ορατό ένα αντικείμενο και ήταν η εξής: «Σχεδιάστε την πορεία του φωτός από τον Ήλιο ώστε το κορίτσι να δει το δέντρο και το λουλούδι». Τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση κανένας μαθητής της ομάδας ελέγχου δε απάντησε ορθά. Στην πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση δεν δόθηκαν ορθές απαντήσεις ενώ μετά εμφανίστηκαν δύο ορθές απαντήσεις. Θελήσαμε στην συνέχεια να διαπιστώσουμε αν οι διαφορές που προέκυψαν πριν και μετά από κάθε παρέμβαση ήταν στατιστικά σημαντικές. Από το έλεγχο προέκυψε ότι τόσο στην πειραματική όσο και στην ομάδα ελέγχου οι διαφορές πριν και μετά την παρέμβαση δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Ειδικότερα, στην πειραματική ομάδα  $\text{sig.} = 0,157 > 0,05$  ενώ στην ομάδα ελέγχου  $\text{sig.} = 1,000 > 0,05$  (βλ. πίνακα 6, σελ. 70). Διαπιστώνεται, λοιπόν, ότι υπήρξαν ερωτήσεις στις οποίες δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά την παρέμβαση, ερωτήσεις στις οποίες υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά του αριθμού των σωστών απαντήσεων που δόθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου και το αντίστροφο.

Συνολικά, δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στον αριθμό των σωστών απαντήσεων που δόθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση για κάθε ομάδα στις ερωτήσεις που αφορούσαν τη φύση του φωτός, τα απαραίτητα στοιχεία για την θέαση των αντικειμένων, την ταξινόμηση του φεγγαριού στα ετερόφωτα σώματα, την επιλογή αντικειμένων που γίνονται ορατά (λαμβάνοντας υπόψη την θέση της φωτεινής πηγής και του ατόμου), τον σχηματισμό σκιάς, την ανάκλαση, την διάχυση και την πορεία του φωτός ώστε να γίνει ορατό ένα αντικείμενο. Στην ομάδα ελέγχου φάνηκε οι μαθητές να δίνουν περισσότερες σωστές απαντήσεις μετά την παρέμβαση στις ερωτήσεις για την αναγκαιότητα του φωτός στην θέαση των αντικειμένων, για τον σχηματισμό σκιάς και για την θέαση ενός αντικειμένου όταν αυτό βρίσκεται στην σκιά ενός άλλου. Από την άλλη πλευρά, φάνηκε οι μαθητές της πειραματικής ομάδας να δίνουν περισσότερες σωστές απαντήσεις μόνο στην ερώτηση για το ποια αντικείμενα φωτίζονται από μία φωτεινή πηγή. Τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου φάνηκε σημαντική διαφορά μετά την παρέμβαση στις ερωτήσεις που αφορούσαν την αναγκαιότητα των φωτεινών πηγών για την ύπαρξη του φωτός και την επιλογή της ευθείας γραμμής για να σχεδιάσουν την πορεία του φωτός. Διαπιστώνεται, λοιπόν, ότι στις περισσότερες ερωτήσεις οι μαθητές αντιμετώπισαν δυσκολίες και μετά την παρέμβαση δεν αυξήθηκε σημαντικά ο αριθμός των σωστών απαντήσεων που δόθηκαν.

### **Μαθησιακά Αποτελέσματα για κάθε ομάδα**

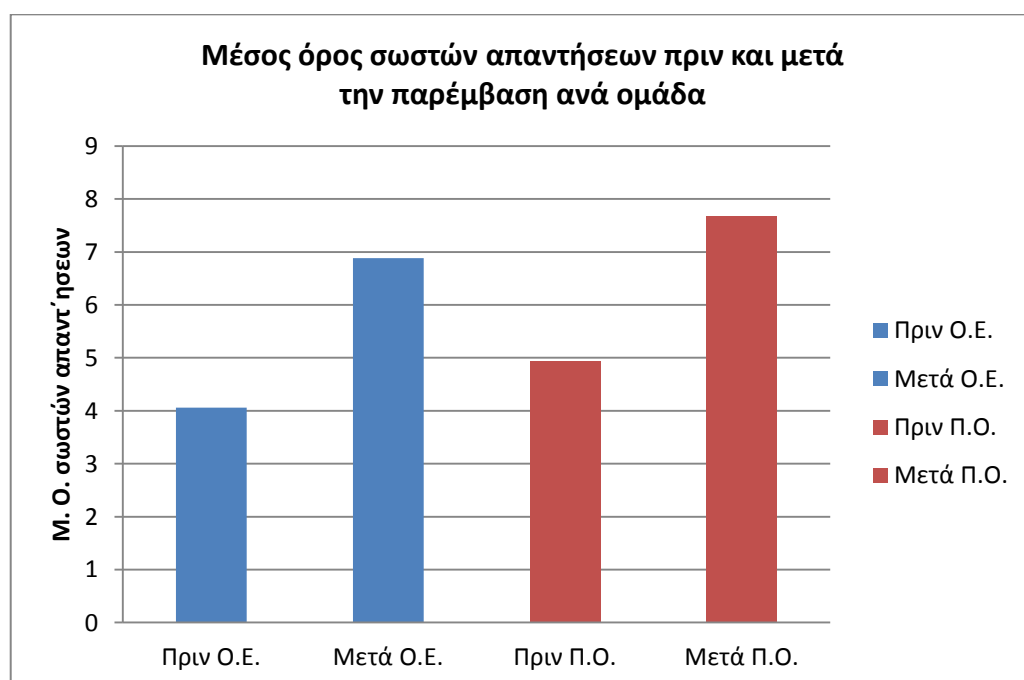
Διερευνήθηκε επίσης αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις σωστές απαντήσεις που δόθηκαν από τους μαθητές κάθε ομάδας πριν την παρέμβαση συγκρινόμενες με αυτές που δόθηκαν από τους ίδιους μετά την παρέμβαση. Για αυτό τον έλεγχο αξιοποιήσαμε το μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon για δύο εξαρτημένα δείγματα (βλ. Πίνακα 7). Συγκρίναμε λοιπόν το συνολικό σκορ της κάθε ομάδας πριν την δοκιμασία με το σκορ μετά την δοκιμασία για να διαπιστώσουμε αν οι τυχόν διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές.

**Σύγκριση Αρχικής και Τελικής Αξιολόγησης ανά ομάδα  
(Κριτήριο Wilcoxon)**

	Αρχική και Τελική Αξιολόγηση Ομάδας Ελέγχου	Αρχική και Τελική Αξιολόγηση Πειραματικής Ομάδας
Z	-3,191	-3,191
Σημαντικότητα	0,000	0,001

Πίνακας 7: Σύγκριση αρχικής και τελικής αξιολόγησης ανά ομάδα

Από τον έλεγχο λοιπόν διαπιστώθηκε ότι συνολικά τόσο στη πειραματική όσο και στην ομάδα ελέγχου οι διαφορές που προέκυψαν πριν και μετά την παρέμβαση ήταν στατιστικά σημαντικές. Στην πειραματική ομάδα η σημαντικότητα ήταν  $0,001 < 0,05$  ενώ στην ομάδα ελέγχου  $0,000 < 0,005$ . Συνεπώς και οι δύο παρεμβάσεις συνέβαλαν στην αύξηση της επίδοσης των μαθητών αν και μεταξύ των δύο ομάδων δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Στο ακόλουθο διάγραμμα απεικονίζεται η αύξηση του μέσου όρου σωστών απαντήσεων για κάθε ομάδα πριν και μετά την παρέμβαση.



Διάγραμμα 1: M.O. σωστών απαντήσεων πριν και μετά την παρέμβαση ανά ομάδα

### 2.7.2. Ιδέες των μαθητών

Για ορισμένες ερωτήσεις έγινε περιγραφική ανάλυση των κατηγοριών στις οποίες εντάχτηκαν οι απαντήσεις των μαθητών και παρουσιάστηκαν οι συχνότητες αυτών πριν και μετά τις διδασκαλίες τόσο για την πειραματική ομάδα όσο και για την ομάδα ελέγχου. Αποβλέπαμε με αυτόν τον τρόπο να διαπιστώσουμε ποιες εναλλακτικές ιδέες εμφανίστηκαν πριν την κάθε παρέμβαση και ποιες από αυτές άλλαξαν προσεγγίζοντας την επιστημονικά αποδεκτή ιδέα. Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν οι κατηγορίες των απαντήσεων που δόθηκαν πριν αλλά και μετά από κάθε παρέμβαση και η συχνότητα τους ανά ομάδα.

#### **Ερώτηση 1: «Όταν ακούτε την λέξη φως τι σας έρχεται στο μυαλό; Τι είναι το φως;»**

Αρχικά, η πρώτη ερώτηση αφορούσε τη φύση του φωτός. Είναι κοινός τόπος ότι η εμπειρία μας δεν μας προετοιμάζει για την συνειδητοποίηση της διττής φύσης του φωτός. Η κυματική (ή και σωματιδιακή) φύση του φωτός απέχει από τις εμπειρίες των μαθητών. Συνεπώς, οι μαθητές σε ερωτήσεις που σχετίζονται με την φύση του φωτός απαντούν βάσει της αισθητηριακής του εμπειρίας. Διαπιστώθηκε ότι τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου δεν υπήρξε καμία αναφορά στο φως ως κύμα και ως σωματίδια και συνεπώς καμία απάντηση δεν μπορεί να θεωρηθεί επιστημονικά ορθή.

Οι κατηγορίες στις οποίες μπορούμε να εντάξουμε τις απαντήσεις των μαθητών είναι οι εξής:

1. Ταύτιση φωτός και φωτεινής πηγής (Χαλκιά, 2012, σελ. 411)
2. Το φως ως πηγή ενέργειας
3. Το φως ως ενέργεια (Cepni, 2009, σελ. 9)
4. Το φως ως μία ακτινοβολία (ταύτιση φωτός με τα αποτελέσματά του) (Driver et al., 1993, σελ. 28-30)
5. Ταύτιση φωτός με ηλεκτρισμό και ηλεκτρικό ρεύμα (Driver et al., 1993, σελ. 28-30)
6. Αναφορά στα αποτελέσματα-χρησιμότητα του φωτός

7. Αναφορά στην πορεία και την κατεύθυνση του φωτός
8. Άλλες ιδέες
9. Το φως ως πηγή ενέργειας και αναφορά στην χρησιμότητα του φωτός
10. Το φως ως ενέργεια και αναφορά στην πορεία του φωτός
11. Το φως ως ακτινοβολία και αναφορά στην χρησιμότητα του φωτός
12. Το φως ως ενέργεια και αναφορά στην χρησιμότητα του φωτός
13. Ταύτιση φωτός και φωτεινής πηγής και αναφορά στην χρησιμότητα του φωτός.

Στην ομάδα ελέγχου στην αρχική δοκιμασία οι περισσότερες αναφορές των μαθητών ταύτιζαν το φως με τις φωτεινές πηγές (N=8) με ειδική αναφορά στον Ήλιο (N=2). Επίσης, λίγοι μαθητές χαρακτήρισαν το φως ως μία πηγή ενέργειας (N=3) και ως ενέργεια (N=2) χαρακτηριστική είναι η φράση μίας μαθήτριας:

«Το φως είναι μία ενέργεια είτε φυσική όπως ο Ήλιος ή τεχνητή όπως η ηλεκτρική ενέργεια της λάμπας» (Ε2.7.)

Δύο επίσης μαθητές χαρακτήρισαν το φως ως μία ακτινοβολία (N=2) ιδέα που συσχετίζει το φως με τα αποτελέσματά του. Εμφανίστηκε μία αναφορά στην χρησιμότητα του φωτός για να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας και μόνο ένας μαθητής δεν απάντησε (βλ. Πίνακα 8).

### **Ερώτημα 1 (Φύση του φωτός) – Ομάδα Ελέγχου πριν την παρέμβαση**

<b>Κατηγορίες Απαντήσεων</b>	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστό</b>
Ταύτιση φωτός και φωτεινής πηγής	8	47,1
Φως ως πηγή ενέργειας	3	17,6
Φως ως ενέργεια	2	11,8
Φως ως ακτινοβολία	2	11,8
Αναφορά στα αποτελέσματα/χρησιμότητα του φωτός	1	5,9



**Ερώτημα 1 (Φύση του φωτός) –  
Ομάδα Ελέγχου πριν την παρέμβαση**

<b>Κατηγορίες Απαντήσεων</b>	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστό</b>
Ταύτιση φωτός και φωτεινής πηγής	8	47,1
Φως ως πηγή ενέργειας	3	17,6
Φως ως ενέργεια	2	11,8
Φως ως ακτινοβολία	2	11,8
Αναφορά στα αποτελέσματα/χρησιμότητα του φωτός	1	5,9
Κενό	1	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 8: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 1

Μετά από την παρέμβαση οι περισσότερες αναφορές συνέχισαν να ταυτίζουν το φως με τις φωτεινές πηγές (N=7) με ειδική αναφορά στον Ήλιο (N=1). Επίσης, ορισμένοι χαρακτήρισαν το φως ως ενέργεια (N=4) και λίγοι ως μία πηγή ενέργειας (N=2). Ένας επίσης μαθητής χαρακτήρισε το φως ως μία ακτινοβολία (N=1) ιδέα που σχετίζει το φως με τα αποτελέσματά του. Μία σημαντική μεταβολή ήταν ότι αυξήθηκαν οι αναφορές (N=9) στην χρησιμότητα του φωτός για να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας και εμφανίστηκαν δύο αναφορές στην πορεία του φωτός (βλ. Πίνακα 9).

**Ερώτημα 1 (Φύση του φωτός) –  
Ομάδα Ελέγχου μετά την παρέμβαση**

<b>Κατηγορίες Απαντήσεων</b>	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστό</b>
Ταύτιση φωτός και φωτεινής πηγής	5	29,4
Φως ως πηγή ενέργειας	1	5,9
Αναφορά στα αποτελέσματα/ χρησιμότητα του φωτός	3	17,6
Φως ως πηγή ενέργειας και αναφορά στην χρησιμότητα	1	5,9
Φως ως ενέργεια και αναφορά στην πορεία του φωτός	2	11,8
Φως ως ακτινοβολία και αναφορά στην χρησιμότητα	1	5,9
Φως ως ενέργεια και αναφορά στην χρησιμότητα	2	11,8
Ταύτιση φωτεινής πηγής φωτός και αναφορά στην χρησιμότητα	2	11,8
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 9: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 1

Από την άλλη πλευρά στην πειραματική ομάδα οι περισσότεροι μαθητές όταν ερωτήθηκαν τι σκέφτονται όταν ακούν την λέξη «φως» και τι είναι το φως απάντησαν με παραδείγματα φωτεινών πηγών (N=6) και ειδικότερα αρκετοί ανέφεραν τον Ήλιο (N=5). Επίσης αρκετές αναφορές έγιναν και στο φως ως πηγή ενέργειας (N=4) αλλά μόνο ένας ανέφερε ότι το φως είναι ενέργεια (N=1). Δύο μαθητές χαρακτήρισαν το φως ως ακτινοβολία (N=2). Ένας μαθητής επίσης ανέφερε ότι το φως είναι ο ηλεκτρισμός (N=1) και ένας άλλος το συσχέτισε με την εκκλησία και ειδικότερα τον Χριστό (βλ. Πίνακα 10).

### Ερώτημα 1 (Φύση του φωτός) – Πειραματική Ομάδα πριν την παρέμβαση

Κατηγορίες Απαντήσεων	Συχνότητα	Ποσοστό
Ταύτιση φωτός και φωτεινής πηγής	6	40,0
Φως ως πηγή ενέργειας	4	26,7
Φως ως ακτινοβολία	2	13,3
Φως ως ενέργεια	1	6,7
Ταύτιση φωτός με ηλεκτρισμό	1	6,7
Άλλες ιδέες	1	6,7
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 10: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 1

Μετά από την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές της πειραματικής ομάδας στην ερώτηση αυτή για την φύση του φωτός απάντησαν με παραδείγματα φωτεινών πηγών (N=7) και ειδικότερα αρκετοί ανέφεραν τον Ήλιο (N=4). Επίσης δύο αναφορές έγιναν και στο φως ως πηγή ενέργειας (N=2) και άλλες δύο στο φως ως ενέργεια (N=2). Ένας μαθητής επίσης αναφέρθηκε στο φως ως «κάτι που βρίσκεται παντού» (E1.6) και ένας άλλος το συσχέτισε με την εκκλησία και ειδικότερα τον Χριστό. Επίσης εμφανίστηκαν δύο απαντήσεις που αναφέρονταν στα αποτελέσματα και την χρησιμότητα του φωτός (N=2) (βλ. Πίνακα 11).

### Ερώτημα 1 (Φύση του φωτός) – Πειραματική Ομάδα μετά την παρέμβαση

Κατηγορίες Απαντήσεων	Συχνότητα	Ποσοστό
Ταύτιση φωτός και φωτεινής πηγής	7	46,7
Φως ως πηγή ενέργειας	2	13,3
Φως ως ενέργεια	2	13,3
Αναφορά στα αποτελέσματα/χρησιμότητα του φωτός	2	13,3
Αναφορά στην πορεία του φωτός	1	6,7
Άλλες ιδέες	1	6,7
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 11: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 1

Παρατηρήθηκε ότι μετά την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου υπήρξαν εννιά αναφορές στην χρησιμότητα του φωτός. Αναφορές στην χρησιμότητα του φωτός υπήρξαν βέβαια και στις τελικές αξιολογήσεις της πειραματικής ομάδας αλλά ήταν μόνο δύο.

Γίνεται λοιπόν φανερό ότι οι μαθητές του δείγματος της παρούσας έρευνας είναι φορείς εναλλακτικών ιδεών που έχουν επισημανθεί από την έρευνα. Ειδικότερα, οι περισσότερες αναφορές των μαθητών για το φως δεν του αποδίδουν ανεξάρτητη υπόσταση αλλά το ταυτίζουν με την πηγή ή τα αποτελέσματά του θεωρώντας ότι το φως είναι μία πηγή (Βιβλίο Δασκάλου, σελ. 174). Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών βέβαια προέκυψαν και ορισμένες ιδέες για την φύση του φωτός, όχι τόσο συχνές (το φως ως πηγή ενέργειας, ακτινοβολία ή ηλεκτρικό ρεύμα), ιδέες που δεν έχουν επισημανθεί στην βιβλιογραφία. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι οι ιδέες των μαθητών τόσο της πειραματικής ομάδας όσο και της ομάδας ελέγχου αποκλίνουν από την επιστημονική ιδέα.

#### **Ερώτηση 4: «Τι είναι αναγκαίο για να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας;»**

Επιπρόσθετα, στο τέταρτο ερώτημα «Τι είναι αναγκαίο για να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας;» οι απαντήσεις των μαθητών κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο την αναφορά σε συγκεκριμένες λέξεις όπως το φως, οι φωτεινές πηγές, η όραση / τα μάτια, το φως και η όραση/τα μάτια, η οποία θεωρήθηκε και ως η ορθή απάντηση.

Στην ομάδα ελέγχου πριν αλλά και μετά από την παρέμβαση δεν δόθηκε κάποια πλήρης απάντηση. Στην πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση μόνο ένας μαθητής ανέφερε τόσο το φως όσο και τα μάτια/ όραση ως αναγκαία για την θέαση των αντικειμένων γύρω μας. Μετά από την παρέμβαση στην ομάδα αυτή οι ορθές απαντήσεις αυξήθηκαν σε τέσσερις, αριθμός όμως που παραμένει χαμηλός.

Ειδικότερα, στην ομάδα ελέγχου οι περισσότεροι μαθητές ανέφεραν το φως (N=11) ως αναγκαίο για να βλέπουμε. Αρκετές αναφορές έγιναν επίσης στις φωτεινές πηγές (N=5) και ένας μαθητής δεν έδωσε κάποια απάντηση (N=1) (βλ.

Πίνακα 12). Μετά από την παρέμβαση συνέχισαν οι περισσότεροι μαθητές να κάνουν αναφορά στο φως (N=14) και ορισμένοι στις φωτεινές πηγές (N=3) (βλ. Πίνακα 13).

#### Ερώτημα 4 (Αναγκαία στοιχεία για να γίνονται ορατά τα αντικείμενα)-

##### Ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Το φως	11	64,7
Οι φωτεινές πηγές	5	29,4
Κενό	1	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 12: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 4

#### Ερώτημα 4 (Αναγκαία στοιχεία για να γίνονται ορατά τα αντικείμενα)-

##### Ομάδα ελέγχου μετά την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Το φως	13	76,5
Οι φωτεινές πηγές	4	23,5
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 13: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 4

Στην πειραματική ομάδα κατά την αρχική δοκιμασία η πιο συχνή αναφορά ήταν στο φως ως αναγκαίο για να βλέπουμε (N=9). Η επόμενη σε συχνότητα απάντηση ήταν η αναφορά σε παραδείγματα φωτεινών πηγών (N=4). Μόνο μία αναφορά έγινε στα μάτια/όραση και μόνο ένας απάντησε ορθά αναφέροντας τόσο το φως όσο και την όραση/τα μάτια (βλ. Πίνακα 14). Μετά από την παρέμβαση πάλι οι περισσότεροι μαθητές ανέφεραν το φως ως αναγκαίο για να βλέπουμε (N=10) αλλά εμφανίστηκαν περισσότερες ορθές απαντήσεις που έκαναν αναφορά στο φως και την όραση/μάτια ως αναγκαία στοιχεία για να βλέπουμε (N=4). Μία αναφορά έγινε στις φωτεινές πηγές. Στην συνέχεια παραθέτουμε τους πίνακες συχνοτήτων για τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές της πειραματικής ομάδας πριν και μετά

την παρέμβαση στην τέταρτη ερώτηση «Τι είναι αναγκαίο για να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας;» (βλ. Πίνακα 15).

#### **Ερώτημα 4 (Αναγκαία στοιχεία για να γίνονται ορατά τα αντικείμενα)-**

##### **Πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση**

<b>Κατηγορίες</b>	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστό</b>
Το φως	9	60,0
Οι φωτεινές πηγές	4	26,7
Η όραση/τα μάτια	1	6,7
Το φως και η όραση/τα μάτια	1	6,7
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 14: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 4

#### **Ερώτημα 4 (Αναγκαία στοιχεία για να γίνονται ορατά τα αντικείμενα)-**

##### **Πειραματική ομάδα μετά την παρέμβαση**

<b>Κατηγορίες</b>	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστό</b>
Το φως	10	66,7
Οι φωτεινές πηγές	1	6,7
Το φως και η όραση/τα μάτια	4	26,7
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 15: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 4

#### **Ερώτηση 5: «Ποια αντικείμενα φωτίζουν;»**

Στην πέμπτη ερώτηση, που καλούσε τους μαθητές να επιλέξουν από μια σειρά εικόνων τα αντικείμενα που φωτίζουν, οι απαντήσεις κατηγοριοποιήθηκαν σε αυτές που δεν εμπεριείχαν το φεγγάρι, το δέντρο ή και τη θάλασσα και σε αυτές που εμπεριείχαν αυτά τα αντικείμενα.

Στην ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση εμφανίστηκαν τρεις ορθές απαντήσεις ενώ μετά μόνο ένας μαθητής έκανε σωστή επιλογή. Σε παρόμοιο

επίπεδο κινήθηκαν και οι απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας καθώς πριν την παρέμβαση εμφανίστηκε μία σωστή ταξινόμηση ενώ μετά δύο μαθητές απάντησαν σωστά.

Ειδικότερα, πριν από την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λάθος (N=14) καθώς θεώρησαν ότι το φεγγάρι φωτίζει και ορισμένοι από αυτούς συμπεριέλαβαν την θάλασσα (N=6) στα αντικείμενα που φωτίζουν. Μόνο τρεις απάντησαν σωστά χωρίς να συμπεριλάβουν τα παραπάνω αντικείμενα στις επιλογές τους. Μετά από την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές συνέχισαν να απαντούν λάθος (N=16) καθώς θεώρησαν ότι το φεγγάρι φωτίζει και ορισμένοι από αυτούς συμπεριέλαβαν την θάλασσα (N=6) και το δέντρο (N=3) στα αντικείμενα που φωτίζουν. Μόνο ένας μαθητής μπορούμε να πούμε ότι απάντησε σωστά. Η χαμηλή επίδοση σε αυτή την ερώτηση και για τις δύο ομάδες τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση μπορεί να αποδοθεί ίσως στο γεγονός ότι οι μαθητές στηριζόμενοι στην εμπειρία τους θεωρούν ότι το φεγγάρι είναι ένα αυτόφωτο σώμα. Ίσως επίσης, η διατύπωση της ερώτησης να μην ήταν τόσο ξεκάθαρη και να μπερδευε τους μαθητές. Ακολουθούν οι πίνακες 16 και 17 με τις συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την παρέμβαση.

#### **Ερώτημα 5 (Αναγνώριση αντικειμένων που φωτίζουν)-**

##### **Ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση**

<b>Κατηγορίες</b>	<b>Συχνότητα</b>	<b>Ποσοστό</b>
Σωστές απαντήσεις χωρίς φεγγάρι, δέντρο ή / και θάλασσα	3	17,6
Λάθος απαντήσεις με φεγγάρι, δέντρο ή / και θάλασσα	14	82,4
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 16: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 5

**Ερώτημα 5 (Αναγνώριση αντικειμένων που φωτίζουν)-  
Ομάδα ελέγχου μετά την παρέμβαση**

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστές απαντήσεις χωρίς φεγγάρι, δέντρο ή / και θάλασσα	1	5,9
Λάθος απαντήσεις με φεγγάρι, δέντρο ή / και θάλασσα	16	94,1
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 17: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 5

Στην πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση σχεδόν όλοι οι μαθητές συμπεριέλαβαν το φεγγάρι στα αντικείμενα που φωτίζουν απαντώντας συνεπώς εσφαλμένα και από αυτούς οι τρεις συμπεριέλαβαν την θάλασσα (N=1) και το δέντρο (N=2). Μόνο η απάντηση ενός μαθητή μπορεί να θεωρηθεί ως σωστή απάντηση. Μετά από την παρέμβαση σχεδόν όλοι (N=13) οι μαθητές συμπεριέλαβαν το φεγγάρι στα αντικείμενα που φωτίζουν απαντώντας συνεπώς εσφαλμένα και από αυτούς οι δύο συμπεριέλαβαν την θάλασσα και το δέντρο. Μόνο οι απαντήσεις δύο μαθητών μπορούν να θεωρηθούν σωστές. Συνεπώς δεν βλέπουμε σημαντική μεταβολή στις απαντήσεις των μαθητών. Ακολουθούν οι πίνακες συχνοτήτων για τις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν (βλ. Πίνακα 18) και μετά την παρέμβαση (βλ. Πίνακα 19).

**Ερώτημα 5 (Αναγνώριση αντικειμένων που φωτίζουν)-  
Πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση**

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστές απαντήσεις χωρίς φεγγάρι, δέντρο ή / και θάλασσα	1	6,7
Λάθος απαντήσεις με φεγγάρι, δέντρο ή / και θάλασσα	14	93,3
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 18: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 5



### Ερώτημα 5 (Αναγνώριση αντικειμένων που φωτίζουν)-

#### Πειραματική ομάδα μετά την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστές απαντήσεις χωρίς φεγγάρι, δέντρο ή / και θάλασσα	2	13,3
Λάθος απαντήσεις με φεγγάρι, δέντρο ή / και θάλασσα	13	86,7
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 19: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 5

**Ερώτηση 6: «Αν θέλατε να σχεδιάσετε την πορεία του φωτός που ξεκινάει από μία φωτεινή πηγή ποια γραμμή θα διαλέγατε και γιατί;».**

Η έκτη ερώτηση αφορούσε την πορεία του φωτός. Στην ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση δόθηκαν τέσσερις σωστές απαντήσεις ενώ μετά αυξήθηκαν σε δεκατέσσερις. Βλέπουμε λοιπόν μία σημαντική αλλαγή. Από την άλλη οι απαντήσεις των περισσότερων μαθητών της πειραματικής ομάδας μπορούν να θεωρηθούν ως ορθές ενώ μετά την παρέμβαση όλοι οι μαθητές έδωσαν ορθή απάντηση. Συνεπώς και στις δύο ομάδες υπήρξε βελτίωση αν και στην ομάδα ελέγχου η βελτίωση φαίνεται μεγαλύτερη ενώ στην πειραματική ομάδα δόθηκαν ήδη πριν από την παρέμβαση πολλές ορθές απαντήσεις. Οι απαντήσεις των μαθητών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις εξής ομάδες:

1. Οι μαθητές που απάντησαν ορθά επιλέγοντας την ευθεία αλλά δεν αιτιολόγησαν την απάντησή τους.
2. Οι μαθητές που επέλεξαν την σωστή γραμμή δηλαδή τη ευθεία αλλά έδωσαν λάθος αιτιολόγηση.
3. Οι μαθητές που επέλεξαν την ευθεία και αιτιολόγησαν την επιλογή τους αναφερόμενοι στην ευθύγραμμη διάδοση τους φωτός και
4. Οι μαθητές που επέλεξαν μία άλλη γραμμή.

Ειδικότερα, στην ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές (N=14) θα επέλεγαν την ευθεία για να σχεδιάσουν την πορεία του φωτός. Ωστόσο, αν και οι περισσότεροι επέλεξαν τον σωστό τρόπο σχεδιασμού μόνο τέσσερις απέδωσαν αυτόν τον σχεδιασμό στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός (N=4). Χαρακτηριστική είναι η φράση ενός μαθητή: «Γιατί το φως πάει πάντα ευθεία (E2.6)». Οι υπόλοιποι δεν αιτιολόγησαν την επιλογή τους (N=1) ή αιτιολόγησαν την επιλογή τους λέγοντας «Γιατί η ευθεία γραμμή είναι η πιο σύντομη και γρήγορη διαδρομή» (N= 9). Ένας μαθητής επέλεξε την ζικζακ γραμμή αιτιολογώντας την επιλογή του ότι φωτίζει προς πολλά μέρη, ένας άλλος την καμπύλη λέγοντας χαρακτηριστικά «γιατί το φως βρίσκεται κυκλικά από μία φωτεινή πηγή πχ τη λάμπα (E2.12)» και ένας δεν απάντησε. Συνεπώς, μόνο τέσσερις ήταν οι μαθητές που επέλεξαν την ευθεία γραμμή και απέδωσαν την επιλογή τους στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός (βλ. Πίνακα 20).

#### Ερώτημα 6 (Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός)-

##### Ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
ευθεία με λάθος αιτιολόγηση	9	52,9
ευθεία και αιτιολόγηση με αναφορά στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός	4	23,5
άλλη γραμμή	2	11,8
ευθεία χωρίς αιτιολόγηση	1	5,9
κενό	1	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 20: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 6

Είναι αξιοσημείωτο ότι μετά από την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές (N=14) θα επέλεγαν την ευθεία για να σχεδιάσουν την πορεία του φωτός και απέδωσαν αυτόν τον σχεδιασμό στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός. Ένας άλλος θα διάλεγε την ευθεία γιατί το φως φωτίζει προς πολλές κατευθύνσεις, ένας άλλος γιατί έτσι είναι οι ακτίνες του ήλιου και ένας άλλος μαθητής απάντησε λέγοντας

γιατί είναι η πιο εύκολη και γρήγορη κατεύθυνση. Συνεπώς, διαφαίνεται μία σημαντική μεταβολή στην απάντηση των μαθητών (βλ. Πίνακα 21).

#### Ερώτημα 6 (Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός)-

##### Ομάδα ελέγχου μετά την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
ευθεία και αιτιολόγηση με αναφορά στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός	14	82,4
ευθεία με λάθος αιτιολόγηση	3	17,6
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 21: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 6

Πριν την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές (N=10) της πειραματικής ομάδας θα επέλεγαν την ευθεία για να σχεδιάσουν την πορεία του φωτός και αιτιολόγησαν αυτήν την επιλογής τους αναφερόμενοι στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός. Τέσσερις μαθητές απάντησαν διαλέγοντας την ευθεία αλλά δεν αιτιολόγησαν την απάντησή τους και ένας επέλεξε την καμπύλη ζικζακ (βλ. Πίνακα 22). Μετά από την παρέμβαση όλοι μαθητές (N=15) θα επέλεγαν την ευθεία για να σχεδιάσουν την πορεία του φωτός και αιτιολόγησαν αυτήν την επιλογής τους αναφερόμενοι στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός. Συνεπώς και σε αυτή την ομάδα διαφαίνεται μία σημαντική μεταβολή στις απαντήσεις των μαθητών. Οι απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας στην ερώτηση «Αν θέλαμε να σχεδιάσουμε την πορεία του φωτός που ξεκινάει από μία φωτεινή πηγή ποια γραμμή θα διαλέγατε και γιατί;» και η συχνότητα τους πριν και μετά την παρέμβαση γίνονται φανερές στους ακόλουθους πίνακες (βλ. Πίνακα 23).

### Ερώτημα 6 (Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός)-

#### Πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
ευθεία και αιτιολόγηση με αναφορά στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός	10	66,7
ευθεία χωρίς αιτιολόγηση	4	26,7
άλλη γραμμή	1	6,7
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 22: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 6

### Ερώτημα 6 (Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός)-

#### Πειραματική ομάδα μετά την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
ευθεία και αιτιολόγηση με αναφορά στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός	15	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 23: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 6

#### Ερώτηση 10: «Αν στην σκιά υπήρχε ένα κέρμα θα το βλέπαμε και γιατί;».

Στην δέκατη ερώτηση οι μαθητές ερωτήθηκαν «Αν στην σκιά υπήρχε ένα κέρμα θα το βλέπαμε και γιατί;». Οι μαθητές της ομάδας ελέγχου πριν την παρέμβαση έδωσαν πέντε σωστές απαντήσεις ενώ μετά δώδεκα. Οι ορθές απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν την παρέμβαση ήταν δύο ενώ μετά τέσσερις. Οι απαντήσεις των μαθητών μπορούν να ενταχθούν στις εξής κατηγορίες:

1. Αν ο μαθητής απαντούσε ότι μπορούμε να δούμε ένα αντικείμενο που βρίσκεται στην σκιά ενός άλλου και αιτιολογούσε την επιλογή του αναφέροντας ότι υπάρχει φως, τότε η απάντηση θεωρήθηκε σωστή.

2. Αν ο μαθητής απαντούσε ότι δεν θα βλέπαμε το αντικείμενο και η αιτιολόγησή του ήταν ότι στην σκιά επικρατεί σκοτάδι, τότε η απάντησή του θεωρήθηκε εσφαλμένη (Πατσαδάκης & Πιπίλης, 2004).
3. Αν ο μαθητής απαντούσε ότι δεν θα βλέπαμε το αντικείμενο και για αυτή του την απάντηση απέδιδε υλική υπόσταση στην σκιά αναφέροντας για παράδειγμα ότι «η σκιά καλύπτει το κέρμα», η απάντηση θεωρήθηκε εσφαλμένη (Πατσαδάκης & Πιπίλης, 2004).
4. Αν ο μαθητής απαντούσε ότι δεν θα βλέπαμε το αντικείμενο και έδινε κάποια άλλη αιτιολόγηση, η απάντησή του θεωρήθηκε πάλι εσφαλμένη.
5. Αν ο μαθητής απαντούσε ότι θα βλέπαμε το αντικείμενο και έδινε κάποια άλλη αιτιολόγηση, η απάντησή του θεωρήθηκε πάλι εσφαλμένη.

Αρχικά στην ομάδα ελέγχου πριν από την παρέμβαση δόθηκαν πέντε ορθές απαντήσεις χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις:

«θα το βλέπαμε γιατί θα φωτιζόταν από τον Ήλιο» (E2.7) (N=3) και «θα το βλέπαμε γιατί το φως αντανακλάει πάνω του (E2.1)» (N=2).

Δύο ήταν οι μαθητές που απάντησαν ότι «δεν θα βλέπαμε το κέρμα γιατί η σκιά είναι σκοτεινή και δεν θα μπορούσαμε να δούμε τι υπάρχει (E2.6)» (N=4). Τρεις επίσης μαθητές απάντησαν ότι δεν θα βλέπαμε το κέρμα αλλά έδωσαν κάποια άλλη αιτιολόγηση όπως:

«δεν θα βλέπαμε το κέρμα γιατί το φως του φαναριού θα έπεφτε πάνω του και θα γυάλιζε (E2.2)» (N=2).

«δεν θα το έβλεπα γιατί θα ήμουν στο απέναντι πεζοδρόμιο (E2.5)» (N=1)

Μόνο ένας μαθητής απέδωσε στην σκιά υλική υπόσταση λέγοντας ότι «δεν θα το βλέπαμε γιατί το κάλυπτε η σκιά (E2.11)». Τρεις μαθητές απάντησαν ότι θα βλέπανε το κέρμα που θα βρισκόταν στην σκιά του φαναριού αλλά έδωσαν άλλες αιτιολογήσεις όπως:

«θα το βλέπαμε γιατί θα έκανε και αυτό σκιά (E2.3)» (N=2).

«θα το βλέπαμε γιατί άμα κοιτάζουμε τη σκιά του φαναριού θα δούμε την σκιά του λίγο ανώμαλη σε κάποιο σημείο (E2.13)» (βλ. Πίνακα 24)

Μετά από την παρέμβαση αυξήθηκαν οι μαθητές που απάντησαν σωστά και αιτιολόγησαν την απάντησή τους υποστηρίζοντας ότι στην σκιά φτάνει φως από κάπου αλλού (N=12). Μόνο ένας μαθητής δεν έδωσε κάποια απάντηση. Μόνο δύο ήταν οι μαθητές που απάντησαν ότι δεν θα έβλεπα ντο αντικείμενο γιατί δεν θα υπήρχε φως στην σκιά (N=2). Δύο μαθητές απάντησαν ότι θα βλέπαμε το αντικείμενο που ήταν στην σκιά γιατί «αν κοιτάζουμε τη σκιά του φαναριού θα δούμε την σκιά του λίγο ανώμαλη σε κάποιο σημείο (E2.13)» ή «θα το βλέπαμε γιατί θα έκανε και αυτό σκιά (E2.17)» (βλ. Πίνακα 25).

Στην πειραματική ομάδα, πριν από την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν ότι «δεν θα βλέπαμε το κέρμα γιατί η σκιά δημιουργεί μία σκοτεινή περιοχή που δεν μπορεί να φανεί το κέρμα (E1.4)» (N=9). Μόνο δύο μαθητές απάντησαν σωστά ότι δηλαδή θα βλέπαμε το αντικείμενο αιτιολογώντας την απάντησή τους υποστηρίζοντας ότι στην σκιά φτάνει φως. Χαρακτηριστική είναι η απάντηση ενός μαθητής «Θα το βλέπαμε γιατί το φως σκορπίζει προς πολλές κατευθύνσεις και έτσι το σημείο της σκιάς δεν είναι απόλυτο σκοτάδι (E1.1)». Δύο επίσης μαθητές απάντησαν ότι θα βλέπαμε το κέρμα αλλά έδωσαν λάθος αιτιολόγησή τους υποστηρίζοντας ότι «θα το βλέπουμε γιατί το χρώμα και το σχήμα του κέρματος ξεχωρίζει από το φανάρι (E1.7)». Ένας μαθητής έδωσε μία άλλη αιτιολόγηση αναφέροντας ότι «θα βλέπουμε το κέρμα γιατί το κορίτσι κρύβει το φως (E1.13)». Τέλος, μόνο ένας μαθητής δεν έδωσε κάποια απάντηση (βλ. Πίνακα 26).

Μετά από την αξιοποίηση του παιχνιδιού αυξήθηκαν οι σωστές απαντήσεις (N=5). Εξίσου όμως συχνή ήταν και η απάντηση ότι δεν θα βλέπαμε το αντικείμενο γιατί στην σκιά δεν υπάρχει φως (N=4). Τρεις επίσης μαθητές απάντησαν ότι θα βλέπαμε χωρίς να δώσουν όμως κάποια αιτιολόγηση και ένας υποστήριξε την απάντησή του αναφέροντας ότι θα βλέπαμε το αντικείμενο γιατί έχει διαφορετικό χρώμα (N=3). Δύο μαθητές απέδωσαν στην σκιά υλική υπόσταση λέγοντας

χαρακτηριστικά ότι δεν θα βλέπαμε τι κέρμα γιατί η σκιά θα το κάλυπτε. Τέλος, μόνο ένας μαθητής δεν μπόρεσε να απαντήσει (βλ. Πίνακα 27).

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών κάθε ομάδας στην δέκατη ερώτηση «Αν στην σκιά υπήρχε ένα κέρμα θα το βλέπαμε και γιατί;» πριν και μετά από την κάθε παρέμβαση.

**Ερώτημα 10 (Η σκιά δεν είναι απουσία φωτός) –**

**Ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση**

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Βλέπουμε το αντικείμενο που είναι στην σκιά γιατί υπάρχει φως	5	29,4
Δεν βλέπουμε το αντικείμενο που είναι στην σκιά γιατί υπάρχει σκοτάδι	3	17,6
Δεν βλέπουμε το αντικείμενο καθώς η σκιά το καλύπτει (υλική υπόσταση σκιάς)	1	5,9
Βλέπουμε το αντικείμενο με κάποια άλλη αιτιολόγηση	4	23,5
Δεν βλέπουμε το αντικείμενο με κάποια άλλη αιτιολόγηση	3	17,6
Κενό	1	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 24: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 10

**Ερώτημα 10 (Η σκιά δεν είναι απουσία φωτός) –**

**Ομάδα ελέγχου μετά την παρέμβαση**

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Βλέπουμε το αντικείμενο που είναι στην σκιά γιατί υπάρχει φως	12	70,6
Δεν βλέπουμε το αντικείμενο που είναι στην σκιά γιατί υπάρχει σκοτάδι	2	11,8
Βλέπουμε το αντικείμενο με κάποια άλλη αιτιολόγηση	2	11,8
Κενό	1	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 25: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 10

**Ερώτημα 10 (Η σκιά δεν είναι απουσία φωτός) –**

**Πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση**

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Βλέπουμε το αντικείμενο που είναι στην σκιά γιατί υπάρχει φως	2	13,3
Δεν βλέπουμε το αντικείμενο που είναι στην σκιά γιατί υπάρχει σκοτάδι	9	60,0
Βλέπουμε το αντικείμενο με κάποια άλλη αιτιολόγηση	3	20,0
κενό	1	6,7
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 26: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 10



### Ερώτημα 10 (Η σκιά δεν είναι απουσία φωτός) –

#### Πειραματική ομάδα μετά την παρέμβαση

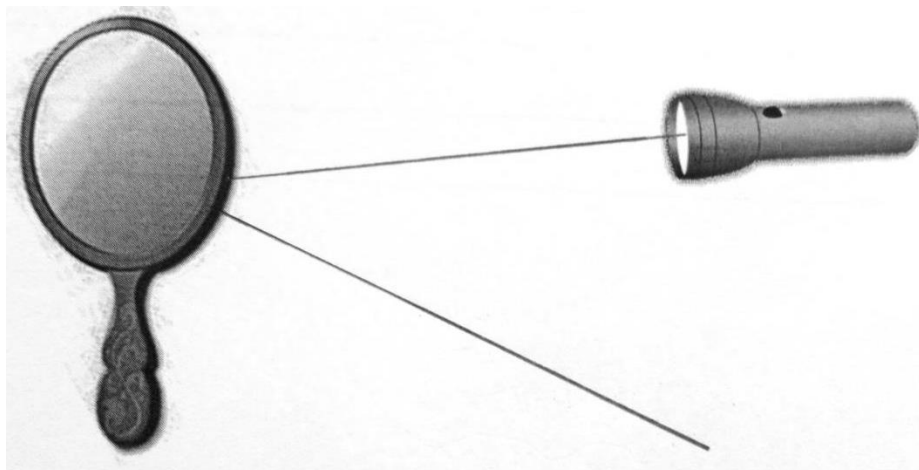
Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Βλέπουμε το αντικείμενο που είναι στην σκιά γιατί υπάρχει φως	4	26,7
Δεν βλέπουμε το αντικείμενο που είναι στην σκιά γιατί υπάρχει σκοτάδι	4	26,7
Δεν βλέπουμε το αντικείμενο καθώς η σκιά το καλύπτει (υλική υπόσταση σκιάς)	2	13,3
Βλέπουμε το αντικείμενο με κάποια άλλη αιτιολόγηση	4	26,7
κενό	1	6,7
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 27: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 10

#### Ερώτηση 11: «Σχεδιάστε την πορεία του φωτός όταν πέφτει σε μία λεία επιφάνεια όπως ένα καθρέφτη» (Ανάκλαση)

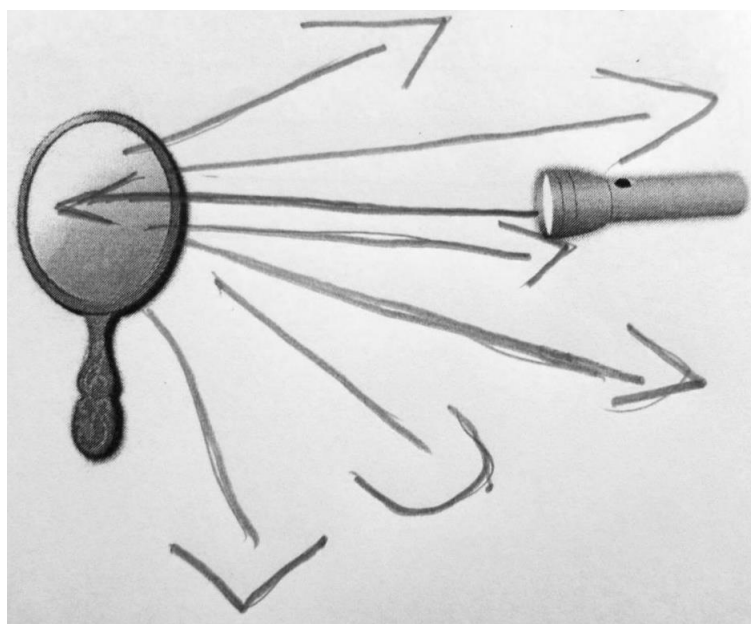
Στην ενδέκατη ερώτηση οι μαθητές καλούνταν να προβληματιστούν για την πορεία φωτός όταν πέσει σε μία λεία επιφάνεια όπως έναν καθρέφτη και να την σχεδιάσουν. Πριν την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου υπήρξαν οκτώ ορθές απαντήσεις ενώ μετά δέκα. Από την άλλη πριν την παρέμβαση στην πειραματική ομάδα απάντησαν ορθά έξι ενώ μετά οκτώ. Τα σχέδια που έκαναν οι μαθητές μπορούν να ενταχθούν στις εξής κατηγορίες:

1. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό προσπίπτει στον καθρέφτη και ανακλάται προς μία κατεύθυνση, η απάντησή του θεωρήθηκε σωστή.



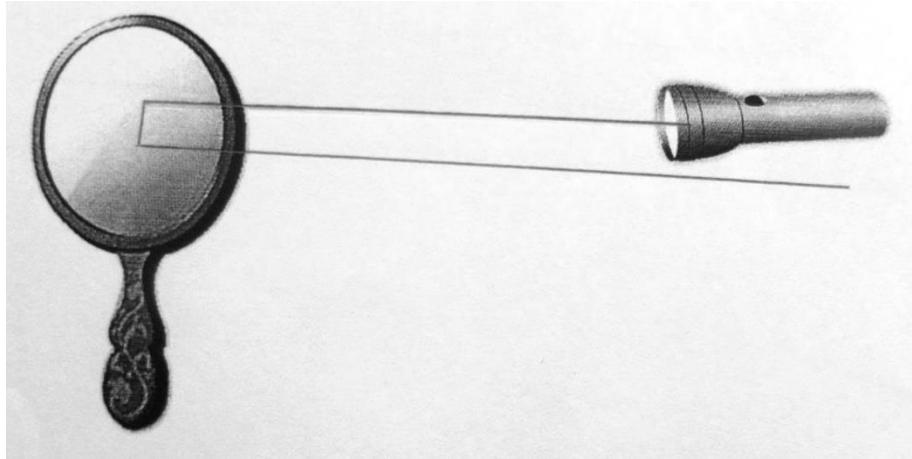
Σχέδιο μαθητή (Ε2.5Π)

2. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό προσπίπτει στον καθρέφτη και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις, η απάντηση θεωρήθηκε εσφαλμένη.



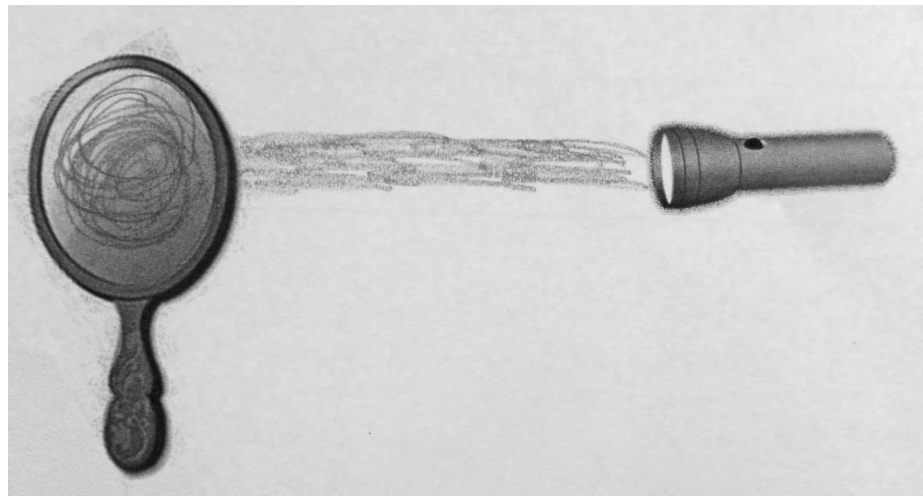
Σχέδιο μαθητή (Ε2.7Π)

3. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη, ανακλάται και επιστρέφει πάλι στον φακό, η απάντησή του θεωρήθηκε εσφαλμένη (Τέκος & Σολομωνίδου, 2010).



Σχέδιο μαθητή (Ε1.11Π)

4. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και σταματά την πορεία της, πάλι η απάντησή του θεωρήθηκε εσφαλμένη (Guesne, 1985, όπως αναφ. στο Σιδηροπούλου, 2015).



Σχέδιο μαθητή (Ε1.12Π)

5. Αν ο μαθητής έκανε κάποιο άλλο σχέδιο, επίσης η απάντησή του θεωρήθηκε εσφαλμένη.

Στην ομάδα ελέγχου πριν από την παρέμβαση δόθηκαν αρκετές σωστές απαντήσεις (μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς μία κατεύθυνση) (N=8). Το δεύτερο σε συχνότητα σχέδιο ήταν

μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις (N=6). Τρεις επίσης μαθητές απάντησαν εσφαλμένα σχεδιάζοντας μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και σταματά την πορεία της (N=3) (βλ. Πίνακα 28).

Μετά από την παρέμβαση οι σωστές απαντήσεις αυξήθηκαν από οκτώ σε δέκα. Τέσσερις μαθητές σχεδίασαν μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και σταματά την πορεία της και άλλοι τρεις μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις (βλ. Πίνακα 29).

Ακολουθούν οι πίνακες συχνотήτων ανά κατηγορία απαντήσεων πριν και μετά την παρέμβαση για την ομάδα ελέγχου.

#### Ερώτημα 11 (Πορεία φωτός όταν πέσει σε μία λεία επιφάνεια)-

##### Ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστή απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς μία κατεύθυνση	8	47,1
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις	6	35,3
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και σταματά η πορεία της	3	17,6
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 28: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 11

### Ερώτημα 11 (Πορεία φωτός όταν πέσει σε μία λεία επιφάνεια)-

#### Ομάδα ελέγχου μετά την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστή απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς μία κατεύθυνση	10	58,8
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις	3	17,6
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και σταματά η πορεία της	4	23,5
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 29: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 11

Στην πειραματική ομάδα πριν από την παρέμβαση σωστή απάντηση έδωσαν έξι μαθητές σχεδιάζοντας μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς μία κατεύθυνση. Τέσσερις όμως μαθητές σχεδίασαν μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις, απάντηση που θεωρείται εσφαλμένη. Δύο επίσης μαθητές απάντησαν εσφαλμένα σχεδιάζοντας μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και σταματά την πορεία της. Ένας μαθητής σχεδίασε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη, ανακλάται και επιστρέφει πάλι στον φακό, ένας άλλος έκανε ένα άλλο σχέδιο (μία ακτίνα που ξεκινάει από τον καθρέφτη) και ένας δεν μπόρεσε να δώσει κάποια απάντηση (βλ. Πίνακα 30).

Μετά από την παρέμβαση στην πειραματική ομάδα οι μαθητές που σχεδίασαν μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς μία κατεύθυνση απαντώντας σωστά αυξήθηκαν από έξι σε οκτώ. Τρεις μαθητές σχεδίασαν μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και σταματά την πορεία της, ένας σχεδίασε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς πολλές

κατευθύνσεις και ένας μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη, ανακλάται και επιστρέφει πάλι στον φακό. Δύο μαθητές σχεδίασαν κάποια διαφορετική πορεία και συγκεκριμένα ένας σχεδίασε δύο ακτίνες που ξεκινούν από τον φακό και ένας άλλος μία ακτίνα που ξεκινά από τον καθρέφτη (βλ. Πίνακα 31).

### Ερώτημα 11 (Πορεία φωτός όταν πέσει σε μία λεία επιφάνεια)-

#### Πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστή απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς μία κατεύθυνση	6	40,0
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις	4	26,7
Λανθασμένη απάντηση-Μία ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη, ανακλάται και επιστρέφει πάλι σε αυτόν	1	6,7
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και σταματά η πορεία της	2	13,3
Λανθασμένη απάντηση- Κάποιο άλλο σχέδιο	1	6,7
κενό	1	6,7
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 30: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 11

**Ερώτημα 11 (Πορεία φωτός όταν πέσει σε μία λεία επιφάνεια)-****Πειραματική ομάδα μετά την παρέμβαση**

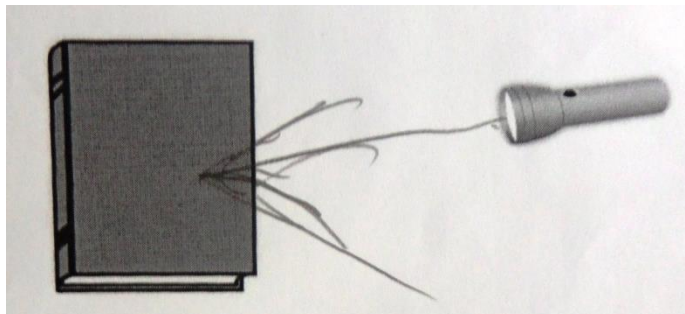
Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστή απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς μία κατεύθυνση	8	53,3
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις	1	6,7
Λανθασμένη απάντηση-Μία ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει στον καθρέφτη, ανακλάται και επιστρέφει πάλι σε αυτόν	1	6,7
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στον καθρέφτη και σταματά η πορεία της	3	20,0
Λανθασμένη απάντηση- Κάποιο άλλο σχέδιο	2	13,3
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 31: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 11

**Ερώτηση 12: «Σχεδιάστε την πορεία του φωτός όταν συναντά μία τραχιά επιφάνεια όπως το εξώφυλλο ενός βιβλίου» (Διάχυση).**

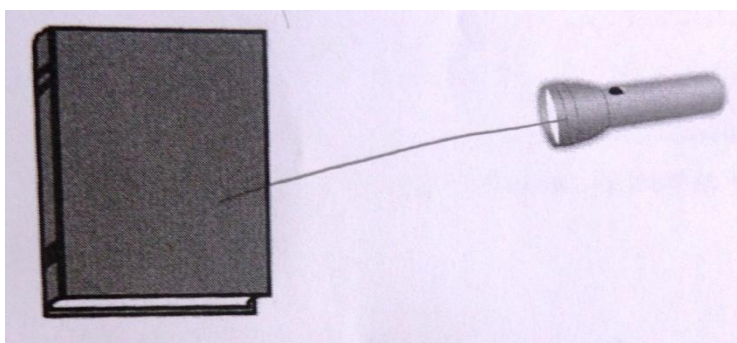
Στην δωδέκατη ερώτηση οι μαθητές κλήθηκαν να προβληματιστούν για την πορεία φωτός όταν πέσει σε μία τραχιά επιφάνεια όπως το εξώφυλλο ενός βιβλίου και να την σχεδιάσουν, προσεγγίζοντας το φαινόμενο της διάχυσης του φωτός. Πριν την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου δεν δόθηκαν ορθές απαντήσεις ενώ μετά δόθηκαν τρεις ορθές απαντήσεις. Στην πειραματική ομάδα δόθηκαν τέσσερις ορθές απαντήσεις πριν την παρέμβαση και έξι μετά. Τα σχέδια των μαθητών μπορούν να διακριθούν στις εξής κατηγορίες:

1. Αν κάποιος μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις, το σχέδιο θεωρήθηκε σωστό.



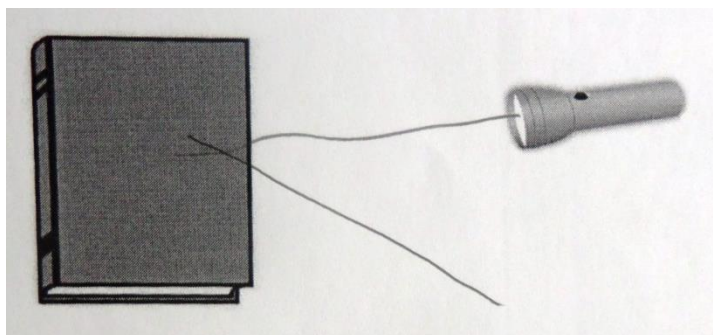
Σχέδιο μαθητή (Ε1.1Π)

2. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο εξώφυλλο του βιβλίου και σταματά την πορεία της, η απάντηση θεωρήθηκε λανθασμένη.



Σχέδιο μαθητή (Ε1.5Π)

3. Λανθασμένη θεωρήθηκε και η απάντηση ενός μαθητή αν αυτός σχεδίαζε μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό ανακλάται προς μία κατεύθυνση.



Σχέδιο μαθητή (Ε2.2Π)



4. Αν κάποιος μαθητής σχεδίαζε κάτι διαφορετικό πάλι η απάντηση θεωρήθηκε εσφαλμένη.

Στην ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση δεν δόθηκε κάποια σωστή απάντηση. Το συχνότερο σχέδιο ήταν μία ακτίνα ξεκινάει από τον φακό και αφού συναντήσει το βιβλίο σταματά η πορεία της (N=16). Μόνο ένας μαθητής σχεδίασε κάτι άλλο και συγκεκριμένα πολλές ακτίνες από το φακό και κάθε ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό να ανακλάται προς μία κατεύθυνση (βλ. Πίνακα 32).

Μετά την παρέμβαση συνέχισε η πλειοψηφία των μαθητών να σχεδιάζει μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό και αφού συναντήσει το βιβλίο σταματά η πορεία της (N=11). Ένας μαθητής έκανε κάποιο άλλο σχέδιο, σχεδίασε πολλές ακτίνες από τον φακό και κάθε ακτίνα αφού συναντήσει το βιβλίο να ανακλάται προς μία κατεύθυνση. Ωστόσο εμφανίστηκαν και τρία σωστά σχέδια δηλαδή τρεις μαθητές σχεδίασαν μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις (βλ. Πίνακα 33).

#### Ερώτημα 12 (Πορεία του φωτός όταν συναντά μία τραχιά επιφάνεια)

##### Ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και σταματά η πορεία της	16	94,1
Λανθασμένη απάντηση μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς μία κατεύθυνση	1	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 32: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 12

## Ερώτημα 12 (Πορεία του φωτός όταν συναντά μία τραχιά επιφάνεια)

### Ομάδα ελέγχου μετά την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστή απάντηση-Μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις	3	17,6
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και σταματά η πορεία της	11	64,7
Λανθασμένη απάντηση μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς μία κατεύθυνση	3	17,6
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 33: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 12

Στην πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση επίσης το πιο συχνό σχέδιο ήταν μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο εξώφυλλο του βιβλίου και σταματά την πορεία της (N=7). Ωστόσο, υπήρξαν και τέσσερις μαθητές που το σχέδιο τους μπορεί να θεωρηθεί σωστό καθώς σχεδίασαν μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις. Ένας μαθητής έκανε ένα άλλο σχέδιο και ειδικότερα σχεδίασε πολλές ακτίνες ξεκινούν από το βιβλίο. Τρεις μαθητές δεν μπόρεσαν να απαντήσουν (βλ. Πίνακα 34).

Μετά από την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές επέμειναν στο σχέδιο της μιας ακτίνας που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο εξώφυλλο του βιβλίου και σταματά την πορεία της (N=8). Ωστόσο, οι σωστές απαντήσεις, δηλαδή οι μαθητές που σχεδίασαν μία ακτίνα που ξεκινάει από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις, αυξήθηκαν από τέσσερις σε έξι. Τέλος ένας μαθητής σχεδίασε πολλές ακτίνες που ξεκινούν από το βιβλίο, σχέδιο που θεωρήθηκε λανθασμένο. Στους ακόλουθους πίνακες γίνονται φανερές

οι συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την παρέμβαση (βλ. Πίνακα 35).

### Ερώτημα 12 (Πορεία του φωτός όταν συναντά μία τραχιά επιφάνεια)

#### Πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστή απάντηση-Μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις	4	26,7
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και σταματά η πορεία της	7	46,7
Λανθασμένη απάντηση-Άλλο σχέδιο	1	6,7
ΚΕΝΟ	3	20,0
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 34: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 12

### Ερώτημα 12 (Πορεία του φωτός όταν συναντά μία τραχιά επιφάνεια)

#### Πειραματική ομάδα μετά την παρέμβαση

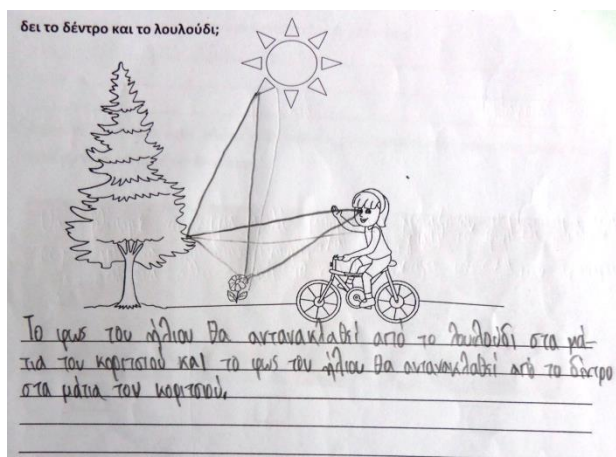
Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστή απάντηση-Μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις	6	40,0
Λανθασμένη απάντηση-Μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και σταματά η πορεία της	8	53,3
Λανθασμένη απάντηση μία ακτίνα που ξεκινά από τον φακό, προσπίπτει πάνω στο βιβλίο και ανακλάται προς μία κατεύθυνση	1	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 35: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 12

**Ερώτηση 13: «Σχεδιάστε την πορεία του φωτός από τον Ήλιο ώστε το κορίτσι να δει το δέντρο και το λουλούδι».**

Στην δέκατη τρίτη και τελευταία ερώτηση της αρχικής και της τελικής δοκιμασίας οι μαθητές κλήθηκαν να σχεδιάσουν την πορεία του φωτός από μία φωτεινή πηγή και συγκεκριμένα τον ήλιο ώστε ένα κορίτσι να δει το δέντρο και το λουλούδι που βρίσκονταν μπροστά του. Τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση κανένας μαθητής της ομάδας ελέγχου δε απάντησε ορθά. Στην πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση δεν δόθηκαν ορθές απαντήσεις ενώ μετά εμφανίστηκαν δύο ορθές απαντήσεις. Τα σχέδια των μαθητών μπορούν να διακριθούν στις εξής κατηγορίες:

1. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε δύο ακτίνες που ξεκινούν από τον ήλιο και η μία αφού πέσει πάνω στο δέντρο και η άλλη αφού πέσει πάνω στο λουλούδι καταλήγουν στα μάτια του κοριτσιού, το σχέδιο θεωρήθηκε ως ορθό. Σε αυτή την περίπτωση από το σχέδιο γίνεται αντιληπτό ότι ο μαθητής θεωρεί ότι η δυνατότητα θέασης των αντικειμένων είναι αποτέλεσμα επανεκπομπής του φωτός από αυτά.



Σχέδιο μαθητή (Ε.1.14Π)

2. Αν ο μαθητής σχεδίαζε ακτίνες από τον ήλιο προς το δέντρο και το λουλούδι έχουμε την εναλλακτική ιδέα ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας γιατί το φως τα φωτίζει (Μονή εκπομπή).



Σχέδιο μαθητή (Ε2.2Π)

3. Αν ο μαθητής σχεδίαζε πολλές ακτίνες από τον ήλιο προς πολλές κατευθύνσεις, το σχέδιο του διαφαίνεται η εναλλακτική ιδέα ότι βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας γιατί το φως φωτίζει τον χώρο (Λουτρό φωτός).



Σχέδιο μαθητή (Ε1.4Π)

4. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ή πολλές ακτίνες προς κάθε αντικείμενο (δέντρο και λουλούδι) αλλά και μία προς το κορίτσι, τότε εμφανίζεται η εναλλακτική ιδέα ότι από την φωτεινή πηγή εκπέμπονται φωτεινές ακτίνες τόσο προς το μάτι όσο και προς το αντικείμενο (Διπλή εκπομπή).



Σχέδιο μαθητή (Ε2.5Μ)

5. Αν ένας μαθητής σχεδίαζε μία ακτίνα από την φωτεινή πηγή προς το μάτι/κορίτσι και εν συνεχεία προς το αντικείμενο, εμφανίζεται η εναλλακτική ιδέα της υποκινούμενης εκπομπής.



Σχέδιο μαθητή (Ε2.3Π)

6. Αν ο μαθητής έκανε κάποιο άλλο σχέδιο η απάντησή του θεωρήθηκε ότι αποκλίνει από το επιστημονικό μοντέλο.

Στην ομάδα ελέγχου πριν από την παρέμβαση το σχέδιο των περισσότερων μαθητών δεν προσέγγιζε το επιστημονικό μοντέλο. Ειδικότερα, οι περισσότεροι μαθητές εξέφρασαν την εναλλακτική ιδέα του λουτρού φωτός σχεδιάζοντας πολλές ακτίνες από τον Ήλιο προς πολλές κατευθύνσεις ( $N=10$ ). Επίσης, αρκετοί σχεδίασαν πολλές ακτίνες από τον Ήλιο που καταλήγουν στο δέντρο και στο λουλούδι ( $N=6$ ) υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα της «μονής εκπομπής». Μόνο ένας μαθητής έκανε ένα διαφορετικό σχέδιο σχεδιάζοντας μία ακτίνα που ξεκινάει από τον ήλιο καταλήγει στο κορίτσι και μετά στο λουλούδι και μετά στο δέντρο (βλ. Πίνακα 36).

**Ερώτημα 13 (Πορεία φωτός για να γίνει ορατό ένα αντικείμενο) –**

**Ομάδα ελέγχου πριν την παρέμβαση**

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Λανθασμένη απάντηση-Μονή εκπομπή	6	35,3
Λανθασμένη απάντηση-Λουτρό φωτός	10	58,8
Λανθασμένη απάντηση-Υποκινούμενη εκπομπή	1	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 36: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 13

Μετά από την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές υιοθέτησαν πάλι την εναλλακτική ιδέα του «λουτρού φωτός» (N=11). Τέσσερις υιοθέτησαν την εναλλακτική ιδέα της μονής εκπομπής σχεδιάζοντας δύο ακτίνες από τον Ήλιο προς το δέντρο και το λουλούδι. Ένας μαθητής εξέφρασε την ιδέα της «διπλής εκπομπής» σχεδιάζοντας τρεις ακτίνες από τον Ήλιο προς το δέντρο, το λουλούδι και το κορίτσι και ένας μαθητής έκανε ένα διαφορετικό σχέδιο σχεδιάζοντας μία ακτίνα που ξεκινάει από τον ήλιο καταλήγει στο κορίτσι και μετά στο λουλούδι και μετά στο δέντρο (βλ. Πίνακα 37).

**Ερώτημα 13 (Πορεία φωτός για να γίνει ορατό ένα αντικείμενο) –**

**Ομάδα ελέγχου μετά την παρέμβαση**

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Λανθασμένη απάντηση-Μονή εκπομπή	4	23,5
Λανθασμένη απάντηση-Λουτρό φωτός	11	64,7
Λανθασμένη απάντηση-Διπλή εκπομπή	1	5,9
Λανθασμένη απάντηση-Υποκινούμενη εκπομπή	1	5,9
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 37: Κατηγορίες απαντήσεων Ο.Ε. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 13

Στην πειραματική ομάδα πριν από την παρέμβαση δεν δόθηκε κάποιο σχέδιο που μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει το επιστημονικό μοντέλο. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίστηκε στους περισσότερους μαθητές ήταν αυτή της «μονής εκπομπής». Ειδικότερα, επτά μαθητές σχεδίασαν δύο ευθείες γραμμές που ξεκινούν από τον ήλιο και η μία τελειώνει στο δέντρο και η άλλη στο λουλούδι και δύο από αυτούς τους μαθητές συνόδεψαν το σχέδιό τους με μία εξήγηση όπως: (N=7) «το φως θα πρέπει να πάει ευθεία» (E1.6) (Μονή εκπομπή). Δύο μαθητές υιοθέτησαν την ιδέα του λουτρού φωτός σχεδιάζοντας πολλές ακτίνες από τον ήλιο προς πολλές. Ένας μαθητής σχεδίασε τρεις ευθείες γραμμές που ξεκινούν από τον ήλιο η μία τελειώνει στο δέντρο, η άλλη στο λουλούδι και η Τρίτη στο κορίτσι, υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα της διπλής εκπομπής. Δύο μαθητές δεν έκαναν κάποιο σχέδιο και τρεις σχεδίασαν άλλες πορείες (ένας σχεδίασε την σκιά των αντικειμένων σωστά βέβαια, ένας μία ακτίνα από τον Ήλιο προς το κορίτσι και ένας άλλος σχεδίασε μία ακτίνα από τον ήλιο προς τα μάτια του κοριτσιού και μία ακτίνα από το δέντρο στο λουλούδι και μετά στα μάτια του κοριτσιού) (βλ. Πίνακα 38).

### Ερώτημα 13 (Πορεία φωτός για να γίνει ορατό ένα αντικείμενο) –

#### Πειραματική ομάδα πριν την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Λανθασμένη απάντηση-Μονή εκπομπή	7	46,7
Λανθασμένη απάντηση-Λουτρό φωτός	2	13,3
Λανθασμένη απάντηση-Διπλή εκπομπή	1	6,7
Λανθασμένη απάντηση-Άλλη ιδέα	3	20,0
κενό	2	13,3
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 38: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. πριν την παρέμβαση στη ερώτηση 13

Μετά από την αξιοποίηση του παιχνιδιού δόθηκαν δύο σωστές απαντήσεις με την αιτιολόγηση ότι «το φως του ήλιου θα αντανakλασθεί από το λουλούδι και από το δέντρο στα μάτια του κοριτσιού» (E1.8). Πέντε μαθητές υιοθέτησαν την εναλλακτική ιδέα της μονής εκπομπής σχεδιάζοντας δύο ευθείες γραμμές που ξεκινούν από τον ήλιο και η μία τελειώνει στο δέντρο και η άλλη στο λουλούδι. Δύο



μαθητές υιοθέτησαν την εναλλακτική ιδέα του «λουτρού φωτός» σχεδιάζοντας πολλές ακτίνες από τον ήλιο προς πολλές κατευθύνσεις. Ένας μαθητής σχεδίασε τρεις ευθείες γραμμές που ξεκινούν από τον ήλιο η μία τελειώνει στο δέντρο, η άλλη στο λουλούδι και η τρίτη στο κορίτσι υιοθετώντας την εναλλακτική ιδέα της «διπλής εκπομπής». Τρεις μαθητές δεν έκαναν κάποιο σχέδιο και δύο μαθητές έκαναν κάποιο διαφορετικό από τα προαναφερθέντα σχέδιο και συγκεκριμένα σχεδίασαν μία ακτίνα που ξεκινάει από τον Ήλιο και καταλήγει στο έδαφος (βλ. Πίνακα 39).

### Ερώτημα 13 (Πορεία φωτός για να γίνει ορατό ένα αντικείμενο) –

#### Πειραματική ομάδα μετά την παρέμβαση

Κατηγορίες	Συχνότητα	Ποσοστό
Σωστή απάντηση - Επανεκπομπή φωτός από τα αντικείμενα	2	13,3
Λανθασμένη απάντηση-Μονή εκπομπή	5	33,3
Λανθασμένη απάντηση-Λουτρό φωτός	2	13,3
Λανθασμένη απάντηση-Διπλή εκπομπή	1	6,7
Λανθασμένη απάντηση-Άλλη ιδέα	2	13,3
κενό	3	20,0
<b>Σύνολο</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 39: Κατηγορίες απαντήσεων Π.Ο. μετά την παρέμβαση στη ερώτηση 13

Από την μελέτη των ιδεών που αναδείχθηκαν διαφαίνεται ότι οι μαθητές είναι φορείς ποικίλων εναλλακτικών ιδεών σχετικά με έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με το «Φως», οι οποίες μάλιστα επιμένουν κα μετά από την παρέμβαση. Ωστόσο, γίνεται φανερό ότι μετά από την κάθε παρέμβαση τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε αναδόμηση ορισμένων εναλλακτικών ιδεών και εκφράστηκαν ιδέες που προσεγγίζουν την επιστημονικά αποδεκτή από περισσότερους μαθητές. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε αύξηση των ορθών απαντήσεων για φαινόμενα όπως η ευθύγραμμη διάδοση του φωτός, η ανάκλαση, η διάχυση αλλά και για την ιδέα ότι η σκιά δεν είναι απουσία φωτός.

Στην ερώτηση για το τι είναι απαραίτητο για να βλέπουμε φάνηκε ότι η πειραματική ομάδα μετά την παρέμβαση εξέφρασε περισσότερες ορθές απαντήσεις ενώ στην ομάδα ελέγχου κανέναν μαθητή δεν ανέφερε την όραση και το φως ως απαραίτητα στοιχεία για να βλέπουμε. Από την άλλη για την φύση του φωτός, για την ταξινόμηση του φεγγαριού στα ετερόφωτα σώματα και για την πορεία του φωτός ώστε να γίνουν ορατά τα αντικείμενα δεν παρατηρήθηκε μεταβολή και οι μαθητές μετά την παρέμβαση και στις δύο ομάδες συνέχισαν να εκφράζουν εναλλακτικές ιδέες.

### **2.7.3. Κινητοποίηση**

Το ερωτηματολόγιο που αξιοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα αναπτύχθηκε από τους Vollmeyer και Rheinberg (2001) και έχει χρησιμοποιηθεί από τους ίδιους τους ερευνητές στην υλοποίηση ερευνών. Στις έρευνες αυτές (Rheinberg, Vollmeyer, & Rollett, 2000; Vollmeyer, & Rheinberg, 2006) αξιολογήθηκε η κινητοποίηση μέσα από τέσσερις άξονες, το ενδιαφέρον, την πιθανότητα επιτυχίας, το άγχος και την πρόκληση. Ωστόσο κρίθηκε αναγκαίο καθώς το εργαλείο μεταφράστηκε στα ελληνικά και προοριζόταν για συμπλήρωση από μαθητές Πέμπτης τάξης του δημοτικού σχολείου να πραγματοποιηθεί έλεγχος για την εσωτερική εγκυρότητα μέσα από το πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης SPSS με την χρήση του ελέγχου Cronbach's alpha. Επιλέχθηκε αυτό το εργαλείο καθώς είναι αρκετά διαδεδομένο για τον έλεγχο της εσωτερικής εγκυρότητας ερωτηματολογίων που έχουν την μορφή κλιμάκων Likert και στα οποία ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει τον βαθμό συμφωνίας του με μία διατύπωση. Πραγματοποιήθηκε, λοιπόν, έλεγχος εγκυρότητας για κάθε άξονα του ερωτηματολογίου και όπου χρειάστηκε αφαιρέθηκαν διατυπώσεις που δεν παρουσίαζαν υψηλή συνοχή με τις υπόλοιπες του ίδιου άξονα. Στην συνέχεια, μελετήθηκε αν οι απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας διέφεραν στατιστικά σημαντικά συγκρινόμενες με αυτές της ομάδας ελέγχου τόσο πριν όσο και μετά την

παρέμβαση. Ελέγχθηκε, επίσης, αν οι διαφορές πριν και μετά ανά ομάδα ήταν στατιστικά σημαντικές.

### Εγκυρότητα ερωτηματολογίου FAM για την κινητοποίηση

Αρχικά, ο άξονας του ενδιαφέροντος περιελάμβανε τις διατυπώσεις:

Μου αρέσει να βρίσκω λύσεις σε προβλήματα (E1).

Στην διάρκεια αυτής της Εργασίας περιμένω να μου αρέσει που θα μπαίνω στον ρόλο του ερευνητή που ψάχνει λύσεις σε προβλήματα (E4).

Τώρα που ξέρω τι θα κάνουμε, νοιώθω μεγάλο ενδιαφέρον για την δουλειά που θα κάνουμε στην Εργασία (E7).

Για την δουλειά μου σε αυτή την Εργασία δεν χρειάζομαι κάποια άλλη αμοιβή γιατί περιμένω να είναι πολύ διασκεδαστική για εμένα (E11).

Θα έδινα ακόμα και από τον ελεύθερο χρόνο μου για να δουλέψω σε μια τέτοια Εργασία (E17).

Από την μέτρηση Cronbach's alpha στην πειραματική ομάδα πριν από την παρέμβαση φάνηκε ότι αν αφαιρούσαμε την πρώτη διατύπωση ο δείκτης έπαιρνε μεγαλύτερη τιμή γεγονός που καθιστούσε μεγαλύτερη την συνοχή. Το ίδιο συνέβαινε και όταν κάναμε τον έλεγχο για τις απαντήσεις της ομάδας ελέγχου πριν την παρέμβαση αλλά και για τις απαντήσεις και των δύο ομάδων μετά. Στην συνέχεια, παρουσιάζουμε την τιμή του Cronbach's alpha για κάθε ομάδα πριν και μετά την παρέμβαση όταν αφαιρέθηκε η πρώτη διατύπωση.

#### Cronbach's Alpha

Ομάδα	Πριν την παρέμβαση	Μετά την παρέμβαση
Ομάδα ελέγχου	0,344	0,500
Πειραματική ομάδα	0,689	0,773

Πίνακας 40: Έλεγχος εγκυρότητας για τον άξονα «Ενδιαφέρον»

Από την μελέτη του πινάκκα 40 διαπιστώνουμε ότι στην ομάδα ελέγχου, πριν αλλά και μετά την παρέμβαση, η μέτρηση Cronbach's alpha λαμβάνει τιμές

λίγο κάτω από την κρίσιμη τιμή που είναι το 0,7 ενώ στην πειραματική ομάδα οι τιμές πλησιάζουν το 0,7. Συνεπώς, ο άξονας του ενδιαφέροντος μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει μέτρια εσωτερική εγκυρότητα και επειδή η τιμή είναι ικανοποιητική θα αξιοποιηθεί στην ανάλυση.

Ο δεύτερος άξονας ήταν αυτός της πιθανότητας επιτυχίας και τον συνιστούσαν οι διατυπώσεις:

Νοιώθω ότι είμαι σε θέση αντιμετώπισω τις δυσκολίες που μπορεί να έχει η Νέα Εργασία (E2).

Είναι πολύ πιθανό ότι θα τα καταφέρω στη Νέα Εργασία (E3).

Νομίζω ότι ο καθένας μπορεί να τα πάει καλά σε τέτοιες Εργασίες (E13).

Νοιώθω ότι θα τα πάω καλά στη Νέα Εργασία (E14).

Αναφορικά με αυτόν τον άξονα πραγματοποιώντας τον έλεγχο της εγκυρότητας κρίθηκε αναγκαίο να μην τον συμπεριλάβουμε στην ανάλυση καθώς η μέτρηση Cronbach's alpha εμφάνιζε και στις δύο ομάδες πολύ χαμηλότερη τιμή από 0,7 που είναι το αποδεκτό όριο. Οι μέσοι όροι των απαντήσεων των μαθητών σε αυτόν τον άξονα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα. Από την μελέτη των μέσων όρων προκύπτει ότι και στις δύο ομάδες πριν την παρέμβαση εκφράστηκαν αυξημένες προσδοκίες από τους μαθητές για την επιτυχία τους στην εργασία που θα ακολουθούσε. Μετά από την παρέμβαση υπήρξε μία μικρή αύξηση στον μέσο όρο των απαντήσεων που δόθηκαν, η οποία είναι πιο αισθητή στην πειραματική ομάδα, αν και οι μέσοι όροι ανάμεσα στις δύο ομάδες δεν διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό ούτε πριν αλλά ούτε και μετά την παρέμβαση (βλ. Πίνακα 41).

**Μέσος όρος απαντήσεων στον άξονα της «Πιθανότητας  
επιτυχίας»**

<b>Ομάδα</b>	<b>Πριν την παρέμβαση</b>	<b>Μετά την παρέμβαση</b>
Ομάδα ελέγχου	5,9853	6,1706
Πειραματική ομάδα	5,3059	6,2500

Πίνακας 41: Μ.Ο. απαντήσεων για κάθε ομάδα στον άξονα «Πιθανότητα επιτυχίας»

Επίσης, δεν θα συμπεριλάβουμε τον άξονα της πρόκλησης καθώς και εκεί δεν φάνηκε οι απαντήσεις και των δύο ομάδων πριν και μετά να παρουσιάζουν σημαντική συνοχή. Ο άξονας αυτός αποτελούνταν από τις εξής διατυπώσεις: Νοιώθω τη Νέα Εργασία σαν ένα δύσκολο έργο που όμως θέλω να το πετύχω (E6).

Θέλω πολύ να δω πως θα τα πάω και στη Νέα Εργασία (E8).

Αν η Νέα Εργασία μοιάζει με αυτό το παιχνίδι, θα βάλω όλες μου τις δυνάμεις σε αυτή την Νέα Εργασία (E10).

Το να τελειώσω με επιτυχία τη Νέα Εργασία θα με κάνει να νοιώσω περήφανος για τον εαυτό μου (E15).

Στον πίνακα 42 παρουσιάζουμε τους μέσους όρους των απαντήσεων των μαθητών σε αυτόν τον άξονα ανά ομάδα πριν και μετά την παρέμβαση. Από τους μέσους όρους διαφαίνεται ότι πριν την παρέμβαση οι μαθητές θεωρούν την εργασία που θα ακολουθούσε ως πρόκληση για αυτούς. Μετά την παρέμβαση οι μέσοι όροι των απαντήσεων τους δεν αυξήθηκαν σε μεγάλο βαθμό. Συνεπώς, δεν υπήρξε σημαντική μεταβολή. Παρατηρείται επίσης ότι και για τις δύο ομάδες οι μέσοι όροι δεν διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό ούτε πριν αλλά ούτε και μετά την παρέμβαση.

**Μέσος όρος απαντήσεων στον άξονα της «Πρόκλησης»**

<b>Ομάδα</b>	<b>Πριν την παρέμβαση</b>	<b>Μετά την παρέμβαση</b>
Ομάδα ελέγχου	5,0000	5,4412
Πειραματική ομάδα	5,2059	5,2941

Πίνακας 42: Μ.Ο. απαντήσεων για κάθε ομάδα στον άξονα «Πρόκλησης»

Ο τρίτος άξονας ήταν αυτός του άγχους και αποτελούνταν από τις διατυπώσεις:

Νοιώθω ότι πρέπει να τα πάω καλά σε αυτή την Εργασία (5).

Τρομάζω στην ιδέα ότι δουλεύοντας στην Εργασία αυτή θα κάνω τους άλλους να με κοροϊδέψουν (E9).

Θα νοιώσω πολύ άσχημα αν αποτύχω σε αυτή την Εργασία (E12).

Όταν σκέφτομαι την Εργασία που έχουμε να κάνουμε αισθάνομαι κάπως φοβισμένος για το πώς θα τα πάω (E16).

Όταν σκέφτομαι την Εργασία που έχουμε να κάνουμε αισθάνομαι κάπως φοβισμένος για το πώς θα τα πάω (E18).

Πραγματοποιώντας τον έλεγχο διαπιστώθηκε ότι αν αφαιρούσαμε την διατύπωση «Νοιώθω ότι ΠΡΕΠΕΙ να τα πάω καλά σε αυτή την Εργασία» η μέτρηση Cronbach's alpha εμφάνιζε υψηλότερες τιμές. Οι διατυπώσεις, λοιπόν, του άξονα άγχους διαθέτουν εσωτερική εγκυρότητα. Στην συνέχεια σας παρουσιάζουμε τις τιμές του Cronbach's alpha για κάθε ομάδα πριν την παρέμβαση και μετά αφού αφαιρέθηκε η συγκεκριμένη διατύπωση.

#### **Cronbach's Alpha – Άξονας «Άγχος»**

<b>Ομάδα</b>	<b>Πριν την παρέμβαση</b>	<b>Μετά την παρέμβαση</b>
Ομάδα ελέγχου	0,696	0,897
Πειραματική ομάδα	0,505	0,695

Πίνακας 43: Έλεγχος εγκυρότητας για τον άξονα «Άγχος»

Συνεπώς, οι άξονες από το εργαλείο των Vollmeyer και Rheinberg (2001) που θα αξιοποιηθούν στην ανάλυση των δεδομένων είναι ο άξονας «Ενδιαφέρον» και ο άξονας «Άγχος».

#### **2.7.3.1. Ενδιαφέρον**

##### **Ενδιαφέρον πριν και μετά την παρέμβαση για κάθε ομάδα**

Επιπρόσθετα, μετά από τον έλεγχο για την εσωτερική εγκυρότητα του εργαλείου που χρησιμοποιήθηκε θελήσαμε να δούμε αν σε κάθε ομάδα υπήρξαν διαφορές στο ενδιαφέρον πριν και μετά την παρέμβαση και αν αυτές ήταν σημαντικές.

Αρχικά, στην ομάδα ελέγχου συγκρίναμε τους μέσους όρους των απαντήσεων πριν και μετά από την παρέμβαση χρησιμοποιώντας το κριτήριο Wilcoxon και φάνηκε η διαφορά στο ενδιαφέρον να είναι στατιστικά σημαντική

(sig. 0,002<0,05). Αντίθετα, στην πειραματική ομάδα αξιοποιώντας το κριτήριο Wilcoxon δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά στο ενδιαφέρον αφού sig=0,187 >0,05 (βλ. Πίνακα 44).

#### Wilcoxon – Άξονας «Ενδιαφέρον»

Ομάδα	Σύγκριση μέσων όρων πριν και μετά την παρέμβαση
Ομάδα ελέγχου (Σημαντικότητα)	0,002
Πειραματική ομάδα (Σημαντικότητα)	0,187

Πίνακας 44: Σύγκριση ενδιαφέροντος πριν και μετά την παρέμβαση ανά ομάδα

Ο μέσος όρος πριν την παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου ήταν περίπου 4,4 ενώ μετά ήταν περίπου 5,6. Βέβαια ο μέσος όρος σε αυτόν τον άξονα ήταν ήδη αρκετά υψηλός στην πειραματική ομάδα και μάλιστα υψηλότερος από την ομάδα ελέγχου. Ο μέσος όρος πριν την παρέμβαση στην πειραματική ομάδα ήταν περίπου 5,3 και μετά 5,8 (βλ. Πίνακα 45). Διαπιστώνεται, λοιπόν, ότι στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την παρέμβαση δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά αναφορικά με τον άξονα του ενδιαφέροντος αν και τόσο πριν όσο και μετά ο μέσος όρος των απαντήσεων των μαθητών ήταν μεγαλύτερος σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Από την άλλη πλευρά, στην ομάδα ελέγχου ο μέσος όρος των απαντήσεων αυξήθηκε σημαντικά εκφράζοντας μεγαλύτερο ενδιαφέρον συγκριτικά με πριν την παρέμβαση.

#### Μέσος όρος απαντήσεων στον άξονα του «Ενδιαφέροντος»

Ομάδα	Πριν την παρέμβαση	Μετά την παρέμβαση
Ομάδα ελέγχου	4,4118	5,5735
Πειραματική ομάδα	5,3235	5,8088

Πίνακας 45: Μ.Ο. απαντήσεων στον άξονα «Ενδιαφέρον»

### Ενδιαφέρον πριν την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων

Επίσης, θελήσαμε να μελετήσουμε αν οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές πριν από κάθε παρέμβαση στον άξονα του ενδιαφέροντος διέφεραν σημαντικά. Για αυτό τον σκοπό αρχικά αξιοποιήσαμε το μη παραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney (U) για τον άξονα του ενδιαφέροντος και φάνηκε ότι οι δύο ομάδες διέφεραν στατιστικά σημαντικά πριν την παρέμβαση και η πειραματική ομάδα εμφάνιζε μεγαλύτερο μέσο όρο στον άξονα του ενδιαφέροντος καθώς  $\text{sig.}=0,01<0,05$  (βλ. Πίνακα 46).

#### Σύγκριση Μέσου Όρου πριν την παρέμβαση για τον άξονα του Ενδιαφέροντος μεταξύ των ομάδων

Κριτήριο	Ομάδα Ελέγχου - Πειραματική Ομάδα
Mann-Whitney (U)	71,500
Σημαντικότητα	0,010

Πίνακας 46: Σύγκριση Μ.Ο. ενδιαφέροντος πριν την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων

### Ενδιαφέροντος μετά την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων

Τέλος, θελήσαμε να διαπιστώσουμε αν οι απαντήσεις των μαθητών μετά την παρέμβαση στον άξονα αυτό διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων καθώς φαίνεται ότι η πειραματική ομάδα στον άξονα του ενδιαφέροντος έχει μεγαλύτερο μέσο όρο (5,8). Αξιοποιώντας τον μη παραμετρικό έλεγχο φάνηκε ότι στον άξονα του ενδιαφέροντος η διαφορά που προέκυψε δεν ήταν στατιστικά σημαντική καθώς  $\text{sig.}= 0,259>0,05$  για τον άξονα του ενδιαφέροντος μετά την παρέμβαση (βλ. Πίνακα 47).



**Σύγκριση Μέσου Όρου πριν την παρέμβαση  
για τον άξονα του Ενδιαφέροντος μεταξύ των  
ομάδων**

<b>Κριτήριο</b>	<b>Ομάδα Ελέγχου - Πειραματική Ομάδα</b>
Mann-Whitney (U)	111,500
Σημαντικότητα	0,259

Πίνακας 47: Σύγκριση Μ.Ο. ενδιαφέροντος μετά την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων

Από την μελέτη για τον άξονα «Ενδιαφέρον» προκύπτει ότι πριν την παρέμβαση μεγαλύτερο ενδιαφέρον για αυτό που θα ακολουθούσε στις διδασκαλίες φάνηκε να εκφράζεται από τους μαθητές της πειραματικής ομάδας. Ωστόσο, η διαφορά πριν και μετά την παρέμβαση για το άξονα αυτό υπήρξε σημαντική για την ομάδα ελέγχου καθώς σε αυτή έγινε πιο αισθητή η αύξηση. Πριν την παρέμβαση, λοιπόν, οι δύο ομάδες διέφεραν σημαντικά και μεγαλύτερο ενδιαφέρον εξέφρασε η πειραματική ομάδα. Μετά, ωστόσο, από την παρέμβαση η διαφορά μεταξύ των ομάδων δεν ήταν σημαντική και συνεπώς δεν μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι κάποια ομάδα υπερτερούσε αναφορικά με τον άξονα αυτό.

### **2.7.3.2. Άγχος**

#### **Άγχος πριν και μετά την παρέμβαση για κάθε ομάδα**

Αναφορικά με τον άξονα του άγχους τόσο στην ομάδα ελέγχου όσο και στην πειραματική ομάδα η διαφορά πριν και μετά την παρέμβαση δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Ειδικότερα, στην ομάδα ελέγχου δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά την παρέμβαση χρησιμοποιώντας το κριτήριο Wilcoxon καθώς  $\text{sig.}=0,775>0,05$ . Στην πειραματική ομάδα δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά την παρέμβαση χρησιμοποιώντας το ίδιο κριτήριο καθώς  $\text{sig.}=0,442>0,05$  (βλ. Πίνακα 48).

### Wilcoxon - Άξονας «Άγχος»

Ομάδα	Σύγκριση μέσων όρων πριν και μετά την παρέμβαση
Ομάδα ελέγχου (Σημαντικότητα)	0,775
Πειραματική ομάδα (Σημαντικότητα)	0,442

Πίνακας 48: Σύγκριση άγχους πριν και μετά την παρέμβαση ανά ομάδα

Ο μέσος όρος των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου σε αυτόν τον άξονα πριν την παρέμβαση ήταν 2,4559 ενώ μετά 2,6324. Στην πειραματική ομάδα ο μέσος όρος στον άξονα του άγχους πριν την παρέμβαση ήταν 2,4 και παρέμεινε περίπου ίδιος και μετά παρουσιάζοντας μία μικρή μείωση (βλ. Πίνακα 49).

### Μέσος όρος απαντήσεων στον άξονα του «Άγχους»

Ομάδα	Πριν την παρέμβαση	Μετά την παρέμβαση
Ομάδα ελέγχου	2,4559	2,6324
Πειραματική ομάδα	2,44	2,3676

Πίνακας 49: Μ.Ο. απαντήσεων στον άξονα «Άγχος»

Συνεπώς, διαπιστώνουμε ότι τόσο στην ομάδα ελέγχου όσο και στην πειραματική δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά την παρέμβαση αναφορικά με τον άξονα του άγχους.

### Άγχος πριν την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων

Προκειμένου να διαπιστώσουμε αν οι δύο ομάδες διέφεραν σημαντικά στο άγχος που εκφράστηκε πριν την παρέμβαση αξιοποιήσαμε το μη παραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney (U). Όπως γίνεται φανερό και από τον πίνακα 50 δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές κάθε ομάδας πριν την παρέμβαση καθώς  $\text{sig.}=0,925>0,05$ .

**Σύγκριση Μέσου Όρου πριν την παρέμβαση για τον  
άξονα του Άγχους μεταξύ των ομάδων**

Κριτήριο	Ομάδα Ελέγχου - Πειραματική Ομάδα
Mann-Whitney (U)	141,500
Σημαντικότητα	0,925

Πίνακας 50: Σύγκριση M.O. άγχους πριν την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων

**Άγχος μετά την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων**

Τέλος, θελήσαμε να διαπιστώσουμε αν οι απαντήσεις των μαθητών μετά την παρέμβαση στον άξονα αυτό διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων. Αξιοποιώντας τον μη παραμετρικό έλεγχο φάνηκε ότι στον άξονα του άγχους η διαφορά που προέκυψε μετά την παρέμβαση δεν ήταν στατιστικά σημαντική καθώς  $\text{sig.}=0,624>0,05$ .

**Σύγκριση Μέσου Όρου μετά την παρέμβαση για τον  
άξονα του Άγχους μεταξύ των ομάδων**

Κριτήριο	Ομάδα Ελέγχου - Πειραματική Ομάδα
Mann-Whitney (U)	130,000
Σημαντικότητα	0,624

Πίνακας 51: Σύγκριση M.O. άγχους μετά την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων

Διαπιστώνεται, λοιπόν, αναφορικά με τον άξονα του άγχους ότι δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση για καμία ομάδα. Συνεπώς, δεν υπήρξε σημαντική μεταβολή για αυτόν τον άξονα μετά την παρέμβαση για καμία από τις δύο ομάδες. Επίσης, πριν την παρέμβαση οι μαθητές εξέφρασαν παρόμοια επίπεδα άγχους που όμως ήταν χαμηλά. Το ίδιο διαπιστώθηκε και μετά την παρέμβαση.

### 3. Συμπεράσματα –Συζήτηση

Αρχικά, αναφορικά με την ερευνητική υπόθεση ότι η ομάδα στην οποία θα αξιοποιηθεί το επιτραπέζιο παιχνίδι θα αποδώσει καλύτερα στην τελική δοκιμασία σε σχέση με την ομάδα ελέγχου καλούμαστε λαμβάνοντας υπόψη την στατιστική ανάλυση να την απορρίψουμε. Αυτό γιατί δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τελική δοκιμασία της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου ( $\text{sig.}=0,092>0,05$ ). Από την άλλη πλευρά, όμως, στην πειραματική ομάδα ο αριθμός των σωστών απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές μετά την παρέμβαση διέφερε στατιστικά σημαντικά από αυτές που έδωσαν πριν την παρέμβαση ( $\text{sig.}=0,001<0,05$ ). Το ίδιο ισχύει και για την ομάδα ελέγχου ( $\text{sig.}=0,000<0,05$ ).

Διαπιστώνουμε, λοιπόν, ότι σε κάθε ομάδα οι μαθητές απέδωσαν καλύτερα μετά την παρέμβαση και μάλιστα οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές ενώ οι διαφορές μεταξύ των ομάδων στην τελική αξιολόγηση αν και ήταν εμφανείς δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Αυτό είναι ένα υποστηρικτικό στοιχείο και για τις δύο παρεμβάσεις καθώς φαίνεται ότι και οι δύο ήταν σε σημαντικό βαθμό αποτελεσματικές αφού αυξήθηκαν οι σωστές απαντήσεις που δόθηκαν από τους μαθητές μετά την παρέμβαση. Συνεπώς, η παρέμβαση που σχεδιάστηκε για κάθε ομάδα ήταν ικανή να επιφέρει διαφορά στατιστικά σημαντική εντός της ομάδας αλλά όχι μεταξύ των ομάδων. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι η κάθε παρέμβαση συνεισέφερε στην βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων κάθε ομάδας. Η μη στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι οι παρεμβάσεις είχαν παρόμοια διάρκεια και οι δραστηριότητες είχαν ίδιους στόχους και ήταν παρόμοιες. Συνεπώς, το πλαίσιο του παιχνιδιού ως διαφοροποιητικός παράγοντας των δύο παρεμβάσεων δεν μπόρεσε να καταστήσει τις διαφορές στην επίδοση των μαθητών στην τελική αξιολόγηση στατιστικά σημαντικές.

Η παρούσα έρευνα κατέδειξε μη στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα που αξιοποιήθηκε το επιτραπέζιο παιχνίδι και σε αυτή που πραγματοποιήθηκε διδασκαλία χωρίς το πλαίσιο παιχνιδιού. Συνεπώς, το πλαίσιο του παιχνιδιού από μόνο του δεν επαρκούσε ώστε οι δύο ομάδες να

παρουσιάζουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικές διαφορές αν και μετά τις δύο παρεμβάσεις και οι δύο ομάδες απέδωσαν καλύτερα σε σχέση με πριν (Bragg, 2012, σελ. 1445· Klawe, 1999· Rosas et al., 2003· Ke & Grabowski, 2007).

Επιπλέον, αναλύσαμε κάθε ερώτηση ξεχωριστά ανά ομάδα ώστε να διαπιστώσουμε σε ποιες ερωτήσεις η διαφορά πριν και μετά ήταν στατιστικά σημαντική. Στην τρίτη ερώτηση αναφορικά με την αναγκαιότητα του φωτός στην θέαση των αντικειμένων η ομάδα ελέγχου εμφανίζει σημαντικές διαφορές στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο στην πειραματική ομάδα. Επιπλέον, στο πρώτο υποερώτημα της ένατης ερώτησης που σχετίζεται με την αναγκαιότητα ύπαρξης κάποιας φωτεινής πηγής για σχηματισμό της σκιάς βρέθηκε σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών της ομάδας ελέγχου ενώ δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά για την πειραματική ομάδα. Στην δέκατη ερώτηση, που αφορούσε την θέση αντικειμένων που βρίσκονται στην σκιά ενός άλλου, οι απαντήσεις των μαθητών της ομάδας ελέγχου στην τελική αξιολόγηση διέφεραν σημαντικά με αυτές που δόθηκαν πριν την παρέμβαση ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο με την πειραματική ομάδα.

Από την άλλη πλευρά στο πρώτο υποερώτημα της έβδομης απάντησης στο οποίο οι μαθητές έπρεπε να επιλέξουν από ορισμένα αντικείμενα αυτά που φωτίζουν προέκυψαν σημαντικές διαφορές στην πειραματική ομάδα και όχι στην ομάδα ελέγχου.

Επιπρόσθετα, στην δεύτερη ερώτηση που αφορούσε την αναγκαιότητα των φωτεινών πηγών για την ύπαρξη φωτός προέκυψε σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την παρέμβαση. Επίσης, σημαντική βρέθηκε και η διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών της ομάδας ελέγχου. Στην έκτη ερώτηση που καλούσε του μαθητές να επιλέξουν με ποια ευθεία θα σχεδίαζαν την πορεία του φωτός οι διαφορές πριν και μετά ήταν σημαντικές τόσο για την ομάδα ελέγχου όσο και για την πειραματική ομάδα.

Στις υπόλοιπες ερωτήσεις δεν φάνηκαν σε καμία από τις δύο ομάδες στατιστικά σημαντικές διαφορές στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά

την παρέμβαση. Οι ερωτήσεις αυτές αφορούσαν την φύση του φωτός (Ερώτημα 1), τι είναι αναγκαίο για να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας (Ερώτημα 4), την διάκριση των αντικειμένων σε αυτόφωτα και ετερόφωτα (Ερώτημα 5), την επιλογή αντικειμένων που γίνονται ορατά σε σχέση με την θέση του ατόμου και της φωτεινής πηγής (Ερώτημα 7β), τον σχηματισμό σκιάς (Ερώτημα 9β και 9γ), την ανάκλαση (Ερώτημα 11), την διάχυση (Ερώτημα 12) και την πορεία του φωτός ώστε να γίνει ορατό ένα αντικείμενο (Ερώτημα 13). Το γεγονός ότι σε άλλες ερωτήσεις υπάρχει σημαντική διαφορά και σε άλλες όχι ενισχύει την άποψη ότι οι ιδέες των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με το φως είναι αρκετά ισχυρές και παγιωμένες (Χαλκιά, 2012). Αυτό καθιστά πολύ δύσκολη και χρονοβόρα την προσπάθεια αναδόμησής τους και απαιτεί από τον εκπαιδευτικό εστιασμένη και μεγάλης διάρκειας παρέμβαση στοχεύοντας στη σταδιακή αναδόμηση των ισχυρών αυτών εναλλακτικών ιδεών (όπ. π.).

Ένα στοιχείο, επίσης, που διαφαίνεται από την παρούσα έρευνα είναι η ποικιλία των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών αναφορικά με έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με το φως. Οι περισσότερες από αυτές τις ιδέες έχουν επισημανθεί από την σχετική βιβλιογραφία (Driver et al., 1993· Χαλκιά, 2012). Διαφαίνεται, λοιπόν, ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες δυσκολίες και οι ιδέες που φέρουν είναι αρκετά παγιωμένες για έννοιες και φαινόμενα όπως η φύση του φωτός, η ευθύγραμμη διάδοση του φωτός, η πορεία του φωτός ώστε να γίνουν ορατά τα αντικείμενα, η ανάκλαση και η διάχυση του φωτός. Αξιοσημείωτη είναι η ποικιλία των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση «Τι είναι το φως;» καθώς οι κατηγορίες των απαντήσεων που δόθηκαν ήταν δεκατρείς σε σύνολο τριάντα δύο μαθητών.

Ειδικότερα, για την φύση του φωτός η πιο συχνή ιδέα που εμφανίστηκε τόσο στην ομάδα ελέγχου όσο και στην πειραματική ήταν η ταύτιση του φωτός με τις φωτεινές πηγές. Οι περισσότεροι μαθητές επίσης δεν ανέφεραν τα μάτια ή την όραση ως αναγκαία στοιχεία για να γίνει ορατό ένα αντικείμενο ενώ ανέφεραν το φως. Επιπλέον, οι περισσότεροι μαθητές δεν ήταν σε θέση να ταξινομήσουν το φεγγάρι στα ετερόφωτα σώματα. Επίσης, δυσκολία συνάντησαν στο να επιλέξουν ποια αντικείμενα γίνονται ορατά λαμβάνοντας υπόψη την θέση της φωτεινής πηγής και του υποκειμένου και αρκετοί

θεώρησαν την σκιά ως απουσία φωτός. Οι περισσότεροι μαθητές ανέφεραν ότι θα σχεδίαζαν την πορεία του φωτός χρησιμοποιώντας μία ευθεία γραμμή αλλά δεν απέδιδαν αυτή την επιλογή τους στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός. Αρκετοί μαθητές σχεδίασαν για την ανάκλαση και για την διάχυση του φωτός μία ακτίνα που ξεκινά από την πηγή και αφού συναντήσει μία επιφάνεια σταματά η πορεία της. Επιπλέον, οι περισσότεροι μαθητές αναφορικά με την πορεία του φωτός ώστε να γίνει ορατό ένα αντικείμενο υιοθέτησαν την εναλλακτική ιδέα «λουτρό φωτός». Οι προαναφερθείσες δυσκολίες έχουν επισημανθεί από την σχετική βιβλιογραφία (Driver et al, 1993 Ήαλκιά, 2012).

Όσον αφορά την κινητοποίηση, μετά από έλεγχο για την εγκυρότητα των αξόνων, αναλύσαμε μόνο τον άξονα του «Ενδιαφέροντος» και τον άξονα του «Άγχους» που φάνηκε να διαθέτουν επαρκή εσωτερική εγκυρότητα. Από την ανάλυση προέκυψε ότι η διαφορά στον άξονα του ενδιαφέροντος ήταν στατιστικά σημαντική στην ομάδα ελέγχου και όχι στην πειραματική ομάδα. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι ο μέσος όρος στον άξονα του ενδιαφέροντος των μαθητών της πειραματικής ομάδας από 5,3 που ήταν πριν την παρέμβαση αυξήθηκε στο 5,8 παρουσιάζοντας μικρή αύξηση καθώς ήταν ήδη υψηλός (μέγιστη τιμή το 7) πριν την παρέμβαση. Από την άλλη πλευρά στην ομάδα ελέγχου ο μέσος όρος των μαθητών σε αυτόν τον άξονα ήταν πριν την παρέμβαση 4,4 και μετά αυξήθηκε κατά μία μονάδα φτάνοντας το 5,5, διαφορά που είναι σαφώς μεγαλύτερη. Βέβαια, στην πειραματική ομάδα όπως γίνεται φανερό ο μέσος όρος στον άξονα του ενδιαφέροντος τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση είναι μεγαλύτερος από την ομάδα ελέγχου (Bragg, 2012΄ Nisbet, & Williams, 2009).

Από την άλλη πλευρά, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές πριν και μετά την παρέμβαση σε καμία από τις δύο ομάδες στον άξονα του άγχους. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι ο μέσος όρος των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά δεν διέφερε σε μεγάλο βαθμό. Ειδικότερα, πριν την παρέμβαση ο μέσος όρος στον άξονα του άγχους ήταν στην ομάδα ελέγχου 2,5 και στην πειραματική ομάδα 2,4 ενώ μετά ήταν 2,6 και 2,3 αντίστοιχα.

Επιπλέον, συγκρίνοντας τις απαντήσεις των μαθητών των δύο ομάδων στο άξονα του ενδιαφέροντος και του άγχους διαπιστώνεται ότι και μεταξύ των ομάδων δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά. Συνεπώς, καλούμαστε να απορρίψουμε και την δεύτερη ερευνητική μας υπόθεση, ότι δηλαδή η ομάδα στην οποία αξιοποιήθηκε το παιχνίδι θα διέφερε στατιστικά σημαντικά στις απαντήσεις της στους άξονες που μελετήθηκαν (ενδιαφέρον και άγχος) και που σχετίζονται με την κινητοποίηση. Αυτό γιατί συγκρίνοντας τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές μετά την κάθε παρέμβαση δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά.

Συνοψίζοντας, η παρούσα έρευνα εντάσσεται στην ομάδα των ερευνών που υποστηρίζουν ότι συγκρίνοντας μία διδασκαλία στην οποία αξιοποιήθηκε ένα επιτραπέζιο παιχνίδι και μία που δεν υπήρχε το πλαίσιο του παιχνιδιού δεν προκύπτει σημαντική διαφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα αλλά και σε στοιχεία που σχετίζονται με την κινητοποίηση των μαθητών. Ωστόσο, υπάρχει η ένδειξη ότι η αξιοποίηση ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού για εκπαιδευτικούς σκοπούς ενδέχεται να συμβάλλει στην βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων καθώς και στην ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών κρατώντας ταυτόχρονα και το άγχος σε χαμηλά επίπεδα.

Αν και στην παρούσα έρευνα δεν προέκυψαν στατιστικές σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών και το ενδιαφέρον τους, οφείλουμε να μην απαξιώσουμε την αξία του παιχνιδιού και ειδικότερα του είδους του επιτραπέζιου παιχνιδιού. Ας μην ξεχνάμε ότι το παιχνίδι είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την παιδική ηλικία και αποτελεί μέσο που συμβάλλει στην γνωστική, συναισθηματική και ψυχοκινητική ανάπτυξη του παιδιού (Suits, 1967). Το παιχνίδι αποτελεί μία ανάγκη των παιδιών και συστατικό της παιδικής ηλικίας που παρέχει στα παιδιά συναισθήματα ικανοποίησης και ευχαρίστησης. Επίσης, το παιχνίδι επιτελεί και έναν κοινωνικοποιητικό ρόλο καθώς συμβάλλει στην ανάπτυξη κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων μέσα από την συνεργασία και τον συναγωνισμό των παιχτών (Lindon, 2001). Συνεπώς, η αξιοποίηση του παιχνιδιού κατά την διδασκαλία μόνο θετικές συνέπειες μπορεί να επιφέρει στο κλίμα της τάξης, στην σχέση του εκπαιδευτικού με τους μαθητές αλλά και μεταξύ τους αλλά και στην προσέγγιση



της γνώσης με έναν οικείο στους μαθητές και ενδιαφέροντα τρόπο (Lindon, 2001).

Στην παρούσα έρευνα συγκρίναμε μία διδασκαλία με την αξιοποίηση ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού και μία διδασκαλία βασισμένη στις προτάσεις της διδακτικής των φυσικών επιστημών και συνεπώς και οι δύο απέκλιναν από την παραδοσιακή δασκαλοκεντρική διδασκαλία. Υποθέτουμε ότι, αν συγκρίναμε μία διδασκαλία που θα στηριζόταν μόνο στην διάλεξη και δεν θα καλούσε τους μαθητές να εμπλακούν ενεργά στην προσέγγιση των προς μελέτη εννοιών με μία διδασκαλία που θα αξιοποιούσε ένα επιτραπέζιο παιχνίδι, οι διαφορές στην επίδοση και στο ενδιαφέρον των δύο ομάδων θα ήταν περισσότερο εμφανείς και ίσως στατιστικά σημαντικές (Kordaki, 2010· Treher, 2011).

Στο σημείο αυτό θα αναφερθούμε τόσο στα δυνατά σημεία της παρούσας μελέτης όσο και στους περιορισμούς της. Στην παρούσα έρευνα συγκρίναμε μία πορεία που αξιοποιεί ένα παιγνιώδες πλαίσιο με μία πορεία διδασκαλίας και μάθησης που προσπαθήσαμε να είναι ελκυστική, ενδιαφέρουσα και όχι μία παραδοσιακή διδασκαλία στην οποία κυριαρχεί η αφήγηση. Οι σημαντικότεροι περιορισμοί της έρευνας είναι η μικρή διάρκεια της παρέμβασης, καθώς στην ομάδα στην οποία δεν αξιοποιήθηκε το παιγνιώδες πλαίσιο η διάρκεια ήταν τρεις διδακτικές ώρες ενώ στην ομάδα που αξιοποιήθηκε το παιγνιώδες πλαίσιο δύο διδακτικές ώρες. Επιπλέον, περιορισμό αποτελεί ο μικρός αριθμός του δείγματος καθώς η ομάδα ελέγχου αποτελούταν από δεκαεφτά μαθητές (N=17) και η πειραματική από δεκαπέντε (N=15). Τα στοιχεία αυτά δεν επιτρέπουν την γενίκευση των αποτελεσμάτων. Επίσης, συγκεντρώθηκαν στοιχεία μόνο για τα βραχυπρόθεσμα μαθησιακά αποτελέσματα της κάθε παρέμβασης. Μία μεγαλύτερη σε διάρκεια και δείγμα παρέμβαση που θα ακολουθούταν και από μία εξέταση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αφού είχε περάσει ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από την παρέμβαση θα μας παρείχε περισσότερο αξιόπιστα αποτελέσματα αναφορικά με την αποτελεσματικότητα της αξιοποίησης παιγνιώδους πλαισίου στην μάθηση στις φυσικές επιστήμες και στην κινητοποίηση.

Στο σημείο αυτό να αναφερθούμε σε ορισμένους προβληματισμούς και δυσκολίες που προκύπτουν από την αξιοποίηση παιχνιδιών εντός της σχολικής αίθουσας αποσκοπώντας στην επίτευξη μαθησιακών στόχων. Αρχικά, οι απαιτήσεις του αναλυτικού προγράμματος κυρίως στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση δεν παρέχουν πολλά περιθώρια για την υιοθέτηση νέων μεθόδων και μέσων διδασκαλίας θέτοντας περιορισμούς στους εκπαιδευτικούς. Επιπλέον οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν εκτός από τον απαραίτητο χρόνο και τα κατάλληλα μέσα για να μπορέσουν να αξιοποιήσουν για παράδειγμα κάποια εκπαιδευτικά παιχνίδια στην διάρκεια της σύντομης διδακτικής ώρας (Klopfer et al., 2009). Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί επίσης δεν έχουν λάβει κάποια κατάλληλη εκπαίδευση ώστε να γνωρίζουν πώς να ενσωματώσουν κατάλληλα κάποιο εκπαιδευτικό παιχνίδι ώστε να επιτύχουν ορισμένους μαθησιακούς στόχους (Klopfer et al., 2009). Δεν υπάρχουν επίσης αρκετά ερευνητικά δεδομένα αλλά και συγκεκριμένες προτάσεις για την αξιοποίηση παιχνιδιών (ψηφιακών ή μη) στην διδασκαλία καθιστώντας τους εκπαιδευτικούς διστακτικούς. Συνεπώς, ο τομέας της αξιοποίησης παιχνιδιών με εκπαιδευτικούς στόχους προτείνεται να μελετηθεί πιο συστηματικά και η έρευνα να στοχεύσει στην τεκμηρίωση των θετικών αποτελεσμάτων από την αξιοποίηση παιχνιδιών (ψηφιακών ή μη) παρέχοντας ταυτόχρονα και συγκεκριμένες προτάσεις αξιοποίησης.

Η παρούσα έρευνα, λοιπόν, παρουσιάζει ενδιαφέρουσες προοπτικές για την μελλοντική έρευνα. Θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα και η επίδραση στην κινητοποίηση από την αξιοποίηση παιχνιδιών εντός της τάξης μετά από κάποιο εύλογο χρονικό διάστημα από την παρέμβαση, σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Προτείνεται η κατάρτιση των εκπαιδευτικών σε τρόπους αποτελεσματικής αξιοποίησης των παιχνιδιών εντός του σχολικού πλαισίου, η σύνδεση ορισμένων παιχνιδιών με στόχους του αναλυτικού προγράμματος και η διαμόρφωση κριτηρίων για την επιλογή των κατάλληλων παιχνιδιών (Swan & Marshall, 2009, σελ. 406). Διαπιστώνεται, λοιπόν, ότι ο τομέας της αξιοποίησης παιχνιδιών για την επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων αποτελεί ένα πεδίο πρόσφορο για έρευνα.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνόγλωσση

Αποστολάκης, Ε., κ.ά. (2006) *Φυσικά Ε΄ δημοτικού – Ερευνώ και Ανακαλύπτω – Βιβλίο Μαθητή*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διόφαντος, Αθήνα.

Αποστολάκης, Ε., κ.ά. (2006) *Φυσικά Ε΄ δημοτικού - Ερευνώ και Ανακαλύπτω - Βιβλίο Δασκάλου*. ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Πέτρου, Μ. (2010). *Στατιστική μελέτη στις εναλλακτικές ιδέες των πρωτοετών φοιτητών φυσικής σε βασικά θέματα αστρονομίας*. Θεσσαλονίκη.

Ράμα, Ε. (2012). Το εκπαιδευτικό ηλεκτρονικό παιχνίδι: το σύγχρονο εργαλείο ψυχαγωγίας και μάθησης στα παιδιά πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. (αδημοσίευτη διπλωματική, Πάντειο Πανεπιστήμιο).

Σιδηροπούλου, Μ. (2015). Οι αντιλήψεις των μαθητών για το φως. *CPV Παιδαγωγικής και Εκπαίδευσης*. Vipapharm. (<http://www.vipapharm.com>προσπελάστηκε στις 20/1/2016 ).

Τέκος, Γ. & Σολομωνίδου, Χ. (2010). Διδασκαλία και μάθηση της οπτικής στο δημοτικό σχολείο: Η ανάπτυξη αναλυτικού προγράμματος και εκπαιδευτικού λογισμικού εποικοδομητικού τύπου με βάση τις ιδέες των μαθητών/ριών. 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εκπαιδευτικό Συνέδριο Ημαθίας (σελ. 745-756).

Φραγκίσκος, Κ., & Σκουμπουρδή, Χ. (2005). Ταξινόμηση του Εκπαιδευτικού Παιχνιδιού: σύνδεση με τη Θεωρία Παιγνίων. *Πανελλήνιο Συνέδριο Μαθηματικής Παιδείας*, (22), 504-514.

Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες - Θεωρητικά Ζητήματα, Προβληματισμοί, Προτάσεις*. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.

## Ξενογλώσση

Ainley, M., & Ainley, J. (2011). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 4-12.

Barab, S., Warren, S., & Ingram-Goble, A. (2008). Conceptual play spaces. *Handbook of research on effective electronic gaming in education*, 989-1009.

Barab, S., & Dede, C. (2007). Games and immersive participatory simulations for science education: an emerging type of curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 1-3.

Bragg, L.A. (2012). Testing the effectiveness of mathematical games as a pedagogical tool for children's learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 10:1445-1467.

Breuer, J. S., & Bente, G. (2010). Why so serious? On the relation of serious games and learning. *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, 4(1), 7-24.

Castellar, E. N., Van Looy, J., Szmalec, A., & De Marez, L. (2014). Improving arithmetic skills through gameplay: assessment of the effectiveness of an educational game in terms of cognitive and affective learning outcomes. *Information sciences*, 264, 19-31.

Cepni, S. (2009). Effects of computer supported instructional material (CSIM) in removing students misconceptions about concepts: "Light, light source and seeing". *Energy Education Science Technology*, 1, 51-83.

Cordova, D. I., & Lepper, M. R. (1996). Intrinsic motivation and the process of learning: Beneficial effects of contextualization, personalization, and choice. *Journal of educational psychology*, 88(4), 715.

Costikyan, G. (1994). I have no words and I must design. *Interactive Fantasy# 2*.

Crawford, C. (1997). *The art of computer game design*. Washington State University.

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1993). Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες. *Ένωση Ελλήνων Φυσικών. Τροχαλία, Αθήνα*.

- Ellington, H. (1981). *Games and Simulations in Science Education*. Nichols. New York
- Filsecker, M., & Hickey, D. T. (2014). A multilevel analysis of the effects of external rewards on elementary students' motivation, engagement and learning in an educational game. *Computers & Education*, 75, 136-148.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, 33(4), 441-467.
- Garvey, C. (1990). *Play* (Vol. 27). Harvard University Press.
- Gyöngyösi, E. W. (2012). Teaching and learning mathematics through games and activities. *Acta Electrotechnica et Informatica*, 12(3), 23.
- Hampden-Thompson, G., & Bennett, J. (2013). Science teaching and learning activities and students' engagement in science. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1325-1343.
- Hergeth, H. H., & Jones, M. R. (2003). Board games and teaching textile marketing and finance. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 30.
- Jabbar, A. I. A., & Felicia, P. (2015). Gameplay Engagement and Learning in Game-Based Learning A Systematic Review. *Review of Educational Research*, 85(4), 740-779
- Jaipal, K., & Figg, C. (2009). Using video games in science instruction: Pedagogical, social, and concept-related aspects. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 9(2), 117-134.
- Jones, K. (2000). Non – Predatory Games. *The Games Journal* <http://www.thegamesjournal.com/articles/Nonpredatory.shtml> (προσπελάστηκε στις 10/11/15).
- Ke, F., & Grabowski, B. (2007). Gameplaying for maths learning: cooperative or not?. *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 249-259.
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). Literature review in games and learning.

Klawe, M. (1999). Computer games, education and interfaces: The E-GEMS project. In *Graphics Interface* (pp. 36-39).

Klopfer, E., Osterweil, S., & Salen, K. (2009). Moving learning games forward. *Cambridge, MA: The Education Arcade*.

Kordaki, M. (2015). A constructivist, modeling methodology for the design of educational card games. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 26-30.

Kordaki, M. (2010). A computer card game for the learning of basic aspects of the binary system in primary education: Design and pilot evaluation. *Education and Information Technologies*, 16(4), 395-421.

Koster, R. (2004). *A Theory Of Game Design - What Games Aren't*. [http://www.gamasutra.com/view/feature/2173/book\\_excerpt\\_a\\_theory\\_of\\_game\\_.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/2173/book_excerpt_a_theory_of_game_.php) (προσπελάστηκε στις 25/11/15)

Kramer, W. (2000). What's a game? *The Games Journal*. <http://www.thegamesjournal.com/articles/WhatIsaGame.shtml> (προσπελάστηκε στις 10/11/15).

Langley, D., Ronen, M., & Eylon, B. S. (1997). Light propagation and visual patterns: Preinstruction learners' conceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 399-424.

Lindon, J. (2001). Understanding children's play. Nelson Thornes.

Murphy, C., Chertoff, D., Guerrero, M., & Moffitt, K. (2014). Design better games: Flow, motivation, and fun. *Design and Development of Training Games: Practical Guidelines from a Multidisciplinary Perspective*, 1773.

Ng, F., Zeng, H. & Plass, J.L. (2009). *Research on Educational Impact of Games- A Literature Review*. Institute for games and for learning. New York

Nisbet, S., & Williams, A. (2009). Improving Students' Attitudes to Chance with Games and Activities. *Australian Mathematics Teacher*, 65(3), 25-37.

Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12.

Pintrich, P. R. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ).

Pivec, M., Dziabenko, O., & Schinnerl, I. (2003). Aspects of game-based learning. In 3rd International Conference on Knowledge Management, Graz, Austria (pp. 216-225).

Qualter, A. (1993). I would like to know more about that: a study of the interest shown by girls and boys in scientific topics. *International Journal of Science Education*, 15(3), 307-317.

RandelJ.M., MorrisB.A., WetzelC.D, &WhitehillB.V. (1992). The effectiveness of Games for Educational Purposes: A review of Recent Research. *Simulation & Gaming*, 23, 261-276.

Rheinberg, F. & Vollmeyer, R.(2001). FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern-und Leistungssituationen 12 (Langversion, 2001). *Diagnostica*, 2, 57-66.

Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Rollett, W. (2000). Motivation and action in self-regulated learning in Boekaerts, Monique (Ed); Pintrich, Paul R. (Ed); Zeidner, Moshe (Ed), (2000). *Handbook of self-regulation*. , (pp. 503-529). San Diego, Academic Press.

Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa, M., Flores, P., ... & Rodriguez, P. (2003). Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students. *Computers & Education*, 40(1), 71-94.

Sadler, T. D., Romine, W. L., Menon, D., Ferdig, R. E., & Annetta, L. (2015). Learning Biology Through Innovative Curricula: A Comparison of Game-and Nongame-Based Approaches. *Science Education*, 99(4), 696-720.

Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.

Suits B. (1967). What is a game? *Philosophy of Science Association* 34 (2) pp 148-156. Chicago.

Sun, H. & Gao, Y. (2015). Impact of an active educational video game on children's motivation, science knowledge and physical activity. *Journal of Sport and Health Science*, 1-7.

Swan, P., & Marshall, L. (2009). Mathematics games as a pedagogical tool. In *Proceedings: CoSMEd 2009 3rd International Conference on Science and Mathematics Education* (pp. 402-6).

Treher, E. N. (2011). Learning with Board Games. *The Learning Key Inc.*

Vollmeyer, R., & Rheinberg, F. (2000). Does motivation affect performance via persistence? *Learning and Instruction*, 10(4), 293-309.

Vollmeyer, R., & Rheinberg, F. (2006). Motivational effects on self-regulated learning with different tasks. *Educational Psychology Review*, 18(3), 239-253.



## Παράρτημα Ι: Αρχική και Τελική αξιολόγηση

Όνομα:

### Το Φως

1. Όταν ακούτε την λέξη φως, τι σας έρχεται στο μυαλό; Τι είναι το φως;

---

---

2. Αν δεν υπήρχαν φωτεινές πηγές, όπως ο Ήλιος, οι λάμπες, η φωτιά, θα υπήρχε φως; Κυκλώστε την σωστή απάντηση.

Ναι

Όχι

3. Θα μπορούσαμε να δούμε χωρίς φως; Κυκλώστε την σωστή απάντηση.

Ναι

Όχι

4. Τι είναι αναγκαίο για να βλέπουμε τα αντικείμενα γύρω μας;

---

5. Βάλτε ☒ κάτω από κάθε εικόνα αντικειμένου που φωτίζει από μόνο του χωρίς να χρειάζεται να κάνει κάτι ο άνθρωπος.

☐☐☐



6. Αν θέλατε να σχεδιάσετε την πορεία του φωτός που ξεκινάει από μία φωτεινή πηγή ποια γραμμούλα θα διαλέγατε και γιατί;

α.

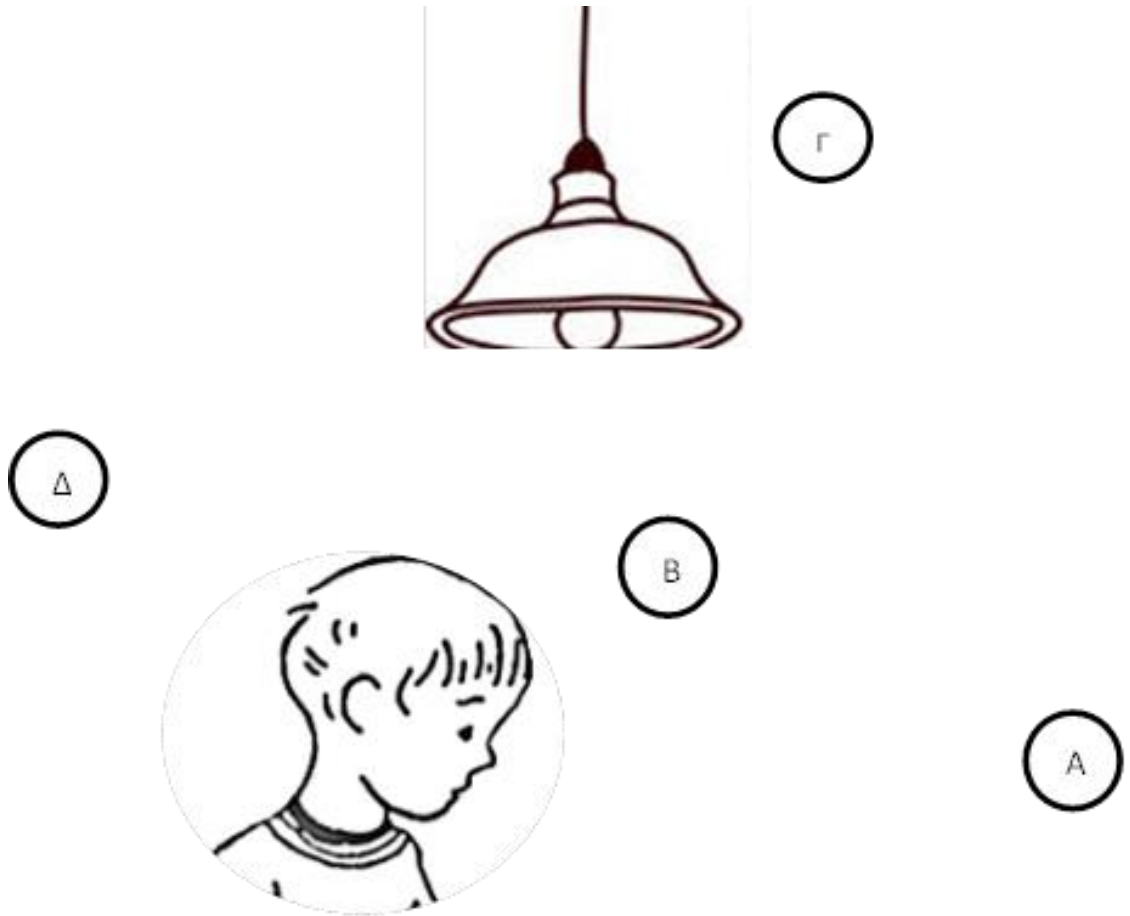
β.

γ.

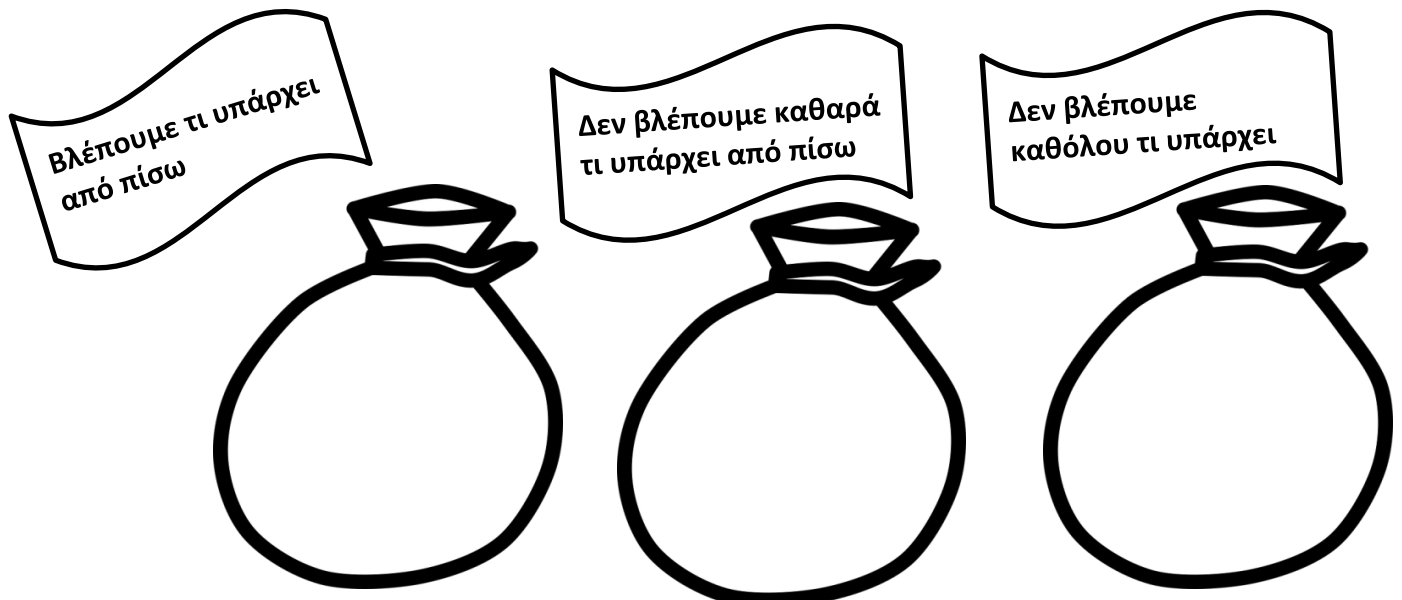
δ.

Θα διάλεγα την γραμμούλα .....γιατί \_\_\_\_\_

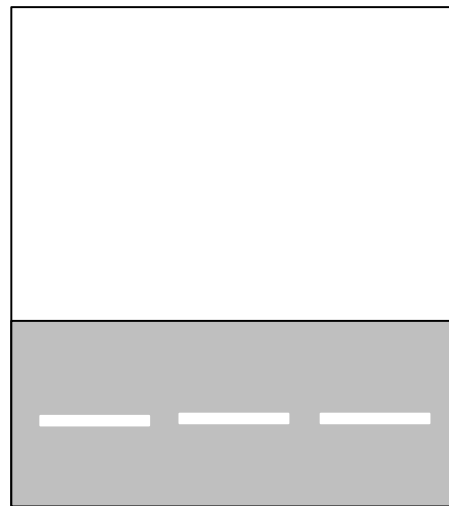
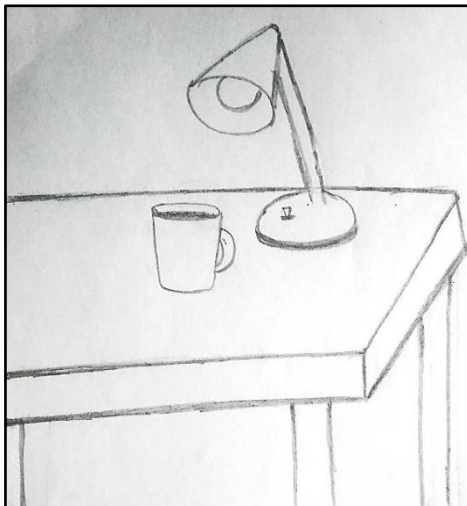
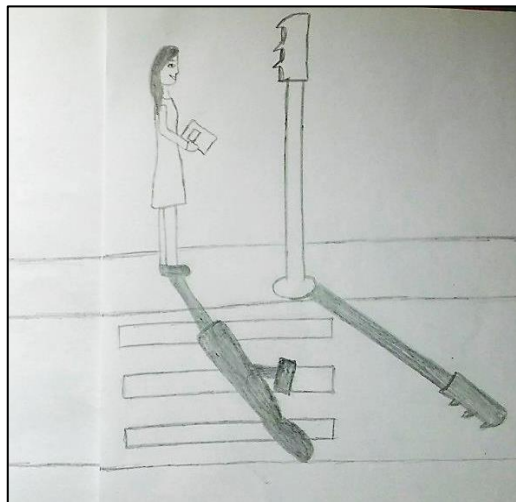
7. Αν ανοίξουμε την λάμπα, ποια από τα αντικείμενα θα φωτιστούν και γιατί; Ποια από αυτά θα μπορεί να δει το αγόρι;



8. Μπορείτε να βάλετε τα αντικείμενα στο σωστό τσουβάλι;  
μεμβράνη φαγητού, γυάλινο καπάκι κατσαρόλας, μεταλλικό καπάκι κατσαρόλας, πλαστικό δοχείο φαγητού, τούλι, σίτα.



9. Σε κάθε μία από τις παρακάτω εικόνες κάτι λείπει για να δημιουργηθεί η σκιά. Μπορείτε να γράψετε τι λείπει (η σκιά, η φωτεινή πηγή, το αντικείμενο); Σχεδιάστε τι λείπει σε κάθε εικόνα.



10. Αν στην σκιά από το φανάρι υπήρχε ένα κέρμα και εσείς βρισκόσασταν εκεί που βρίσκεται το κορίτσι θα βλέπατε το κέρμα και γιατί;

---

---

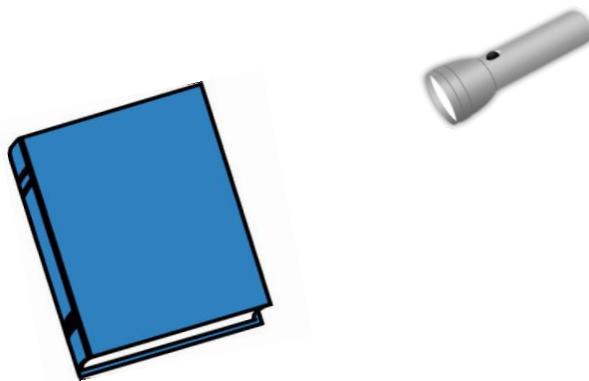
---

---

11. Σχεδιάστε την πορεία του φωτός όταν αυτό πέσει πάνω σε μία λεία επιφάνεια, όπως ένας καθρέφτης.



12. Σχεδιάστε την πορεία του φωτός όταν αυτό πέσει πάνω σε μία όχι λεία επιφάνεια, όπως το εξώφυλλο ενός βιβλίου.



13. Μπορείτε να περιγράψετε και να σχεδιάσετε την πορεία του φωτός ώστε το κορίτσι να δει το δέντρο και το λουλούδι;



## **Παράρτημα II: Ερωτηματολόγιο κινητοποίησης FAM πριν την παρέμβαση**

### **Εισαγωγικό κείμενο - ομάδα ελέγχου**

#### **Τι λέτε;**

Η Εργασία σας στην διάρκεια αυτής της σειράς μαθημάτων είναι να συζητήσετε σε ομάδες και να απαντήσετε σε μία σειρά ερωτήσεων σχετικές με το **φως**.

Για να το πετύχετε αυτό θα πρέπει να συνεργασθείτε και να συζητήσετε με τα μέλη της ομάδας σας για να απαντήσετε στις ερωτήσεις. Αφού όλα τα μέλη της ομάδας έχουν πει την γνώμη τους θα απαντήσετε σε κάθε ερώτηση καταγράφοντας την απόφασή σας στο φύλλο εργασίας της ομάδας σας.

Τώρα που έχετε μία ιδέα με τι θα ασχοληθείτε στην συνέχεια απαντήστε στο παρακάτω ερωτηματολόγιο.

### **Εισαγωγικό κείμενο - πειραματική ομάδα**

#### **Τι λέτε;**

Η Εργασία σας στην διάρκεια αυτής της σειράς μαθημάτων είναι να παίξετε ένα επιτραπέζιο παιχνίδι και να λύσετε ένα γρίφο απαντώντας σε ερωτήσεις για το **φως**.

Για να κερδίσετε τις άλλες ομάδες θα πρέπει η δική σας ομάδα να λύσει τον γρίφο και να πάρει τους περισσότερους πόντους.

Για να το πετύχετε αυτό θα πρέπει να συνεργασθείτε και να συζητήσετε με τα μέλη της ομάδας σας για να απαντήσετε στις ερωτήσεις. Αφού όλα τα μέλη της ομάδας έχουν πει την γνώμη τους θα απαντήσετε σε κάθε ερώτηση και έτσι θα συνεχίσετε το παιχνίδι μέχρι να βρείτε την λύση στον γρίφο.

Τώρα που έχετε μία ιδέα με τι θα ασχοληθείτε στην συνέχεια απαντήστε στο παρακάτω ερωτηματολόγιο.

	Όνομα:	Διαφωνώ Συμφωνώ
1	Μου αρέσει να βρίσκω λύσεις σε προβλήματα.	1 2 3 4 5 6 7
2	Νοιώθω ότι είμαι σε θέση να αντιμετωπίσω τις δυσκολίες που μπορεί να έχει αυτή η Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
3	Είναι πολύ πιθανό ότι δεν θα τα καταφέρω στην Εργασία αυτή.	1 2 3 4 5 6 7
4	Στην διάρκεια αυτής της Εργασίας περιμένω να μου αρέσει που θα μπαίνω στον ρόλο του ερευνητή που ψάχνει λύσεις σε προβλήματα.	1 2 3 4 5 6 7
5	Νοιώθω ότι ΠΡΕΠΕΙ να τα πάω καλά σε αυτή την Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
6	Αυτή η Εργασία με κάνει να θέλω να πετύχω σε αυτή.	1 2 3 4 5 6 7
7	Τώρα που ξέρω τι θα κάνουμε, νοιώθω μεγάλο ενδιαφέρον για την δουλειά που θα κάνουμε στην Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
8	Για μένα τον ίδιο/την ίδια είναι σημαντικό να δω πώς θα τα πάω σε αυτή την Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
9	Τρομάζω στην ιδέα ότι δουλεύοντας στην Εργασία αυτή θα κάνω τους άλλους να με κοροϊδέψουν.	1 2 3 4 5 6 7
10	Μια τέτοια Εργασία με κάνει να θέλω να βάλω όλες μου τις δυνάμεις σε αυτή.	1 2 3 4 5 6 7
11	Για την δουλειά μου σε αυτή την Εργασία δεν χρειάζομαι κάποια άλλη αμοιβή γιατί περιμένω να είναι πολύ διασκεδαστική για εμένα.	1 2 3 4 5 6 7
12	Θα νοιώσω πολύ άσχημα αν αποτύχω σε αυτή την Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
13	Νομίζω ότι ο καθένας μπορεί να τα πάει καλά σε μια τέτοια Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
14	Νοιώθω ότι δεν θα τα πάω καλά σε αυτή την Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
15	Το να τελειώσω με επιτυχία αυτή την Εργασία θα με κάνει να νοιώσω περήφανος για τον εαυτό μου.	1 2 3 4 5 6 7
16	Όταν σκέφτομαι την Εργασία που έχουμε να κάνουμε αισθάνομαι κάπως φοβισμένος για το πώς θα τα πάω.	1 2 3 4 5 6 7
17	Θα έδινα ακόμα και από τον ελεύθερο χρόνο μου για να δουλέψω σε μια τέτοια Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
18	Τρομάζω όταν σκέφτομαι πόσο θα δυσκολευτώ ώστε να πετύχω σε αυτή την Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7



## Παράρτημα II: Οι διατυπώσεις του FAM πριν την παρέμβασης ανά άξονα

Ο άξονας «ενδιαφέρον» περιελάμβανε τις διατυπώσεις:

Μου αρέσει να βρίσκω λύσεις σε προβλήματα (Διατύπωση 1).

Στην διάρκεια αυτής της Εργασίας περιμένω να μου αρέσει που θα μπαίνω στον ρόλο του ερευνητή που ψάχνει λύσεις σε προβλήματα (Διατύπωση 4).

Τώρα που ξέρω τι θα κάνουμε, νοιώθω μεγάλο ενδιαφέρον για την δουλειά που θα κάνουμε στην Εργασία (Διατύπωση 7).

Για την δουλειά μου σε αυτή την Εργασία δεν χρειάζομαι κάποια άλλη αμοιβή γιατί περιμένω να είναι πολύ διασκεδαστική για εμένα (Διατύπωση 11).

Θα έδινα ακόμα και από τον ελεύθερο χρόνο μου για να δουλέψω σε μια τέτοια Εργασία (Διατύπωση 17).

Ο άξονας «Πιθανότητα επιτυχίας» περιελάμβανε τις διατυπώσεις:

Νοιώθω ότι είμαι σε θέση να αντιμετωπίσω τις δυσκολίες που μπορεί να έχει αυτή η Εργασία (Διατύπωση 2).

Είναι πολύ πιθανό ότι δεν θα τα καταφέρω στην Εργασία αυτή (Διατύπωση 3).

Νομίζω ότι ο καθένας μπορεί να τα πάει καλά σε μια τέτοια Εργασία (Διατύπωση 13).

Νοιώθω ότι δεν θα τα πάω καλά σε αυτή την Εργασία (Διατύπωση 14).

Ο άξονας «άγχος» περιελάμβανε τις διατυπώσεις:

Νοιώθω ότι ΠΡΕΠΕΙ να τα πάω καλά σε αυτή την Εργασία (Διατύπωση 5).

Τρομάζω στην ιδέα ότι δουλεύοντας στην Εργασία αυτή θα κάνω τους άλλους να με κοροϊδέψουν (Διατύπωση 9).

Θα νοιώσω πολύ άσχημα αν αποτύχω σε αυτή την Εργασία (Διατύπωση 12).



Όταν σκέφτομαι την Εργασία που έχουμε να κάνουμε αισθάνομαι κάπως φοβισμένος για το πώς θα τα πάω (Διατύπωση 16).

Τρομάζω όταν σκέφτομαι πόσο θα δυσκολευτώ ώστε να πετύχω σε αυτή την Εργασία (Διατύπωση 18).

Ο άξονας «πρόκληση» περιελάμβανε τις διατυπώσεις:

Αυτή η Εργασία με κάνει να θέλω να πετύχω σε αυτή (Διατύπωση 6).

Για μένα τον ίδιο/την ίδια είναι σημαντικό να δω πώς θα τα πάω σε αυτή την Εργασία (Διατύπωση 8).

Μια τέτοια Εργασία με κάνει να θέλω να βάλω όλες μου τις δυνάμεις σε αυτή (Διατύπωση 10).

Το να τελειώσω με επιτυχία αυτή την Εργασία θα με κάνει να νοιώσω περήφανος για τον εαυτό μου (Διατύπωση 15).

### **Παράρτημα III: Ερωτηματολόγιο κινητοποίησης FAM μετά την παρέμβαση**

**Εισαγωγικό κείμενο - πειραματική ομάδα**

**Τι λέτε;**

Η Εργασία σας στην διάρκεια αυτής της σειράς μαθημάτων ήταν συζητώντας σε ομάδες να απαντήσετε σε διάφορες ερωτήσεις που έχουν σχέση με το **φως**.

Φέρτε για λίγο στο νου σας σκηνές από το πώς δουλέψατε με τους συμμαθητές σας, στην ομάδα σας, με το δάσκαλο και με όλη την τάξη.

Τώρα που το μάθημα τελείωσε, στο μέλλον ίσως σας αναθέσουν ξανά μια **Νέα Εργασία** με διαφορετική αποστολή αλλά με παρόμοιο τρόπο δουλειάς.

Έχοντας αυτή τη νέα Εργασία στο νου σας απαντήστε στο παρακάτω ερωτηματολόγιο.

**Εισαγωγικό κείμενο - ομάδα ελέγχου**

**Τι λέτε;**

Η Εργασία σας στην διάρκεια αυτής της σειράς μαθημάτων ήταν παίζοντας ένα παιχνίδι να απαντήσετε σε διάφορες ερωτήσεις που έχουν σχέση με το **φως**.

Φέρτε για λίγο στο νου σας σκηνές από το πώς δουλέψατε με τους συμμαθητές σας, στην ομάδα σας, με το δάσκαλο και με όλη την τάξη.

Τώρα που το παιχνίδι τελείωσε, στο μέλλον ίσως σας αναθέσουν ξανά μια **Νέα Εργασία** με διαφορετική αποστολή αλλά με παρόμοιο τρόπο δουλειάς.

Έχοντας αυτή τη νέα Εργασία στο νου σας απαντήστε στο παρακάτω ερωτηματολόγιο.

	Όνομα:	Διαφωνώ Συμφωνώ
1	Μου αρέσει να βρίσκω λύσεις σε προβλήματα.	1 2 3 4 5 6 7
2	Νοιώθω ότι είμαι σε θέση αντιμετωπίσω τις δυσκολίες που μπορεί να έχει η Νέα Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
3	Είναι πολύ πιθανό ότι δεν θα τα καταφέρω στη Νέα Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
4	Στην διάρκεια της Νέας Εργασίας θα μου αρέσει που θα μπαίνω στον ρόλο του ερευνητή που ψάχνει λύσεις σε προβλήματα.	1 2 3 4 5 6 7
5	Νοιώθω ότι ΠΡΕΠΕΙ να τα πάω καλά στη Νέα Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
6	Νοιώθω τη Νέα Εργασία σαν ένα δύσκολο έργο που όμως θέλω να το πετύχω.	1 2 3 4 5 6 7
7	Νοιώθω μεγάλο ενδιαφέρον για την δουλειά που θα κάνουμε στη Νέα Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
8	Θέλω πολύ να δω πως θα τα πάω και στη Νέα Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
9	Φοβάμαι μήπως δεν δουλέψω καλά στη Νέα Εργασία και οι άλλοι με κοροϊδέψουν.	1 2 3 4 5 6 7
10	Αν η Νέα Εργασία μοιάζει με αυτό το παιχνίδι, θα βάλω όλες μου τις δυνάμεις σε αυτή την Νέα Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
11	Η δουλειά μου στη Νέα Εργασία θα είναι από μόνη της η ανταμοιβή μου γιατί περιμένω να είναι πολύ διασκεδαστική για εμένα.	1 2 3 4 5 6 7
12	Θα νοιώσω πολύ άσχημα αν αποτύχω στη Νέα Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
13	Νομίζω ότι ο καθένας μπορεί να τα πάει καλά σε τέτοιες Εργασίες.	1 2 3 4 5 6 7
14	Νοιώθω ότι δεν θα τα πάω καλά στη Νέα Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
15	Το να τελειώσω με επιτυχία τη Νέα Εργασία θα με κάνει να νοιώσω περήφανος για τον εαυτό μου.	1 2 3 4 5 6 7
16	Όταν σκέφτομαι τη Νέα Εργασία που έχουμε να κάνουμε αισθάνομαι κάπως φοβισμένος για το πώς θα τα πάω.	1 2 3 4 5 6 7
17	Θα έδινα ακόμα και από τον ελεύθερο χρόνο μου για να δουλέψω σε μια τέτοια Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7
18	Τρομάζω όταν σκέφτομαι πόσο θα δυσκολευτώ ώστε να πετύχω στη Νέα Εργασία.	1 2 3 4 5 6 7

## Παράρτημα IV: Φύλλα εργασίας κατά την διδασκαλία (1<sup>η</sup> διδακτική ώρα)

Όνομα ομάδας:

Ημερομηνία:

Μέλη ομάδας:

### Οι Φωτεινές Πηγές κάνουν απεργία!

Μια ωραία ημέρα ξημερώνει στην Φωτεινούπολη. Οι άνθρωποι πηγαίνουν στις δουλειές τους, τα μικρά παιδιά ξεκινούν το δρόμο τους για το σχολείο και όλα δείχνουν φυσιολογικά σε αυτή την ήρεμη και χαρούμενη πόλη. Κανείς δεν φανταζόταν αυτό που θα ακολουθούσε...

Ο δήμαρχος φτάνει στο γραφείο του, βρίσκει μια επιστολή, την ανοίγει και με μια αίσθηση φόβου διαβάζει:

Φωτεινούπολη, 13 Απριλίου 2016

Αγαπητέ κύριε Δήμαρχε,

Σας στέλνουμε αυτή την επιστολή για να σας προειδοποιήσουμε σχετικά με τις αποφάσεις που λάβαμε στο συμβούλιό μας, εμείς οι Φωτεινές Πηγές. Εδώ και πολύ καιρό νιώθουμε ότι εσείς οι άνθρωποι μας θεωρείτε δεδομένες και γι αυτό αποφασίσαμε να κάνουμε απεργία. Αν δεν θεωρείτε ότι είμαστε αναγκαίες, θα αποχωρήσουμε από την πόλη σας και θα σας αφήσουμε να συνεχίσετε τη ζωή σας χωρίς εμάς...

Με εκτίμηση,

Ο Ήλιος, τα αστέρια, οι λάμπες

και οι υπόλοιπες Φωτεινές Πηγές

Έντρομος ο δήμαρχος δίνει εντολή στο γραμματέα του να συγκαλέσει γενικό δημοτικό συμβούλιο.

[...] Στο συμβούλιο:

- Δήμαρχος: Ησυχία! Αρχίζει η συνεδρίαση του δημοτικού συμβουλίου για το θέμα των Φωτεινών Πηγών. Κατά τη γνώμη μου πρέπει να σκεφτούμε πολύ σοβαρά την προειδοποίηση των Φωτεινών Πηγών. Δε νομίζω ότι θα μπορούσαμε να ζήσουμε χωρίς τις Φωτεινές Πηγές για την υπόλοιπη ζωή μας. Κατ' αρχήν δε θα μπορούμε να βλέπουμε. Φαντάζεστε πώς θα είναι μια τέτοια ζωή; Μια ζωή χωρίς φως; Δε θα βλέπουμε πέρα από τη μύτη μας!
- Αντιδήμαρχος: Πολύ τραγικά τα περιγράφεις κύριε δήμαρχε. Δεν είναι έτσι τα πράγματα. Εγώ διαφωνώ. Πού ακούστηκε οι Φωτεινές Πηγές να διαμαρτύρονται και μάλιστα να απειλούν να φύγουν; Οι Φωτεινές Πηγές ήταν και θα είναι για πάντα στην υπηρεσία των ανθρώπων...
- Δήμαρχος: Δεν είμαι τόσο σίγουρος κύριε αντιδήμαρχε.
- Αντιδήμαρχος: Εγώ προτείνω να μην ακούσουμε τις Φωτεινές Πηγές. Εξάλλου ποιος είπε ότι χωρίς αυτές δε μπορούμε να δούμε; Εγώ νομίζω ότι η ζωή μας θα είναι το ίδιο εύκολη και χωρίς αυτές...

Οι Φωτεινές Πηγές ξεκίνησαν σιγά σιγά μία μία να σβήνουν. Πρώτα έσβησε ο Ήλιος. Οι άνθρωποι τρόμαξαν πολύ αλλά μπορούσαν να δουν. Μετά έσβησε....

1. Συμφωνείτε με την άποψη του δημάρχου ή του αντιδημάρχου και γιατί; Θα υπήρχε φως χωρίς τις Φωτεινές Πηγές; Θα βλέπαμε χωρίς φως; Συζητείστε στην ομάδα σας και καταγράψτε την κοινή σας απόφαση.

---

---

---

---

2. Πειραματιστείτε! Μέσα στο κουτί είναι γραμμένο ένα μήνυμα από τις Φωτεινές πηγές. Ένας ένας με την σειρά κοιτάξτε από την αριστερή τρύπα. Βλέπετε το μήνυμα; Τι χρειάζεστε για να δείτε το μήνυμα; Συζητήστε και καταγράψτε την απόφαση της ομάδας σας.

---

---

---

3. Τελικά μπορούμε να δούμε αν δεν υπάρχουν οι φωτεινές πηγές και γιατί; Συζητήστε και γράψτε την απόφαση της ομάδας σας.

---

---

---

---

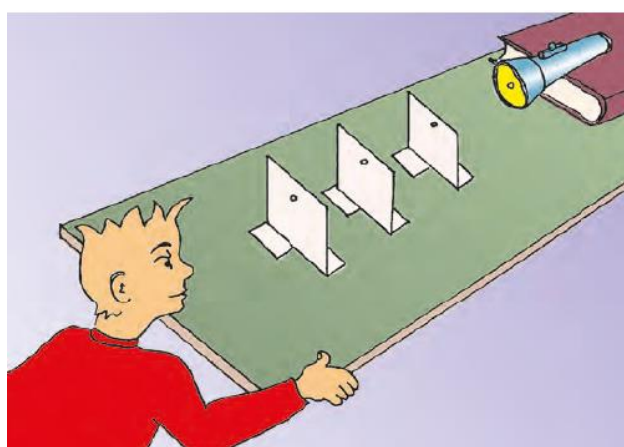
4. Μπορείτε να βρείτε πού ταιριάζει το κάθε αντικείμενο στον παρακάτω πίνακα βάζοντας ☐ στην σωστή στήλη; Συζητήστε στην ομάδα σας και συμπληρώστε τον πίνακα.

Αντικείμενο	Φωτίζει	Φωτίζεται από κάτι άλλο
Το Φεγγάρι		
Η φωτιά		
Το δέντρο		
Το αυτοκίνητο		
Η λάμπα		
Τα αστέρια		
Η πυγολαμπίδα		
Ο κεραυνός		
Η θάλασσα		
Το τραπέζι		
Ο Ήλιος		

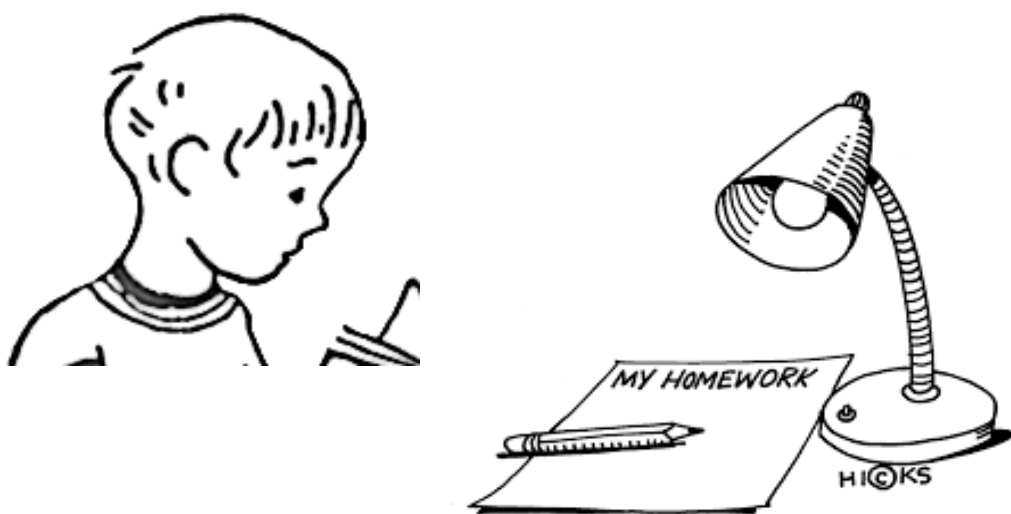
5. Φανταστείτε το πείραμα! Καλύπτουμε το λαμπάκι με το σουρωτήρι. Μετά με το σφουγγάρι ρίχνουμε σκόνη κιμωλίας πάνω από το σουρωτήρι. Ποια είναι η πορεία του φωτός; Μπορείτε να την σχεδιάσετε στην δεύτερη εικόνα; Συζητήστε και καταγράψτε την απόφασή της ομάδας σας.
- 
- 
- 
- 



6. Πώς πρέπει να τοποθετήσει το αγόρι τα χαρτόνια ώστε το φως του φακού να φτάνει στα μάτια του; Χρησιμοποιώντας ένα χάρακα ένας από την ομάδα να σχεδιάσει στην εικόνα την πορεία του φωτός από τον φακό. Γιατί πρέπει να χρησιμοποιήσετε χάρακα; Συζητήστε και καταγράψτε την απόφαση της ομάδας σας.
- 
- 
- 
- 



7. Το «ταξίδι» του φωτός ξεκινάει από μία πηγή, αλλά πού πάει; Να συζητήσετε στην ομάδα σας, να γράψετε και να σχεδιάσετε το «ταξίδι» του φωτός ώστε το αγόρι να δει το μολύβι.



8. Τα σημεία Α, Β, Γ, Δ και Ε είναι αντικείμενα πάνω σε ένα θρανίο. Συζητήστε στην ομάδα σας και καταγράψτε ποια από τα αντικείμενα αυτά φωτίζονται από το κερί και γιατί;



9. Συμπληρώστε ο **καθένας μόνος του** τις προτάσεις.

Σήμερα μάθαμε ότι χωρίς φωτεινές πηγές δεν υπάρχει ..... και χωρίς φως δεν μπορούμε να .....

Επίσης μάθαμε για το «ταξίδι» του Φωτός. Το Φως ταξιδεύει .....και προς ..... κατευθυνσ ....

Για να δούμε ένα αντικείμενο, το φως ξεκινά από μία ..... , πέφτει πάνω στο ..... και μετά φτάνει στο .....

## Παράρτημα V: Φύλλα εργασίας κατά την διδασκαλία (2<sup>η</sup> διδακτική ώρα)

Όνομα ομάδας:

Ημερομηνία:

Μέλη ομάδας:

1. Θέλετε να **κρύψετε** κάτι πίσω από ένα παραβάν. Με ποιο από τα παρακάτω υλικά θα φτιάχνατε το παραβάν και γιατί; Με ξύλο, με ρυζόχαρτο ή με ένα τζάμι; Συζητήστε και γράψτε την απόφαση της ομάδας σας.

2. Με ποιο από τα παρακάτω υλικά θα φτιάχνατε το παραβάν **αν θέλατε να βλέπετε** τι είναι από πίσω και γιατί; Με ξύλο, με ρυζόχαρτο ή με ένα τζάμι; Συζητήστε και γράψτε την απόφαση της ομάδας σας.

3. Με ποιο από τα παρακάτω υλικά θα φτιάχνατε το παραβάν **αν θέλατε να μην φαίνεται καθαρά** τι υπάρχει από πίσω και γιατί; Με ξύλο, με ρυζόχαρτο ή με ένα τζάμι; Συζητήστε και γράψτε την απόφαση της ομάδας σας.

4. Συζητήστε στην ομάδα σας και βάλτε ☐ στην σωστή στήλη για κάθε υλικό;

Υλικό	Βλέπουμε τι υπάρχει από πίσω	Δεν βλέπουμε καθαρά τι υπάρχει από πίσω	Δεν βλέπουμε καθόλου τι υπάρχει από πίσω
Άχρωμη ζελατίνα			
Χρωματιστή ζελατίνα			
Αλουμινόχαρτο			
Λευκό χαρτόνι			
Ρυζόχαρτο			

5. Δώστε ονόματα στις κατηγορίες. Γράψτε ο καθένας τις ιδέες του.

Υλικά που **μπορούμε να δούμε** τι κρύβεται από πίσω (2<sup>η</sup> στήλη) \_\_\_\_\_

Υλικά που **δεν βλέπουμε καθαρά** τι υπάρχει από πίσω (3<sup>η</sup> στήλη) \_\_\_\_\_

Υλικά που **δεν μπορούμε να δούμε** καθόλου τι κρύβεται από πίσω (4<sup>η</sup> στήλη) \_\_\_\_\_

6. Είδαμε ότι τα υλικά γύρω μας μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες: σε αυτά που μας αφήνουν να δούμε τι υπάρχει από πίσω τους, σε αυτά

.....και σε αυτά .....



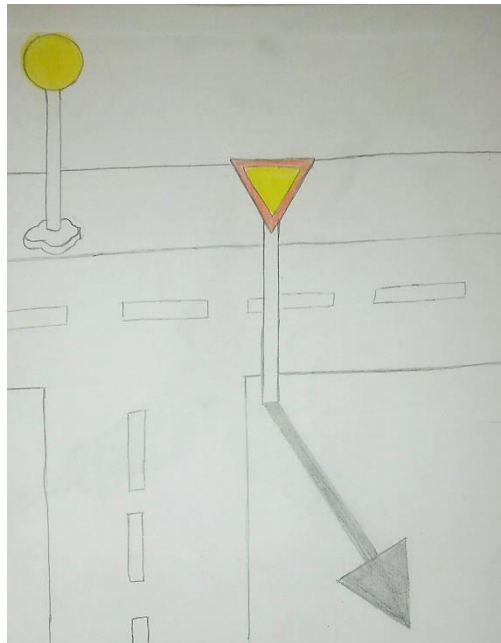
## Παράρτημα VI: Φύλλα εργασίας κατά την διδασκαλία (2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> διδακτική ώρα)

Όνομα ομάδας:

Ημερομηνία:

Μέλη ομάδας:

1. Παρατηρείστε την εικόνα. Τι δεν πάει καλά με την σκιά στην εικόνα; Συζητείστε και καταγράψτε την απόφαση της ομάδας σας.



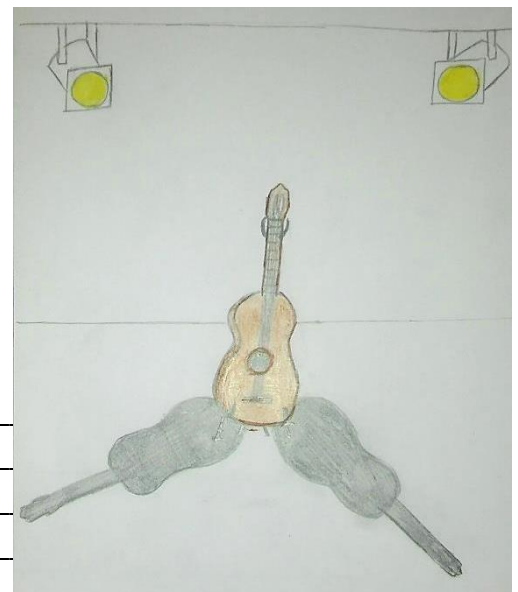
---

---

---

---

2. Παρατηρείστε την εικόνα. Τι βλέπετε; Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί υπάρχουν δύο σκιές; Συζητείστε και καταγράψτε την απόφαση της ομάδας σας.



---

---

---

---

3. Πώς σχηματίζεται μία σκιά; Τι είναι απαραίτητο για να σχηματιστούν σκιές; Συζητήστε και καταγράψτε την απόφαση της ομάδα σας. Αν θέλετε κάντε και ένα σχέδιο για να εξηγήσετε την σκέψη σας.

---

---

---

4. Βρίσκεστε σε ένα πάρκο, είναι **μεσημέρι** και κάθεστε στην σκιά ενός δέντρου, στην σκιά του ίδιου δέντρου βρίσκεται ένα λουλούδι. Μπορείτε να δείτε το λουλούδι και γιατί; Συζητήστε και καταγράψτε την απόφαση της ομάδα σας.

---

---

---

5. **Βράδιασε** και δεν υπάρχει κάποια λάμπα στο πάρκο, είναι σκοτάδι. Μπορείτε να δείτε το λουλούδι και γιατί; Συζητήστε και καταγράψτε την απόφαση της ομάδα σας.

---

---

---

6. **Βράδιασε**, μία **λάμπα** του πάρκου ρίχνει φως στο δέντρο και σχηματίζεται η σκιά του. Μπορείτε να δείτε το λουλούδι που βρίσκεται στη σκιά του δέντρου και γιατί; Συζητήστε και καταγράψτε την απόφαση της ομάδα σας.

---

---

---

7. Ποια από τα υλικά του πίνακα μπορούν να σχηματίζουν σκιές; Συζητήστε στην ομάδα σας και βάλτε ☑ στην σωστή στήλη.

Υλικό	Σχηματίζεται σκιά		Δεν σχηματίζεται σκιά	
	Πριν την δοκιμή	Μετά την δοκιμή	Πριν την δοκιμή	Μετά την δοκιμή
Άχρωμη ζελατίνα				
Χρωματιστή ζελατίνα				
Αλουμινόχαρτο				
Λευκό χαρτόνι				
Ρυζόχαρτο				

8. Δοκιμάστε τις ιδέες σας! Μαντέψατε σωστά; Συμπληρώστε την στήλη με τίτλο «Μετά την δοκιμή». Ποιο κοινό χαρακτηριστικό έχουν τα υλικά που επιτρέπουν τον σχηματισμό σκιάς; Συζητήστε και γράψτε την απόφαση της ομάδας σας.

---



---



---



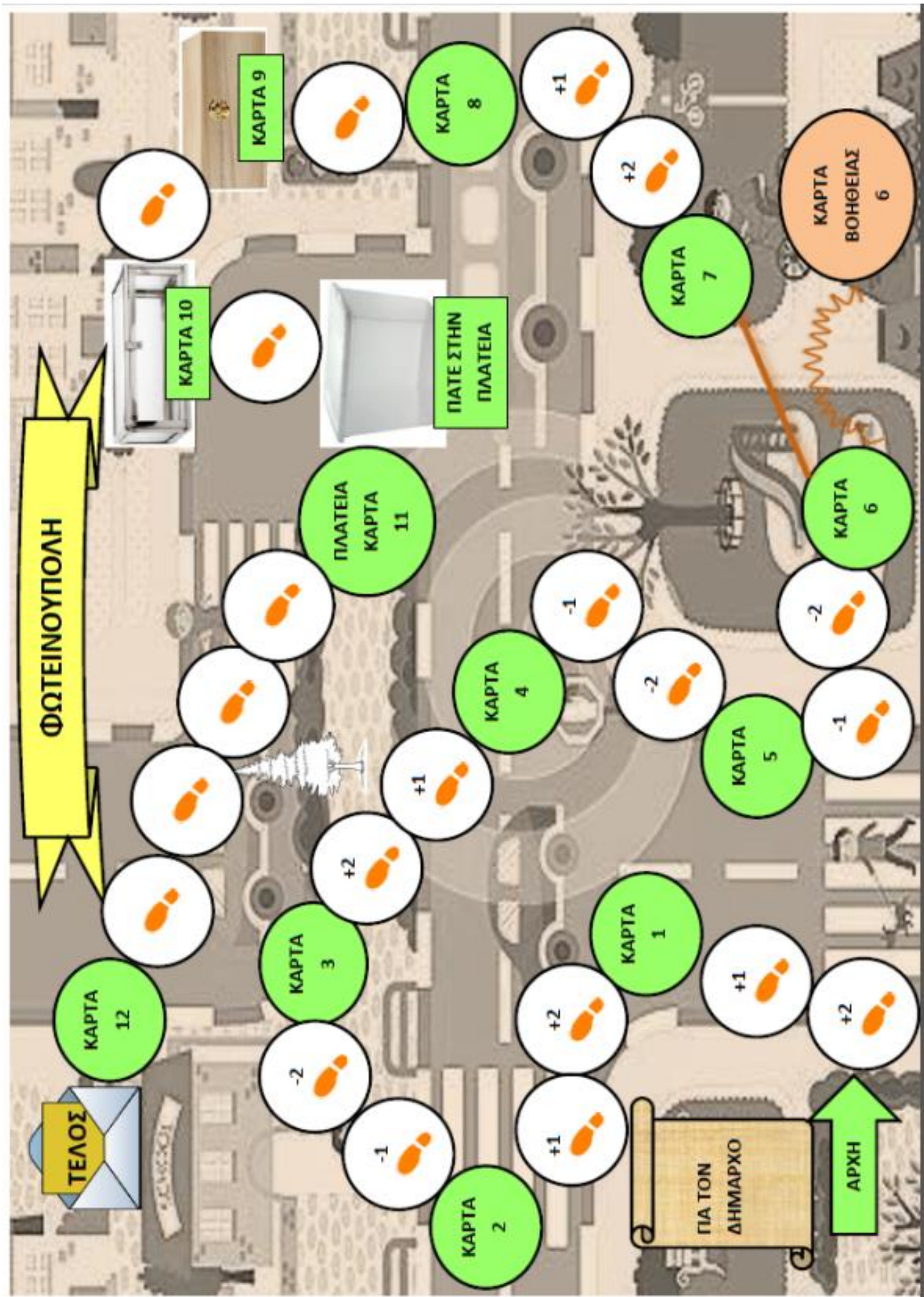
---



---

9. Σχεδιάστε ο καθένας μόνος του ό, τι είναι απαραίτητο για να σχηματιστεί μία σκιά;

## Παράρτημα VII: Επιτραπέζιο παιχνίδι - Ταμπλό



## Παράρτημα VIII: Επιτραπέζιο παιχνίδι – Εισαγωγική ιστορία και Κάρτες δραστηριοτήτων

Φωτεινούπολη, 12 Απριλίου 2016

Αγαπητέ κύριε Δήμαρχε,

Σας στέλνουμε αυτή την επιστολή για να σας προειδοποιήσουμε σχετικά με τις αποφάσεις που λάβαμε εμείς οι Φωτεινές Πηγές. Εδώ και πολύ καιρό νιώθουμε ότι εσείς οι άνθρωποι μας θεωρείτε δεδομένες και γι αυτό αποφασίσαμε να κάνουμε απεργία. Αν δεν θεωρείτε ότι είμαστε αναγκαίες, θα αποχωρήσουμε από την πόλη σας και θα σας αφήσουμε να συνεχίσετε τη ζωή σας χωρίς εμάς...

Με εκτίμηση,

Ο Ήλιος, τα αστέρια, οι λάμπες

και οι υπόλοιπες Φωτεινές Πηγές

Έντρομος ο δήμαρχος δίνει εντολή στο γραμματέα του να συγκαλέσει γενικό δημοτικό συμβούλιο.

[...] Στο συμβούλιο:

- Δήμαρχος: Κατά τη γνώμη μου πρέπει να σκεφτούμε πολύ σοβαρά την προειδοποίηση των Φωτεινών Πηγών. Δε νομίζω ότι θα μπορούσαμε να ζήσουμε χωρίς αυτές. Κατ' αρχήν χωρίς αυτές δεν θα υπήρχε φως και χωρίς φως δε θα μπορούμε να βλέπουμε. Φαντάζεστε πώς θα είναι μια τέτοια ζωή;
- Αντιδήμαρχος: Πολύ τραγικά τα περιγράφεις κύριε δήμαρχε. Εγώ διαφωνώ. Εγώ νομίζω ότι και φως θα υπάρχει και θα βλέπουμε μια χαρά...

Βοηθείστε τους κατοίκους της πόλης να βρουν τις φωτεινές πηγές. Σε αυτό θα σας βοηθήσουν τα στοιχεία που θα μαζέψετε. Ακολουθήστε τους κανόνες, ρίξτε το ζάρι και το παιχνίδι ξεκινά!

1.

Συμφωνείτε με την άποψη του δημάρχου ότι χωρίς φωτεινές πηγές δεν θα υπάρχει φως και χωρίς φως δεν θα βλέπουμε ή με την άποψη του αντιδημάρχου;

Αν συμφωνείτε με την άποψη του δημάρχου πάρτε 5 πόντους και ξαναρίξτε το ζάρι.

Αν συμφωνείτε με την άποψη του αντιδημάρχου ανταλλάξτε 2 πόντους με την κάρτα βοήθειας 1.

2.

Η άποψη του δημάρχου είναι ότι για να δούμε πρέπει να υπάρχει το .....

Αν δεν μπορείτε να το βρείτε ανταλλάξτε 2 πόντους με την κάρτα βοήθειας 3.

Αν το βρήκατε πάρτε 5 πόντους.  
Η λέξη που βρήκατε είναι το πρώτο στοιχείο.

Προχωρήστε τόσα βήματα όσα τα γράμματα της λέξης.

3.

Όλοι πείστηκαν ότι οι φωτεινές πηγές είναι απαραίτητες για να υπάρχει φως και να βλέπουμε. Δεν έχουν όμως στοιχεία για να τις βρουν μόνο ένα σημείωμα που γράφει.

Για να μας βρείτε πρέπει να συγκεντρώσετε τα στοιχεία. Βρείτε στο κρυπτόλεξο 3 αντικείμενα που φωτίζουν και 2 που φωτίζονται από άλλα. Τα αρχικά των λέξεων είναι πιο έντονα και αν τα ενώσετε σας δίνουν το δεύτερο στοιχείο.

Ο	Υ	Ρ	Γ	Ε	Φ	Α
Ρ	Φ	Ω	Τ	Ι	Α	Μ
Ο	Η	Σ	Κ	Α	Λ	Α
Φ	Κ	Λ	Ι	Σ	Ν	Ο
Ο	Ε	Κ	Π	Β	Ι	Ρ
Σ	Ρ	Α	Τ	Μ	Α	Γ
Σ	Ι	Ε	Χ	Ι	Ω	Ι
Α	Σ	Τ	Ε	Ρ	Ι	Α

Στοιχείο:.....

Αν βρήκατε το στοιχείο πάρτε 5 πόντους και ξαναρίξτε το ζάρι.

Αν δυσκολεύστε ανταλλάξτε 2 πόντους με την κάρτα βοήθειας 4.

4.

Ο Ήλιος έχει φύγει και είναι σκοτάδι. Οι φωτεινές πηγές έκρυψαν ένα μήνυμα μέσα σε ένα κουτί. Αν κοιτάξετε ένας ένας μέσα στο κουτί βλέπετε το μήνυμα. Για να δείτε το μήνυμα χρειάζεστε .....από τον φακό.

Πάρτε 5 πόντους και προχωρήστε μπροστά τόσα βήματα όσες είναι τα γράμματα της λέξης που βρήκατε.

Αν δεν μπορείτε να βρείτε την λέξη, ανταλλάξετε 2 πόντους με την κάρτα βοήθειας 5.

6.

Ο δήμαρχος βρέθηκε σε ένα σταυροδρόμι. Σκέφτηκε να ακολουθήσει τον δρόμο που θα μοιάζει περισσότερο με την πορεία του φωτός από μία φωτεινή πηγή προς ένα αντικείμενο.

Ποιον θα διαλέξει; Ακολουθήσε και εσύ αυτόν τον δρόμο.

5.

Ο δήμαρχος ψάχνει για τις φωτεινές πηγές σε ένα υπόγειο κρατώντας ένα φακό.

Ποια από τα αντικείμενα φωτίζονται από το φως του φακού (εκτός από το ράφι);

Πάρτε 5 πόντους και προχωρήστε μπροστά τόσα βήματα όσα τα αντικείμενα που φωτίζονται.



7.

Πάρτε 5 πόντους.

Σχεδιάστε την πορεία του φωτός ώστε ο δήμαρχος να βλέπει το βάζο.

Μετά κοιτάξετε την κάρτα βοήθειας 7.

Αν το σχέδιό σας είναι ίδιο πάρτε 5 πόντους και ρίξτε το ζάρι.

Αν το σχέδιό σας δεν είναι ίδιο πάρτε 2 πόντους και ρίξτε το ζάρι.



8.

Αν οι φωτεινές πηγές ήθελαν να κρύψουν ένα στοιχείο, σε ποιο από τα τρία κουτιά θα το έβαζαν σε ένα ξύλινο, σε ένα πλαστικό ή σε ένα γυάλινο κουτί για να μην το δουν οι άνθρωποι;

Πηγαίνετε στο βήμα με το κουτί που διαλέξατε.



9.

Αν οι φωτεινές πηγές ήθελαν να βάλουν ένα στοιχείο σε ένα κουτί για να φαίνεται καθαρά, θα το έβαζαν σε ένα ξύλινο, σε ένα πλαστικό ή σε ένα γυάλινο κουτί;

Πηγαίνετε στο βήμα με το κουτί που διαλέξατε.



10.

Αν οι φωτεινές πηγές ήθελαν να βάλουν ένα στοιχείο σε ένα κουτί για να μην φαίνεται τόσο καθαρά τι είναι μέσα, θα το έβαζαν σε ένα ξύλινο, σε ένα πλαστικό ή σε ένα γυάλινο κουτί;

Πηγαίνετε στο βήμα με το κουτί που διαλέξατε και διαβάστε το μήνυμα κάτω από το κουτί.



11.

Το δέντρο αυτό βρίσκεται στην πλατεία. Τι λείπει για να σχηματιστεί η σκιά του δέντρου. Σχεδιάστε τι λείπει και την σκιά του δέντρου.

Αν βρήκατε την λέξη προχωρήστε τόσα βήματα όσα τα γράμματα της λέξης (Αυτό που ψάχνετε ξεκινάει από Η).

Αν δεν βρήκατε τι λείπει, ανταλλάξτε 2 πόντους με μία κάρτα βοήθειας 8.





12.

Στην σκιά του ίδιου δέντρου υπάρχει ένας φάκελος. Ο δήμαρχος βλέπει το δέντρο και την σκιά του δέντρου. Μπορεί να δει τον φάκελο;

Αν ναι πάρτε την κάρτα με το !

Αν όχι ανταλλάξτε 2 πόντους με την κάρτα βοήθειας 9.

## Παράρτημα ΙΧ: Επιτραπέζιο παιχνίδι –Κάρτες βοήθειας

1.

Άρχισαν μία μία να σβήνουν όλες οι φωτεινές πηγές. Όταν θα σβήσουν όλες θα υπάρχει φως;

Αν δεν θα υπάρχει φως ξαναρίξτε το ζάρι.

Αν θα υπάρχει φως ανταλλάξτε 2 πόντους με την κάρτα βοήθειας 2.

2.

Αν δεν υπάρχει λάμπα σε ένα δωμάτιο και είναι βράδυ, θα υπάρχει φως;

Αν ναι ξανασκεφτείτε την προηγούμενη ερώτηση και ξαναρίξτε το ζάρι.

Αν όχι ξαναρίξτε το ζάρι.

3.

Χωρίς αυτό δεν μπορούμε να δούμε.

Αυτό που ψάχνουμε ξεκινάει από Φ.

Προχωρήστε τόσα βήματα όσα τα γράμματα της λέξης.

4.

Ψάχνετε 3 αντικείμενα που φωτίζουν:

Φωτιά

Κερί

Αστέρια

Και 2 αντικείμενα που φωτίζονται από άλλες:

Σκάλα

Όροφος

Προσπαθήστε ξανά να βρείτε το στοιχείο και ξαναρίξτε το ζάρι.

5.

Αυτό που ψάχνουμε είναι το ίδιο με το πρώτο σας στοιχείο.

Προχωρήστε τόσα βήματα όσα τα γράμματα της λέξης.

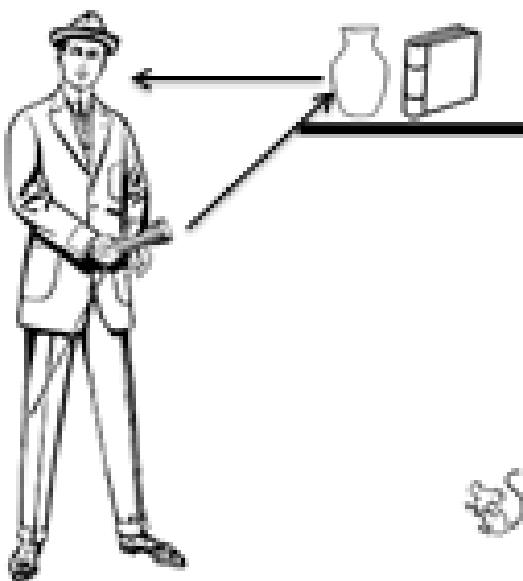
6.

Για να απαντήσετε σκεφτείτε ότι αν θέλουμε να σχεδιάσουμε την πορεία του φωτός χρειαζόμαστε χάρακα.

Πηγαίνετε στο προηγούμενο βήμα και ξαναδιαλέξτε πορεία.

7.

Το φως ξεκινάει από μία φωτεινή πηγή, συναντά ένα αντικείμενο και αλλάζει πορεία φτάνοντας στα μάτια μας. Έτσι βλέπουμε το αντικείμενο (βάλζο).



8.

Αυτό που ψάχνετε μας φωτίζει την ημέρα και ξεκινάει από Η.

Προχωρήστε τόσα βήματα όσα τα γράμματα της λέξης που βρήκατε.

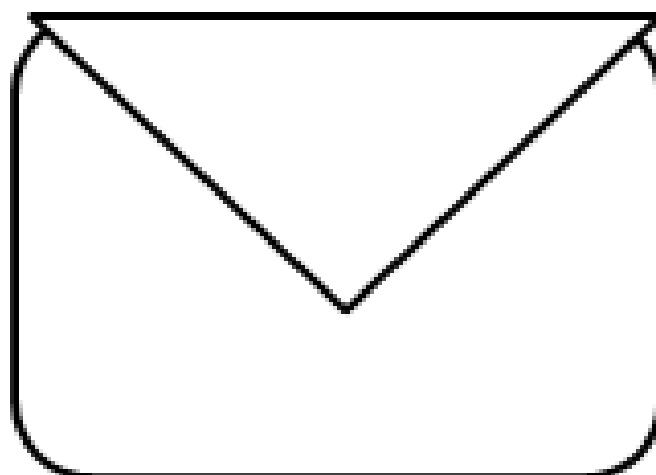
9.

Το καλοκαίρι στην παραλία όταν κάθεστε στην σκιά της ομπρέλας βλέπετε τα άλλα αντικείμενα που είναι και αυτά στην σκιά της ομπρέλας;

Ξανασκεφτείτε την προηγούμενη ερώτηση.

!

Ανοίξτε τον φάκελο.



Μπράβο! Τα καταφέρατε!

## Παράρτημα Χ: Κανόνες παιχνιδιού

### «Φωτεινούπολη»

#### Κανόνες

Στόχος παιχνιδιού: να φτάσετε στο «ΤΕΛΟΣ» απαντώντας στις ερωτήσεις και μαζεύοντας πόντους.

Κερδίζει η ομάδα που στο τέλος θα έχει τους περισσότερους πόντους.

#### Οδηγίες

- Βάλτε το πιόνι της ομάδας σας στην «ΑΡΧΗ», διαβάστε το γράμμα για τον δήμαρχο και ρίξτε το ζάρι.
- Κάθε ομάδα ξεκινάει με 10 πόντους.
- Ρίχνετε το ζάρι μόνο όταν το γράφει η κάρτα.
- Παίρνετε πόντους μόνο όταν το γράφει η κάρτα.

- Αν πάνω στο ταμπλό σταματήσετε σε ένα άσπρο κυκλάκι πάτε μπροστά ή πίσω τόσα βήματα όσα λέει ο αριθμός.
- Αν πάνω στο ταμπλό σταματήσετε σε ένα πράσινο κυκλάκι πάρτε την κάρτα με τον ίδιο αριθμό (πράσινο χρώμα).
- Σε κάποια σημεία μπορείτε να ανταλλάξετε 2 πόντους με την κάρτα βοήθειας που σας λέει η κάρτα.

**Καλή διασκέδαση!**

Αν στο ζάρι τύχει:



→ Ξαναρίξτε το ζάρι

**+1Π**

→ Πάρτε 1 πόντο και ξαναρίξτε το ζάρι

**-1Π**

→ Αφαιρέστε 1 πόντο και ξαναρίξτε το ζάρι

**+1B**

→ Προχωρήστε 1 βήμα

**+2B**

→ Προχωρήστε 2 βήματα

**+3B**

→ Προχωρήστε 3 βήματα