



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



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
« ΠΑΙΔΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΚΑΙ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ »**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΙΚΤΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΝΗΣΙΑΓΩΓΕΙΟ ΜΕ ΤΗΝ  
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΧΥΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΕΠΑΦΩΝ**

**ΝΤΕΤΣΙΚΑ ΕΡΜΙΟΝΗ**

**A.M.: 4232017017**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

<b>ΦΕΣΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΑΝΑΠ/ΤΗΣ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ</b>	<b>ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ</b>
<b>ΣΚΟΥΜΠΟΥΡΔΗ ΧΡΥΣΑΝΘΗ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ</b>	<b>ΜΕΛΟΣ</b>
<b>ΣΟΥΛΤΑΝΑ ΚΑΦΟΥΣΗ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ</b>	<b>ΜΕΛΟΣ</b>

**ΡΟΔΟΣ, 2020**

---

Η έγκριση της παρούσης Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως.

## Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασία θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω τον κ. Φεσάκη, καθηγητή του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για τη συνολική συνεργασία, την εποπτεία, την καθοδήγηση και την υποστήριξη, ώστε να οργανωθεί και να υλοποιηθεί αυτή η έρευνα.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τα εκπαιδευτήρια Μαίρη Αργύρη- Λαιμού και ιδιαίτερα τα τμήματα προσχολικής αγωγής, με τα οποία συνεργάστηκα για την εφαρμογή του παιχνιδιού, την διοίκηση, τους εκπαιδευτικούς και συνεργάτες, που περιέβαλαν με μεγάλο ενδιαφέρον την διαδικασία της υλοποίησης και προέβησαν στην απαραίτητη τροποποίηση του σχολικού προγράμματος. Δεν θα μπορούσα να παραλείψω θερμές ευχαριστίες στα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα με ενδιαφέρον και όρεξη, αλλά και τους γονείς των παιδιών αυτών που έδωσαν τη συναίνεσή τους.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την ηθική υποστήριξη και ιδιαίτερα τους Κωνσταντίνο Ραΐλη, Πέτρο Πλαγιαννάκο και Κωνσταντίνο Τριανταφύλλου για την βοήθειά τους κατά την δημιουργία του ψηφιακού παιχνιδιού.

## Περίληψη

Η ανάπτυξη και επίδραση των ψηφιακών και τεχνολογικών μέσων στην εκπαίδευση, είναι ένα πεδίο έρευνας που έχει απασχολήσει αρκετά την επιστημονική κοινότητα τις τελευταίες δεκαετίες. Ένα μέρος της ερευνητικής δραστηριότητας αφορά στον τρόπο που ο χρήστης θα επιδράσει στο ψηφιακό υλικό και στα παιδαγωγικά οφέλη που αυτός συνεπάγεται. Έτσι έχουν διαμορφωθεί δύο μεγάλες κατηγορίες διεπαφών που επιτρέπουν την χειρισμό των ψηφιακών μέσων. Η μια κατηγορία αφορά στις εικονικές διεπαφές (Graphical User Interfaces), οι οποίες μέσω εικονιδίων σε μια οθόνη παρέχουν τη δυνατότητα χειρισμού του υλικού. Η επιλογή των εικονιδίων εντολών γίνεται μέσω ποντικού, μέσω οθόνης αφής ή του πληκτρολογίου. Η δεύτερη κατηγορία αφορά στις απτικές διεπαφές (Tangible User Interfaces). Ως απτικές διεπαφές θεωρούνται αντικείμενα ή κατασκευές, που έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν με κάποιο ψηφιακό μέσο και να μεταφέρουν εντολές.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μια σύγκριση των δύο αυτών διεπαφών σχετικά με την αποτελεσματικότητα και τα παιδαγωγικά οφέλη, σε σχέση με την εκμάθηση των αριθμών. Η εργασία αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση για τα παιδαγωγικά οφέλη της χρήσης απτικών διεπαφών και ειδικότερα την πλακέτα Makey Makey. Στη συνέχεια παρουσιάζονται θεωρητικά και ερευνητικά δεδομένα για την κατάκτηση της έννοιας του αριθμού με εστίαση στις προσεγγίσεις που αξιοποιούν την ενσώματη γνώση. Στο δεύτερο μέρος, παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό παιχνίδι που κατασκευάστηκε σε δύο εκδοχές. Η μία αξιοποιεί την τεχνολογία εικονικών διεπαφών και για να παιχτεί χρειάζεται ποντίκι και η δεύτερη αξιοποιεί απτικές διεπαφές μέσω της πλακέτας Makey Makey. Αφρού γίνει η εφαρμογή του παιχνιδιού σε παιδιά νηπιαγωγείου, καταγράφονται τα αποτελέσματα της έρευνας.

Από την έρευνα αυτή προέκυψαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα και παρατηρήσεις σχετικά με την χρήση ψηφιακών παιχνιδιών και την αλληλεπίδραση των παιδιών με τις διεπαφές. Το ψηφιακό παιχνίδι φαίνεται να επιδρά στην μάθηση και το κάθε είδος διεπαφής να προσφέρει ξεχωριστά πλεονεκτήματα.

**Λέξεις κλειδιά:** Makey Makey, απτικές διεπαφές, εικονικές διεπαφές, διάχυτος υπολογισμός, η έννοια του αριθμού, μέτρηση, επίλυση προβλημάτων, ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού, ενσώματη μάθηση.

## Abstract

The development and impact of digital and technological methods in education has been widely researched in the past decade. One domain of research concerns the way one uses the digital environment and what the educational gains of this process are. There has been a dual distinction of the interfaces that are used to control digital environments. In the first category are the Graphical User Interfaces (G.U.I.), where the user chooses an icon on the screen. The choice of the icon can be made either by the mouse/keyboard or touchscreen. The second category is the Tangible User Interfaces (T.U.I.), which can include any item that gets connected by digital means and can transfer orders.

In the present study, a comparison of the two methods of interface is based on the effectiveness and educational gains each method has to offer when teaching numbers. The thesis has two parts. In the first part we demonstrate the educational benefits of the use of T.U.I. and especially of the *Makey Makey* board. Based on review of the recent literature, we continue by mentioning the theory and research evidencing the way preschool children react to the number concept, emphasizing embodied learning.

In the second part, we present the educational game, which will be the mediator to familiarizing children with the concept of numbers. The game will be constructed in two editions. One will be based on the G.U.I. and in order to choose, a mouse use will be required, whereas the second edition will be based on T.U.I., through the use of the *Makey Makey* board. After the application of the game by preschool children, the results will be presented.

From this research interesting results and observations arose regarding the use of digital games and the interaction of children with the interfaces. The digital game seems to interact with learning and each methods of interface can offer different advantages in learning.

**Keywords:** Makey Makey, Tangible User Interfaces (TUI), Graphical User Interfaces (GUI), pervasive computing, numbers, arithmetic, counting, problem solving, development of educational material, embodied learning.

## Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή .....	6
Θεωρητικό μέρος .....	8
1. Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση.....	8
1.1. Απτικές διεπαφές (Tangible User Interfaces) .....	8
1.2. Η απτική διεπαφή Makey Makey .....	14
2. Η έννοια του αριθμού .....	19
2.1. Κατάκτηση της έννοιας του αριθμού .....	19
2.2. Εκπαίδευση για τους αριθμούς και ενσώματη γνώση.....	24
3. Η Προβληματική της έρευνας.....	27
Ερευνητικό μέρος.....	29
4. Μεθοδολογία της έρευνας.....	29
4.1. Το δείγμα.....	29
4.2. Τα εργαλεία συλλογής δεδομένων .....	31
4.3. Η δημιουργία ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού. ....	33
4.4. Το είδος της έρευνας.....	36
4.5. Η διαδικασία.....	37
5. Ερευνητικά αποτελέσματα .....	42
5.1. Τα pre και post test .....	42
5.2. Δομημένη παρατήρηση .....	45
5.3. Κρίσιμα συμβάντα .....	58
5.4. Συνέντευξη .....	63
6. Σύνοψη-αποτελέσματα .....	68
6.1. Αποτελέσματα .....	68
6.2. Περιορισμοί.....	75
6.3. Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση .....	76
Βιβλιογραφία .....	78
Παράρτημα.....	84

## Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την κατασκευή και εφαρμογή ενός ψηφιακού παιχνιδιού σε δύο εκδοχές. Η μία περιλαμβάνει τη χρήση εικονικών διεπαφών και η άλλη την χρήση απτικών διεπαφών. Στο πρώτο μέρος, καταγράφονται τα χαρακτηριστικά και τα παιδαγωγικά πλεονεκτήματα των απτικών διεπαφών σε σχέση με τις εικονικές. Καταγράφονται οι τρόποι με τους οποίους έχουν αξιοποιηθεί ερευνητικά ως τώρα οι απτικές διεπαφές, καθώς και οι γνωστικοί και άλλοι στόχοι με τους οποίους έχουν συνδεθεί. Μια πιο ειδική αναφορά γίνεται στην απτική διεπαφή Makey Makey και καταγράφονται αναλυτικά οι λόγοι για τους οποίους αυτή η πλακέτα κρίνεται περισσότερο κατάλληλη για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας.

Στην συνέχεια, γίνεται μια βιβλιογραφική αναφορά στην ανάπτυξη της έννοιας των αριθμών στα παιδιά νηπιακής ηλικίας. Αναφέρεται ο ρόλος της ενσώματης γνώσης στην κατάκτηση της έννοιας των αριθμών και γίνεται μια διερεύνηση σχετικά με την αξιοποίηση της πλακέτας Makey Makey, στην εκπαίδευση για τα μαθηματικά και την αριθμητική.

Στην συνέχεια, περιγράφεται το δείγμα αυτής της έρευνας περίπτωσης, τα εργαλεία συλλογής των δεδομένων και η διαδικασία της κατασκευής του παιχνιδιού. Ακολούθως, μέσα από πίνακες και γραφήματα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής του παιχνιδιού και αναλύεται το κατά πόσο οι αρχικές υποθέσεις επιβεβαιώνονται ή διαψεύδονται από τα αποτελέσματα της έρευνας.

Από την έρευνα αυτή προέκυψε ότι τα παιδιά που συμμετείχαν μέσω του παιχνιδιού απτικών διεπαφών, έφεραν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα από εκείνα που έπαιζαν με το παιχνίδι απτικών διεπαφών. Δεν υπήρξε κάποιο από τα δύο παιχνίδια που να συγκέντρωσε την προτίμηση των παιδιών. Το είδος του παιχνιδιού που αρέσει στο κάθε παιδί φάνηκε να επηρεάζεται από παράγοντες που δεν έχουν ληφθεί υπόψη σε αυτή την έρευνα. Ένας από αυτούς, ίσως ο πιο σημαντικός, είναι το επίπεδο ανάπτυξης της λεπτής και αδρής κινητικότητας. Ως γενικότερη εικόνα, το παιχνίδι ήταν ενδιαφέρον για όλα τα παιδιά. Οι απτικές διεπαφές φάνηκαν πιο εύκολες και διασκεδαστικές από ότι οι εικονικές. Αντίθετα, για κάποια παιδιά οι εικονικές διεπαφές ήταν πιο δελεαστικές επειδή το ποντίκι ήταν κάτι πρωτόγνωρο και η δυσκολία του λειτούργησε ως πρόκληση. Ωστόσο, η παρούσα έρευνα δεν αξιόνεται

αν επιβεβαιώσει ή διαψεύσει τα ως τώρα ερευνητικά δεδομένα, καθώς τα αποτελέσματα δεν κρίνονται γενικεύσιμα. Έχει όμως καταφέρει να αναδείξει κάποια ερωτήματα και παράγοντες που μπορούν να αποτελέσουν βάση για τις επόμενες ερευνητικές μελέτες.



## Θεωρητικό μέρος

### 1. Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση

#### 1.1. Απτικές διεπαφές (Tangible User Interfaces)

Μια από τις πιο βαθιά εδραιωμένες απόψεις σχετικά με τη μάθηση είναι ότι τα παιδιά εξερευνούν τον κόσμο με τις αισθήσεις τους. Σύμφωνα με τον Piaget και την δομιστική προσέγγιση, μέσα από την διερεύνηση και την αλληλεπίδραση με τα φυσικά αντικείμενα, τα παιδιά οικοδομούν ενεργά την νέα γνώση, προσθέτοντας την στο ήδη υπάρχον γνωστικό τους οικοδόμημα (Sylla & συν, 2012). Έτσι, μια από τις πιο δοκιμασμένες μεθόδους για την εκπαίδευση, κυρίως σε ότι αφορά τα μαθηματικά, είναι η χρήση των απτικών υλικών. Οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να πιστεύουν πως η χρήση κατάλληλα διαμορφωμένου υλικού, βοηθά τα παιδιά να κατανοήσουν καλύτερα τις αφηρημένες έννοιες. Αναφέρονται ενδεικτικά κάποια παραδείγματα για την τάξη του νηπιαγωγείου όπως τα «δώρα» του Froebel και το υλικό της Montessori (Σκουμπουρδή Χρυσάνθη, 2012· Sylla & συν, 2012· Zuckerman & συν, 2005).

Αντίστοιχα, όταν οι τεχνολογίες των πληροφοριών και της επικοινωνίας απέκτησαν πεδίο εφαρμογής στον χώρο της εκπαίδευσης, άρχισε να δημιουργείται και το κατάλληλο ψηφιακό, εκπαιδευτικό υλικό. Σύντομα, παρατηρήθηκε πως μπορεί ο ηλεκτρονικός υπολογιστής να είναι μια συσκευή που απαιτεί κινητικό χειρισμό, μέσω του ποντικιού ή του πληκτρολόγιου, παρόλα αυτά όμως, δεν συμπεριλάμβανε τα παιδαγωγικά οφέλη που μπορεί να έχει ένα από αντικείμενο, καθώς όλες οι διαδικασίες συντελούνται σε μια οθόνη και όχι στον πραγματικό κόσμο. Έτσι άρχισαν να κάνουν την εμφάνισή τους κάποιες απτικές διεπαφές, με την μορφή φυσικών αντικειμένων ή επιφανειών, που αναπαριστούσαν ή χειρίζονταν ψηφιακές πληροφορίες (Horn & συν, 2019). Πολύ συχνά αυτού του είδους οι απτικές, φυσικές διεπαφές αναφέρονται ως Tangible User Interfaces, σε συντομία TUI, που ως στόχο έχουν να ενώσουν τον φυσικό και τον ψηφιακό κόσμο. Το γεγονός αυτό έχε ως συνέπεια την σχεδίαση και υλοποίηση ερευνών με στόχο να διερευνήσουν τα οφέλη που μπορεί να προσφέρουν αυτές οι απτικές- φυσικές διεπαφές (Tangible User Interfaces: TUI) έναντι των μέχρι τότε ευρέως διαδεδομένων διεπαφών (Graphical User Interfaces: GUI), που απαιτούν τη χρήση ποντικιού ή πληκτρολόγιου (Soleimani & συν, 2019· Alexander & συν, 2018· Angelini & συν, 2018· Pugnali, 2017· Horn &

συν, 2012· Sylla & συν, 2012· Antle & συν, 2009 · Zuckerman & συν, 2005· Patten & συν, 2000).

Τα είδη των διεπαφών που έχουν διαμορφωθεί με την μορφή των φυσικών υλικών που λειτουργούν μέσω της αφής (TUI), παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία και γρήγορη ανάπτυξη που σε πολλές περιπτώσεις στο παρελθόν, σύμφωνα με τον Marshall (2007), δεν συμβαδίζει με την ανάλογη θεωρητική τεκμηρίωση σχετικά με τη χρήση τέτοιου είδους μέσων. Αυτό είχε ως συνέπεια, οι εκπαιδευτικοί να χρησιμοποιούν αρχικά διαισθητικά αυτά τα μέσα, χωρίς την απαιτούμενη γνώση που θα τους βοηθούσε να επιλέξουν με επιστημονικά κριτήρια μια συγκεκριμένη φυσική διεπαφή για συγκεκριμένους παιδαγωγικούς στόχους (Marshall Paul, 2007).

Ωστόσο, δεν φαίνεται να ισχύει το ίδιο τη σημερινή εποχή. Ήδη από πολύ νωρίς έχουμε τις πρώτες έρευνες σχετικά με την αποτελεσματικότητα της χρήσης του ποντικιού σε σχέση με τις απτικές διεπαφές. Πιο συγκριμένα, οι Patten James και Ishii Hiroshi (2000), που χρησιμοποίησαν ως απτικές διεπαφές ξύλινα κυβάρια, παρατήρησαν σε έρευνά τους με ενήλικες, ότι το είδος της διεπαφής που χρησιμοποιείται για την επίλυση ενός προβλήματος, επηρεάζει την μορφή και την αποτελεσματικότητα της εργασίας που έκαναν οι συμμετέχοντες για να επιλύσουν ένα πρόβλημα. Όσοι είχαν χρησιμοποιήσει απτικές διεπαφές (TUI) παρουσίασαν καλύτερες επιδόσεις. Σημαντικό ρόλο σε αυτό φάνηκε να έχει η άμεση επαφή με τα αντικείμενα, δηλαδή τις απτικές διεπαφές, καθώς οι συμμετέχοντες μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν και τα δύο χέρια για να μετακινήσουν αντικείμενα ή ομάδες αντικειμένων κι έτσι μπορούσαν να συσχετίσουν τη θέση των αντικειμένων σε σχέση με το σώμα τους, αλλά και με τα άλλα αντικείμενα μεταξύ τους. Αντίθετα, όσοι είχαν χρησιμοποιήσει ποντίκι, δηλαδή εικονικές διεπαφές (GUI), για τον χειρισμό του ίδιου υλικού, φάνηκε να μην βρίσκουν το ίδιο δημιουργικούς τρόπους επίλυσης του προβλήματος, καθώς ο χειρισμός του ποντικιού, στερούσε την προσοχή τους από το κυρίως υλικό της έρευνας. Παρατηρήθηκε ότι η ανταπόκριση του κέρσορα στην κίνηση του ποντικιού συχνά δεν ήταν άμεση και ακριβής, με αποτέλεσμα η προσοχή των χρηστών να αποσπάται από το ζητούμενο της διαδικασίας και να εστιάζεται στον χειρισμό του ποντικιού. Για όλους αυτούς τους λόγους, σε αυτή την έρευνα, η ομάδα που χρησιμοποιούσε εικονικές διεπαφές (GUI) θυμόταν λιγότερες πληροφορίες από ότι η ομάδα που συμμετείχε χρησιμοποιώντας απτικές διεπαφές (TUI) (Patten James & συν, 2000).

Το ίδιο φαίνεται να ισχύει και στα παιδιά ηλικίας 7 ως 10 ετών. Και σε αυτή την περίπτωση παρατηρήθηκε πως η χρήση του ποντικού για την επίλυση προβλήματος, δηλαδή το σχηματισμό ενός puzzle, δεν διευκολύνει την ανάπτυξη στρατηγικών, αλλά περιορίζει τους συμμετέχοντες στο να δοκιμάζουν τυχαία τα κομμάτια του puzzle. Αντίθετα, όσα παιδιά χρησιμοποίησαν απτικές διεπαφές (TUI), μέσα από την άμεση τοποθέτηση αντικειμένων και την εξερεύνηση αυτών και της θέσης τους, ανέπτυξαν προσωπικές τεχνικές πνευματικής επίλυσης του προβλήματος (Antle N. Alissa & συν, 2009). Τα οφέλη της κιναισθητικής αλληλεπίδρασης μέσω των φυσικών διεπαφών επιβεβαιώνονται και από άλλες έρευνες. Τα παιδιά φαίνεται να εκφράζονται καλύτερα μέσα από τα απτά υλικά που μπορούν να χειριστούν με τα χέρια τους, καθώς τους φαίνονται πιο οικεία και προσιτά. Έτσι η φυσική δραστηριότητα συνδυαστικά με την ψηφιακή αντίδραση των φυσικών διεπαφών (TUI) επιτυγχάνει μεγαλύτερη εμπλοκή και επίδραση στη μάθηση (Rante & συν, 2018· Pugnali & συν, 2017· Sylla & συν, 2012).

Σχετικά με την αποτελεσματικότητα των φυσικών διεπαφών (TUI) έχουν υλοποιηθεί έρευνες, σε όλο το φάσμα των ηλικιών. Ξεκινώντας από τις πιο μικρές ηλικίες 2-5 ετών τα συμπεράσματα που μπορούμε να εξάγουμε είναι ότι πρόκειται για ένα πολύ ελκυστικό υλικό, με πολλές δυνατότητες. Κατά την ώρα του ελεύθερου παιχνιδιού με αυτού του είδους τις συσκευές, τα παιδιά φάνηκε να δείχνουν εξαιρετικό ενδιαφέρον και ο ήχος να τα κινητοποιεί περισσότερο από ότι η εικόνα (Cibrian & συν, 2016· Bruikman & συν, 2009). Ειδικότερα, η διαδραστική, υφασμάτινη επιφάνεια που παράγει ήχους πιάνου και κινούμενα σχέδια μέσω της αφής των Cibrian και συνεργατών (2016), φάνηκε να παρέχει θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των παιδιών τόσο σε γνωστικό, κοινωνικό, σωματικό, συναισθηματικό και γλωσσικό επίπεδο. Η αλληλεπίδραση των παιδιών με αυτό το μέσο βοήθησε στην καλλιέργεια της αυτορρύθμισης τους, παρείχε ευκαιρίες να δοκιμάσουν την δύναμη που έπρεπε να ασκήσουν στο υλικό και τελικά στον καλύτερο έλεγχο αυτής καθώς επίσης, ασκήθηκαν στο παράλληλο παιχνίδι και στο να περιμένουν τη σειρά τους για να παίξουν. Τέλος, παρατηρήθηκε πως οι δραστηριότητες ανοικτού τύπου που δεν είχαν κάποια συγκεκριμένη κατεύθυνση από τον εκπαιδευτικό καλλιεργούσαν την προσαρμοστικότητα και την δημιουργικότητα των παιδιών, ενώ οι περισσότερο κλειστού τύπου παρεμβάσεις, παρείχαν τη δυνατότητα μιας πιο εξατομικευμένης δράσεις σε σχέση με τα παιδιά και τις

διαφορετικές ανάγκες που έχει το καθένα (Cibrian & συν, 2016). Παράλληλα, σε μια από τις πρώτες έρευνες για αυτού του είδους το υλικό, στη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα, που αφορούσε ένα λούτρινο αρκουδάκι με φυσική και ψηφιακή υπόσταση, παρατηρήθηκε πως τα παιδιά από 3 ετών και πάνω ήταν σε θέση να κατανοήσουν τη συσχέτιση ανάμεσα στο ψηφιακό και τον πραγματικό κόσμο (Bruikman & συν, 2009).

Ο περιορισμένος αριθμός ερευνών σε παιδιά μικρότερα των 4 ετών δικαιολογείται σύμφωνα με την Sylla και τους συνεργάτες της (2012), με το γεγονός ότι δεν έχει αναπτυχθεί η αφηρημένη σκέψη σε στοιχειώδη βαθμό και γι' αυτό είναι δύσκολο να εκφραστούν λεκτικά και ακόμη περισσότερο να επιχειρηματολογήσουν. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο στις παραπάνω έρευνες έχει ληφθεί υπόψη σε μεγάλο βαθμό η γνώμη και οι περιγραφές των εκπαιδευτικών που πλαισιώναν την διεξαγωγή των ερευνών. Ταυτόχρονα, λόγω των περιορισμών που δημιουργεί αυτή η ηλικία, η υλοποίηση της δράσης πραγματοποιείται κατά το ελεύθερο παιχνίδι των παιδιών και περιλαμβάνει πειραματισμούς με ήχο και εικόνα και όχι κάποια αφηρημένη γνωστική έννοια (Cibrian & συν, 2016· Bruikman & συν, 2009).

Αντίθετα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, οι έρευνες που αφορούν στα παιδιά από 4 ετών και πάνω, είναι περισσότερες και συνήθως εμπεριέχουν κάποιο γνωστικό στόχο ή επιχειρούν την ευαισθητοποίηση σχετικά με κάποια θεματολογία, όπως τη στοματική υγιεινή (Sylla & συν, 2012). Πιο συχνά συναντάμε την αξιοποίηση των TUI ως μέσω για την εμπλοκή των παιδιών σε διαδικασίες που αφορούν στην υπολογιστική σκέψη (computational thinking) (Soleimani & συν, 2109· Pugnali & συν, 2017· Wang & συν, 2014· Horn & συν, 2012). Σε άλλες περιπτώσεις οι φυσικές διεπαφές (TUI), συνδυάζονται με στόχους σχετικά με τα μαθηματικά όπως τη διαφοροποίηση του υλικού της Montessori και του Froebel, σε ψηφιακή μορφή ή τη διδασκαλία των κλασμάτων (Zuckerman & συν, 2005· Mpiladeri & συν, 2016). Μια άλλη κατηγορία ερευνών, εμπλέκει τις φυσικές διεπαφές με την μουσική (Palaigeorgiou & συν, 2018) και τον ήχο σε συνδυασμό με την εικόνα ή και τα κινούμενα σχέδια (animation) (Cibrian & συν, 2016· Martin & συν, 2010· Bruikman & συν, 2009). Τέλος υπάρχουν άλλες περιπτώσεις που φάνηκε να διευκολύνουν ή να έχουν εξαιρετικά θετικά αποτελέσματα στην εκπαίδευση ατόμων με αναπηρίες όπως τύφλωση, Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής- Υπερκινητικότητα, σε παιδιά με μαθησιακής δυσκολίες, Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος ή με εγκεφαλική

παράλυση, καθώς και ανθρώπους της τρίτης ηλικίας (Horn & συν, 2019· Rante & συν, 2018· Fan & συν, 2018· Rogers & συν, 2014· Chien- Yu Lin & συν, 2014· McGookin & συν, 2010). Σε όλες της περιπτώσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, η αξιοποίηση των φυσικών διεπαφών (TUI), είχε θετικά αποτελέσματα ακόμη και σε σύγκριση με τις εικονικές διεπαφές (GUI).

Οι απτικές διεπαφές (TUI), λόγω της φυσικής υπόστασης που έχουν, φαίνεται να προσφέρουν κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα. Ένα από εκείνα που εμφανίζεται στις περισσότερες έρευνες, είναι ότι προωθείται ιδιαίτερα η κοινωνική διάσταση της μάθησης μέσα από την συνεργασία, το διάλογο και την αλληλεπίδραση των μελών που υλοποιούν τη δράση. Οι TUI φυσικές διεπαφές, επειδή είναι ορατές στο χώρο, τείνουν να συγκεντρώνουν τα βλέμματα και το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων, ενθαρρύνοντας την επικοινωνία, ακόμη και όταν η συνεργασία δεν είναι ένας από τους στόχους των ερευνητών. Παρατηρήθηκε ότι πολύ συχνά, άτομα όλων των ηλικιών, συγκεντρώνονταν γύρω από τη διεπαφή, αντάλλασαν βοήθεια, παρατηρήσεις ή ακόμη και αστεία, έδιναν ανατροφοδότηση σε άλλες ομάδες ή παίκτες και πρότειναν λύσεις σε προβλήματα. (Soleimani & συν, 2019· Horn & συν, 2019· Rante & συν, 2018· Palaigeorgiou & συν, 2018· Pugnali & συν, 2017· Wang & συν, 2014· Lin & συν, 2014· Rogers & συν, 2014· Sylla & συν, 2012· Horn & συν, 2012· Martin & συν, 2010· McGookin & συν, 2010· Zuckerman, 2005). Η διαδικασία δεν έδειχνε σε καμία περίπτωση να αφορά την δουλειά ενός ατόμου απέναντι στον υπολογιστή όπως φαίνεται να συνέβαινε κατά τη χρήση των εικονικών διεπαφών (GUI) (Horn & συν, 2019· Pugnali & συν, 2017· Sylla & συν, 2012· Horn & συν, 2012).

Ένα άλλο στοιχείο που φαίνεται να ενισχύει σημαντικά την αποτελεσματικότητα των φυσικών διεπαφών (TUI), είναι το υψηλό κίνητρο εμπλοκής που παρέχουν. Λόγω του μεγαλύτερου ή μικρότερου βαθμού σωματικής εμπλοκής και την ενεργητική συμμετοχή που απαιτείται για την υλοποίηση της δραστηριότητας ή του παιχνιδιού, τα παιδιά δεν χάνουν εύκολα το ενδιαφέρον τους ή μετά την ολοκλήρωση της δράσης, θέλουν να παίξουν ξανά (Soleimani & συν, 2019· Horn & συν, 2019· Rante & συν, 2018· Palaigeorgiou & συν, 2018· Wang & συν, 2014· Lin & συν, 2014· Rogers & συν, 2014· Sylla & συν, 2012· Horn & συν, 2012· Martin & συν, 2010· McGookin & συν, 2010· Bruikman & συν, 2009· Zuckerman, 2005). Στην έρευνα ειδικότερα, των Sylla και συνεργατών (2012), με θέμα την στοματική υγιεινή,

τα παιδιά καλούνταν να βουρτσίσουν με μια μεγάλη οδοντόβουρτσα μια τρισδιάστατη κατασκευή δοντιού, που ήταν γεμάτο μικροοργανισμούς. Η άμεση σωματική συμμετοχή που απαιτούσε αυτή η δραστηριότητα, έκανε τα παιδιά να εμπλέκονται συναισθηματικά και όταν προσπαθούσαν να απομακρύνουν κάποιο μικροοργανισμό φάνηκε η εμπειρία τους αυτή να είναι εξαιρετικά βιωματική. Συνεπώς, τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα με χρήση απτικής διεπαφής (TUI), θυμούνταν περισσότερες πληροφορίες και υιοθέτησαν πιο σταθερά τους κανόνες της στοματικής υγιεινής, από τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα μέσω εικονικών διεπαφών (GUI) (Sylla & συν, 2012). Ακόμη περισσότερο, σε έρευνα που έγινε σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση, μέσα από το υψηλό κίνητρο που είχαν οι συμμετέχοντες για να αλληλεπιδράσουν με την απτική διεπαφή που παρήγαγε ήχο και εικόνα, οι ερευνητές κατάφεραν να ενισχύσουν με επιτυχία την μυϊκή τους εκγύμναση (Lin & συν, 2014).

Είναι γενικά αποδεκτό, ότι οι φυσικές διεπαφές (TUI) ελκύουν ιδιαίτερα τους συμμετέχοντες και ακόμη περισσότερο φαίνεται να είναι το ίδιο ελκυστικές και αποτελεσματικές και για τα δύο φύλλα (Pugnali & συν, 2017· Horn & συν, 2012). Οι συμμετέχοντες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τις απτικές διεπαφές εύκολα, άμεσα και να αντλήσουν ικανοποίηση και απόλαυση από αυτή τη δραστηριότητα (Palaigeorgiou & συν, 2018· Rogers & συν, 2014). Σύμφωνα με τον Rante (2018) και τους συνεργάτες του, οι απτικές διεπαφές χρειάζονται μικρό χρονικό διάστημα εκμάθησης. Αυτό, σε συνδυασμό με τη σαφήνεια που έχουν ως απτικά υλικά, έχει ως αποτέλεσμα να θεωρούνται ιδιαίτερα εύχρηστες (Pugnali & συν, 2017· Wang & συν, 2014). Ταυτόχρονα, έχει αποδειχτεί πως ως διεπαφές παρουσιάζουν προτερήματα και ως προς τη λειτουργικότητα. Παρατηρήθηκε πως όσοι χρησιμοποιούσαν τις απτικές διεπαφές, τείνουν να εστιάζουν την προσοχή τους άμεσα στο ζητούμενο της έρευνας και όχι στο πώς θα χειριστούν τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ή το ψηφιακό πρόγραμμα (Rante & συν, 2018). Όλα αυτά έχουν ως επακόλουθο, ο απτικές διεπαφές (TUI) να είναι προσιτές σε ένα μεγάλο εύρος κοινού, ανεξάρτητα από κουλτούρα και παραδόσεις, ηλικιακή ομάδα και επίπεδο εξοικείωσης με της τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας (Horn & συν, 2019· Rante & συν, 2018).

Οι απτικές διεπαφές (TUI), καταφέρνουν να μεταφέρουν με επιτυχία στον χώρο της εκπαίδευσης μέσω της ψηφιακής τεχνολογίας, ένα από τα βασικότερα

χαρακτηριστικά που έχουν τα απτά υλικά και δεν είναι άλλο από την ιδιότητα τους να κάνουν τις αφηρημένες έννοιες, συγκεκριμένες (Rante & συν, 2018· Wang & συν, 2014· Sylla & συν, 2012). Η τοποθέτηση μιας απτικής- φυσικής διεπαφής στο χώρο έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο (Soleimani & συν, 2019). Με αυτό τον τρόπο τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα να πειραματιστούν και να ανακαλύψουν τη γνώση, καθώς είναι ένα υλικό που υποστηρίζει την μάθηση μέσω της δοκιμής και του λάθους (Rante & συν, 2018· Rogers & συν, 2014). Το γεγονός ότι οι απτικές διεπαφές έχουν συνεχή παρουσία στο χώρο, δίνει τη δυνατότητα για άμεση ανατροφοδότηση και παρατήρηση κι έτσι τα παιδιά βλέπουν αμέσως το λάθος και μπορούν να το διορθώσουν μέσα από σταδιακές και αναστρέψιμες ενέργειες, προσαρμόζοντας άμεσα την καινούρια γνώση στο ήδη υπάρχον γνωστικό τους οικοδόμημα (Horn & συν, 2019· Rante & συν, 2018· Pugnali & συν, 2017). Συνεπώς, μέσα από απτά παραδείγματα, τα παιδιά μπορούν, να δομήσουν τις δικές τους αφηρημένες συμβολικές σχέσεις και σταδιακά να προχωρήσουν στην επίλυση αντίστοιχων προβλημάτων, χωρίς την χρήση απτικών υλικών (Rante & συν, 2018· Pugnali & συν, 2017).

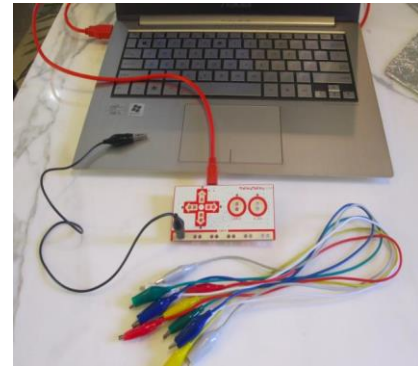
Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω μπορούμε να παρατηρήσουμε πως οι απτικές διεπαφές (Tangible User Interfaces: TUI) συγκεντρώνουν συγκριτικά σημαντικά παιδαγωγικά οφέλη. Είναι ένα αρκετά ελκυστικό υλικό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως μέσο για την εξέλιξη της δημιουργικότητας και φαίνεται να ενθαρρύνει τη δημιουργία ενός θετικού περιβάλλοντος μάθησης (Soleimani & συν, 2019· Rogers & συν, 2014).

## **1.2. Η απτική διεπαφή Makey Makey**

Τα είδη των απτικών διεπαφών που συναντήσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο είναι, ένα λούτρινο αρκουδάκι ο Lali (Bruikman, 2009), το BendableSound μια διαδραστική επιφάνεια από ύφασμα (Cibrian, 2016), ξύλινα κυβάρια εντολών (Wang & συν, 2014· Horn & συν, 2012), μια τρισδιάστατη κατασκευή δοντιού (Sylla & συν, 2012) η σκευή Makey Makey που μετατρέπει πραγματικά αντικείμενα σε απτικές διεπαφές (Rogers & συν, 2014) και τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να εμφανίζονται κάποιες διεπαφές που αξιοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα (Horn & συν, 2019). Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας θα αξιοποιηθεί η

Εικόνα 1. Το Makey Makey

συσκευή Makey Makey, καθώς συγκεντρώνει μια πληθώρα πλεονεκτημάτων σε σχέση με άλλες διεπαφές.



Το Makey Makey, είναι μια συσκευή που εφευρέθηκε από τους ερευνητές του MIT Jay Silver και Eric Rosenbaum (Rogers & συν, 2014· Silver & συν, 2012). Η συσκευή αυτή αποτελείται από ένα πλακίδιο κυκλώματος, μερικά καλώδια που έχουν και στα δύο άκρα κλιπάκια γνωστά με την ονομασία κροκοδειλάκια (alligator clips), ένα USB καλώδιο που συνδέει το πλακίδιο με τον υπολογιστή και ένα καλώδιο για γείωση. Με αυτό τον εξοπλισμό, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα συνδέοντας οποιοδήποτε ηλεκτρικά αγώγιμο υλικό με το Makey Makey, να δημιουργήσει ένα κύκλωμα και ουσιαστικά να συνδέσει τον υπολογιστή με πραγματικά απτικά αντικείμενα. Το καινοτόμο στοιχείο αυτής της συσκευής είναι ότι μπορεί να αντικαταστήσει το πληκτρολόγιο και το ποντίκι του υπολογιστή, με οποιοδήποτε αγώγιμο υλικό. Με αυτό τον τρόπο καταφέρνει να κάνει μια άμεση σύνδεση ανάμεσα στον πραγματικό και τον ψηφιακό κόσμο (Siemon & συν, 2016 · Kafai & Vasudevan, 2015 · Rogers & συν, 2014 · Silver & συν, 2012).

Τα είδη απτικών διεπαφών που μπορούν να δημιουργηθούν με το Makey Makey σύμφωνα με τους δημιουργούς (Silver & Rosenbaum, 2012) είναι δυο. Αρχικά μπορούν να κατασκευαστούν φυσικές διεπαφές με απτά αντικείμενα, που μπορεί να συνδεθούν με το τον υπολογιστή μέσω των καλωδίων. Τέτοιου είδους διεπαφές έχουν δημιουργηθεί σε έρευνες όπως των Sullivan & Johnson (2019) στην οποία συνέδεσαν με κατάλληλα βύσματα, βάζα με χάντρες διαφορετικών χρωμάτων που εξυπηρετούσαν την εξέλιξη ενός παιχνιδιού αφήγησης. Παρόμοιο χειρισμό συναντάμε και στην έρευνα των Παπανικολάου & συν (2017) οι οποίοι συνέδεσαν μέσω βυσμάτων τα απαραίτητα αντικείμενα που πρέπει να υπάρχουν σε μια βαλίτσα έκτακτης ανάγκης, σε περίπτωση φυσικών καταστροφών. Δεύτερον οι Silver & Rosenbaum (2012), προτείνουν φυσικές διεπαφές με το ανθρώπινο σώμα, δηλαδή διεπαφές που λειτουργούν με το άγγιγμα. Προτείνονται φυτικές διεπαφές, υγρές διεπαφές, φαγώσιμες διεπαφές ή διεπαφές με μελάνι (Silver & Rosenbaum, 2012). Η κατηγορία των φυσικών διεπαφών μέσω του ανθρώπινου σώματος έχει την μεγαλύτερη απήχηση στους ερευνητές και περιλαμβάνουν υλικά όπως φρούτα, λαχανικά, μολύβι, νερό, πλαστελίνη Play Doh και άλλα ηλεκτρικά αγώγιμα υλικά



(Chen & συν, 2019· Barrios & συν, 2018· Kafai & Vasudevan, 2015· Rogers & συν, 2014).

Η συσκευή Makey Makey, θεωρείται η καταλληλότερη συσκευή για την παρούσα έρευνα, καθώς συγκεντρώνει όλα τα οφέλη των φυσικών διεπαφών (TUI) που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο και διαθέτει μερικά ακόμη. Εκτός από το γεγονός ότι παρέχει υψηλό κίνητρο εμπλοκής, αποτελεί πεδίο άσκησης της δημιουργικότητας και της συνεργασίας, δίνει ευκαιρίες πειραματισμού, ανακάλυψης και αυτόδιόρθωσης, καλλιεργεί την αυτονομία, είναι απολαυστική και διασκεδαστική και εμπλέκει εξίσου και τα δύο φύλα, παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα που δεν συναντάμε στις υπόλοιπες διεπαφές (Chen & συν, 2019 · Sullivan & Johnson, 2019 · Barrios & συν, 2018 · Palaigeorgiou & Pouloulis, 2018 · Παπανικολάου & συν, 2017 · Mpiladeri & συν, 2016 · Siemon & συν, 2016 · Lin & Chang, 2014 · Rogers & συν, 2014). Στην ταξινόμηση των Silver & Rosenbaum (2012), που απαριθμούν τα διαθέσιμα εργαλεία κατασκευής πρωτότυπων φυσικών διεπαφών σε τέσσερις κατηγορίες, το Makey Makey φαίνεται να συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα. Πιο συγκεκριμένα οι Silver & Rosenbaum (2012), καταγράφουν ως κατηγορίες απτικών διεπαφών, τους μικροελεγκτές (Microcontrollers), τις αισθητηριακές πλακέτες (Sensor Boards), την ηλεκτρονική διείσδυση σε ήδη υπάρχουσες συσκευές (Hacking Existing Devices) και η πλακέτα κυκλώματος Makey Makey. Το Makey Makey, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα εργαλεία, είναι η μόνη συσκευή που συγκεντρώνει ταυτόχρονα όλα τα παρακάτω χαρακτηριστικά. Αρχικά, είναι εύκολο στη χρήση, δεν απαιτούνται γνώσεις προγραμματισμού από το χρήστη ώστε να το εφαρμόσει και έτσι παρέχει γρήγορη εκμάθηση από αρχάριους. Δεύτερον, είναι συμβατό με οποιοδήποτε λογισμικό (software). Πολύ σημαντικό είναι ότι αξιοποιεί ως διεπαφές πραγματικά αντικείμενα και τέλος δεν χρειάζεται να γίνουν συγκολλήσεις ώστε να κατασκευαστεί η φυσική διεπαφή (Silver & Rosenbaum, 2012). Σε όλα αυτά τα λειτουργικού χαρακτήρα πλεονεκτήματα, πρέπει να προσθέσουμε και το χαμηλό κόστος του Makey Makey, που το κάνει ένα εύκολο και εύχρηστο απόκτημα (Mpiladeri & συν, 2016).

Παράλληλα με τα λειτουργικά πλεονεκτήματα του Makey Makey, υπάρχουν και κάποια παιδαγωγικά οφέλη που αξίζει να αναφερθούν. Προηγήθηκε μια αναφορά των πλεονεκτημάτων αυτής της συσκευής, σε σχέση με τις άλλες μορφές παραγωγής φυσικών διεπαφών (TUI), δεν αναφέρθηκε όμως η διαφορά σε σχέση με τις διεπαφές

επαυξημένης πραγματικότητας που φαίνεται να αναπτύσσονται τα τελευταία χρόνια (Horn & συν, 2019). Αρχικά, η συγκεκριμένη πλακέτα θεωρείται από την γράφουσα περισσότερο κατάλληλη για μια παιδαγωγική διαδικασία, από ότι η χρήση μιας διεπαφής που συνδέεται με την εικονική πραγματικότητα. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω για τα παιδιά, ειδικά της νηπιακής και πρώτης σχολικής ηλικίας, η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και τα απτά αντικείμενα και παιδαγωγικά υλικά είναι μια διαδικασία που συμβάλλει στην οικοδόμηση της αφηρημένης γνώσης. Έτσι ενώ η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας μεταφέρει τα παιδιά πιο κοντά στον ψηφιακό- εικονικό κόσμο, οι φυσικές διεπαφές του Makey Makey επιχειρούν το αντίθετο, δηλαδή αν φέρουν την ψηφιακή τεχνολογία στον πραγματικό κόσμο. Η δεύτερη αυτή κατεύθυνση πιστεύεται ότι είναι πιο κοντά στην σκέψη των παιδιών νηπιακής ηλικίας και άρα πιο αποτελεσματική. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση πραγματικών φυσικών αντικειμένων για την αλληλεπίδραση με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή δημιουργεί ένα περιβάλλον διάχυτου υπολογισμού στο οποίο οι συμμετέχοντες συχνά δεν αντιλαμβάνονται ότι αλληλεπιδρούν με τον υπολογιστή. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές μπορούν να εμπλακούν στις εκπαιδευτικές διαδικασίες χωρίς να τους κουράσουν και χωρίς να τους αποσπάσουν από την σύνδεση με την πραγματικότητα, πράγμα που αναφέρεται συχνά ως αρνητική συνέπεια της τεχνολογίας, στην ανάπτυξη των παιδιών (Παπανικολάου & συν, 2017).

Ακολούθως, σε έρευνες που έχουν γίνει στοχευμένα σε ότι αφορά την ανάπτυξη της δημιουργικότητας, έχει παρατηρηθεί ότι το Makey Makey, αφενός ενθαρρύνει την σκέψη έξω από αυστηρά καθορισμένα πλαίσια, αφετέρου παρέχει μεγάλη ελευθερία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι συμμετέχοντες σε δραστηριότητες με το Makey Makey, να παράγουν πρωτότυπα αποτελέσματα, αυθεντικές και καινοτόμες ιδέες για το πώς μπορούν να αξιοποιήσουν το Makey Makey, να έχουν μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα και ευελιξία και φάνηκε να διευρύνουν τον τρόπο σκέψης τους. Παράλληλα με όλα τα παραπάνω, παρατηρήθηκε πως ένιωθαν ιδιαίτερη ικανοποίηση και αυτοπεποίθηση, συναισθήματα που θεωρούνται πολύ χρήσιμα σε μια παιδαγωγική διαδικασία (Chen & συν, 2019 · Siemon & συν, 2016 · Rogers & συν, 2014).

Σύμφωνα ακόμη με τους Silver και Rosenbaum (2012), το Makey Makey, ανοίγει νέους δρόμους στην φυσική και ψηφιακή κατασκευή, ειδικότερα σε ότι αφορά την υπολογιστική, χειρονακτική κατασκευή γνωστή με τον όρο computer

crafting (Silver & Rosenbaum, 2012). Η ιδιότητα του Makey Makey, να συνδέει τον πραγματικό με τον ψηφιακό κόσμο δίνει χώρο στην κατασκευή μικρών ευρεσιτεχνιών, την αποκαλούμενη χαμηλού επιπέδου τεχνολογία (Kafai & συν, 2015). Αυτός είναι και ένας ακόμη λόγος που η συγκεκριμένη συσκευή βρήκε ιδιαίτερη απήχηση στον χώρο της εκπαίδευσης, ιδιαίτερα σε ότι αφορά το κίνημα σχετικά με την απόκτηση της γνώσης μέσα από την διαδικασία της κατασκευής (making movement) (Sullivan & Johnson, 2019). Έτσι μια σειρά ερευνών άρχισε να αναπτύσσεται, με στόχο να ενώσει την χαμηλού επιπέδου τεχνολογία, δηλαδή τις μικροκατασκευές, με την υψηλού επιπέδου τεχνολογία, δηλαδή τον ψηφιακό προγραμματισμό, διαγράφοντας τα πρώτα βήματα στον τομέα του φυσικού προγραμματισμού (Kafai & συν, 2015). Πρόσφορο έδαφος για αυτή την προσπάθεια, αποτέλεσε ο χώρος των ψηφιακών παιχνιδιών. Τα οφέλη των σοβαρών, εκπαιδευτικών, ψηφιακών παιχνιδιών είναι γνωστά τα τελευταία χρόνια, αυτό όμως που με τις φυσικές διεπαφές πήρε νέα πνοή και παιδαγωγική χροιά, είναι η σχεδίαση και κατασκευή ψηφιακών παιχνιδιών (game design) (Barríos & συν, 2018 · Kafai & συν, 2015 · Lee & συν, 2014 · Vasudevan & συν, 2013). Μέσα από αυτή τη διαδικασία τα παιδιά φαίνεται να αναπτύσσουν υπολογιστική σκέψη, να εξοικειώνονται με τη διαδικασία του προγραμματισμού και να αποκτούν τεχνολογική ευχέρεια (Lee & συν, 2014).

Εκτός όμως από όλα αυτά τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο, μέσα από τις έρευνες που αξιοποίησαν το Makey Makey για την κατασκευή χειριστηρίου για ηλεκτρονικά παιχνίδια από παιδιά 10-11 ετών, παρατηρήθηκαν και κάποια στοιχεία που δυσκόλεψαν την διαδικασία (Lee & συν, 2014 · Vasudevan & συν, 2013). Αρχικά, τα παιδιά φάνηκε κάποιες φορές να δυσκολεύονταν να τοποθετήσουν τα κροκοδειλάκια (alligator clips) στις θύρες της πλακέτας. Σε άλλες περιπτώσεις τοποθετούσαν με λάθος τρόπο τα καλώδια στο χειριστήριο που κατασκεύαζαν κι έτσι δεν λειτουργούσε το κύκλωμα (Vasudevan & συν, 2013). Σε άλλες περιπτώσεις κάτι το οποίο δυσκόλευε τα παιδιά που υλοποιούσαν τη δράση ήταν ότι τα κροκοδειλάκια (alligator clips), έπεφταν από τα χειριστήρια που είχαν φτιάξει τα παιδιά με πλαστελίνη Play Doh (Lee & συν, 2014). Κάτι ακόμη που φάνηκε ότι ίσως δυσκόλεψε ακόμη και ανθρώπους μεγαλύτερης ηλικίας ήταν ότι ξεχνούσαν ή δεν είχαν καταλάβει ότι έπρεπε να κρατούν στο χέρι τους το καλώδιο της γείωσης (Lee & συν, 2014 · Rogers & συν, 2014 · Vasudevan &

συν, 2013). Μια επιτυχημένη πρακτική για αυτή τη δυσκολία αποτελεί η έρευνα των Vasudevan και συνεργατών (2013), που τοποθέτησαν κατάλληλα διαμορφωμένα βραχιόλια στα χέρια των παιδιών, ώστε να εφαρμόζεται σταθερά η σύνδεση με το καλώδιο της γείωσης, χωρίς να αποσπάται η προσοχή των παιδιών.

## 2. Η έννοια του αριθμού

### 2.1. Κατάκτηση της έννοιας του αριθμού

Εκτός από το ζήτημα της εκπαιδευτικής αξιοποίησης της απτικής διεπαφής Makey Makey, το δεύτερο ζήτημα που θα μας απασχολήσει στην παρούσα εργασία είναι η οικοδόμηση της έννοιας του αριθμού, στο νηπιαγωγείο. Πριν όμως εξετάσουμε ποιοι παράγοντες οδηγούν στην κατανόηση του αριθμού, καλούμαστε να απαντήσουμε στο ερώτημα τι είναι αριθμός. Σύμφωνα με τον Χασάπη (2000), ο αριθμός είναι προϊόν ανθρώπινης επινόησης, καθώς δεν υπάρχει πουθενά στο περιβάλλον, ως φυσική οντότητα και είναι «αυτό που εκφράζει το πλήθος ή το μέγεθος μιας οντότητας» (Χασάπης, 2000: 69). Κατά συνέπεια ο αριθμός φαίνεται να έχει ως αφετηρία τα φυσικά αντικείμενα, αλλά ταυτόχρονα κινείται πέρα από τον πραγματικό κόσμο σε μια πιο αφηρημένη, μαθηματική διάσταση (Τζεκάκη, 2007).

Παρατηρείται πως δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για το τι είναι ο αριθμός, αλλά οι μελετητές επιχειρούν να περιγράψουν με κάποιο τρόπο την λειτουργία, τα χαρακτηριστικά ή τις ιδιότητες των αριθμών. Αφού είναι δύσκολο να δοθεί ένας ορισμός για τον αριθμό, είναι ακόμη πιο δύσκολο να περιγραφεί η διαδικασία εκμάθησής τους. Η εκμάθηση των αριθμών δεν είναι μια διαδικασία διδασκαλίας, αλλά αφορά περισσότερο στην ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού, μέσα από την επαφή του ατόμου με καταστάσεις που απαιτούν την αξιοποίηση αριθμητικών δεξιοτήτων (Κολέζα, 2017). Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά που βοηθούν τα παιδιά να κατανοήσουν το νόημα του αριθμού είναι η αναπαράσταση των αριθμών, η αξία της θέσης των ψηφίων κατά τη γραπτή αποτύπωσή τους, οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ αυτών, όπως η ισοδυναμία ή «το σχετικό μέγεθος», η κατανόηση των αριθμητικών πράξεων και ο συνδυασμός τους με σκοπό την επίλυση προβλημάτων, καθώς οι νοεροί υπολογισμοί και εκτιμήσεις (Κολέζα, 2017: 215 · Τζεκάκη, 2007). Παράλληλα με την σταδιακή συγκρότηση της έννοιας του αριθμού,

τα παιδιά κατανοούν και την δομή του συμβολικού συστήματος γραφής των αριθμών (Χασάπης, 2000). Μια από τις πρώτες διαδικασίες που συμβαίνουν στην προσχολική ηλικία, είναι η κατανόηση ότι κάθε αριθμός αντιστοιχεί σε μια αριθμητική λέξη και ένα αριθμητικό σύμβολο. Έπειτα τα παιδιά σταδιακά αντιλαμβάνονται ότι το σύνολο αυτών των αριθμητικών συμβόλων και οι κανόνες που διέπουν τη γραφή των αριθμών, συγκροτούν ένα αριθμητικό σύστημα (Χασάπης, 2000).

Μαθησιακά περιβάλλοντα που ως στόχο έχουν την ανάπτυξη της αίσθησης των αριθμών στα παιδιά, μπορούν να διαμορφωθούν σύμφωνα με τις τρεις κατηγορίες χρήσης των αριθμών, δηλαδή την πληθική, την διατακτική χρήση και την μέτρηση συνεχών μεγεθών. Ο ονομαζόμενος πληθικός αριθμός, δηλώνει το πλήθος των διακριτών στοιχείων ενός συνόλου όμοιων αντικειμένων. Ο διατακτικός αριθμός, δηλώνει την σαφή θέση ενός αντικειμένου σε σχέση με κάποια άλλα που βρίσκονται στην ίδια διάταξη. Και ο αριθμός που αφορά στην μέτρηση συνεχών μεγεθών, δηλώνει το πλήθος των καθορισμένων μονάδων που έχουν επιλεγεί για την μέτρηση μιας συνεχούς ποσότητας, όπως είναι ο χρόνος ή το μήκος (Λεμονίδης, 1994· Χασάπης, 2000).

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη κατάκτηση του αριθμού πραγματοποιείται όταν τα παιδιά κατανοήσουν τους πολυψήφιους αριθμούς και την αξία θέσης γραφής των ψηφίων. Καταλυτικό ρόλο σε αυτή την κατάκτηση, κατέχει η κατανόηση της δεκάδας· η αντιμετώπιση δηλαδή μιας ομάδας δέκα μονάδων ως μια νέα μονάδα, την δεκάδα, ώστε στη συνέχεια να αντιμετωπίσουν μια ομάδα δέκα δεκάδων ως μια νέα μονάδα, την εκατοντάδα και ακολούθως θα γίνει με τη χιλιάδα κλπ. Ακολούθως για να γνωρίσουν τα παιδιά το νόημα των μονάδων υπάρχουν τέσσερις διαδικασίες αρχικά είναι η καταμέτρηση των μονάδων, δεύτερον η σύνθεση μονάδων, δηλαδή η ομαδοποίηση τους, ακολούθως η αντιμετώπιση αυτής της ομαδοποίησης ως μια νέα μονάδα και η επαναομαδοποίηση της και τέλος η κατανόηση της μονάδας μέτρησης (Τζεκάκη, 2007).

Η πρώτη δραστηριότητα που αναδεικνύει την έννοια της μονάδας, είναι η καταμέτρηση. Κατά την διαδικασία της καταμέτρησης, κάθε αριθμός της ακολουθίας αντιστοιχεί σε ένα αντικείμενο του συνόλου, του οποίου τα στοιχεία απαριθμούνται, με τελικό σκοπό την μέτρηση του πλήθους τους (Λεμονίδης, 1994· Χασάπης, 2000). Βάση για αυτή την λειτουργία είναι η διάκριση των μεμονωμένων στοιχείων ενός

συνόλου και η εξοικείωση με την έννοια της διάταξης (Καφούση & Σκουμπουρδή, 2008· Χασάπης, 2000). Σε ότι αφορά την διάταξη των αντικειμένων κατά την καταμέτρηση τους, σύμφωνα με τον Χασάπη (2000), κατά την διαδικασία της απαρίθμησης τα παιδιά πρέπει να κατανοήσουν ότι αντίθετα με την συγκεκριμένη, διαδοχική σειρά που έχουν οι αριθμοί κατά την απαγγελία τους, η καταμέτρηση των αντικειμένων γίνεται ανεξάρτητα από τη σειρά ή την διάταξη που αυτά έχουν στο χώρο. Ωστόσο μέσα από έρευνες έχει αποδειχτεί πως η καταμέτρηση αντικειμένων που βρίσκονται σε ευθεία, γραμμική διάταξη διευκολύνει περισσότερο τα παιδιά από οποιαδήποτε άλλη διάταξη (Λεμονίδης, 1994· Σφιγκάκη, 1995).

Σε ότι αφορά την διαδικασία της καταμέτρησης πιο συγκεκριμένα, οι ερευνητές έχουν καταλήξει σε πέντε βασικές αρχές που πρέπει τα παιδιά να τηρούν, προκειμένου η απαρίθμηση να είναι επιτυχής. Πρώτη είναι η αρχή της ένα- προς- ένα αντιστοιχίας (Λεμονίδης, 1994· Τζεκάκη, 2007· Χασάπης, 2000). Σύμφωνα με αυτή την αρχή γίνεται μια ένα προς ένα αντιστοιχεί ενός συνόλου αντικειμένων με ένα σύνολο φυσικών αριθμών και πιο συγκεκριμένα με το πρώτο μέρος της αριθμητικής ακολουθίας (Χασάπης, 2000). Κατά τη διάρκεια αυτής ένα προς ένα αντιστοιχίας συντελούνται σύμφωνα με τον Λεμονίδη (1994:50) δύο ταυτόχρονες διαδικασίες, ο «διαχωρισμός» και η «επονομασία». Κατά τη διαδικασία του διαχωρισμού τα παιδιά χωρίζουν διαδοχικά τα αντικείμενα σε δύο κατηγορίες, εκείνα που έχουν ήδη μετρήσει και εκείνα που δεν έχουν μετρήσει ακόμα (Λεμονίδης, 1994· Χασάπης, 2000). Ταυτόχρονα τα παιδιά κατά τη διαδικασία της επονομασίας, πρέπει να αντιστοιχίσουν κάθε αντικείμενο μόνο μία φορά με μία αριθμητική λέξη (Λεμονίδης, 1994· Χασάπης, 2000). Τα παιδιά, πολύ συχνά, χρησιμοποιούν την διαδικασία της κατάδειξης, για να τα διευκολύνει να ξεχωρίζουν ποια αντικείμενα έχουν ήδη μετρήσει και ποια απομένουν προς καταμέτρηση. Σύμφωνα με αυτή δείχνουν με το δάκτυλο ή αγγίζουν ή δείχνουν μόνο με το βλέμμα εκείνο το αντικείμενο που απαριθμούν κάθε φορά (Λεμονίδης, 1994· Χασάπης, 2000). Πιο συγκεκριμένα κατά δια διαδικασία της κατάδειξης συντελούνται τρεις επιμέρους ενέργειες. Πρώτον υπάρχει μια χρονική ταύτιση μιας αριθμητικής λέξης με μία κίνηση, όπως η κίνηση με το βλέμμα ή το δάκτυλο. Δεύτερον, μια χωρική ταύτιση, του αντικειμένου που απαριθμείται με την κίνηση της δόξης και τέλος η ταύτιση των δύο στοιχείων που διαμεσολαβούνται της διαδικασίας δειξίματος, δηλαδή η ταύτιση του

απαριθμούμενου αντικειμένου με την αριθμητική λέξη που του αναλογεί (Χασάπης, 2000).

Δεύτερη και πολύ σημαντική είναι η αρχή της σταθερής ακολουθίας. Σύμφωνα με αυτή την αρχή τα παιδιά θα πρέπει να γνωρίζουν την σωστή ακολουθία των αριθμητικών λέξεων και να την αναπαράγουν κατά τη διάρκεια της απαρίθμησης (Λεμονίδης, 1994· Τζεκάκη, 2007· Χασάπης, 2000). Μέχρι την κατάκτηση της καλής γνώσης της προφορικής ακολουθίας των αριθμών, προηγούνται δύο στάδια. Αρχικά είναι το στάδιο της μάθησης της αριθμητικής ακολουθίας με αποστήθιση και μηχανική απαγγελία. Σε αυτό το στάδιο υπάρχει το πρώτο σταθερό μέρος της αριθμητικής ακολουθίας που είναι πάντα σωστό, και μπορεί αν περιλαμβάνει τα τρία ή τέσσερα πρώτα ψηφία. Στη συνέχεια υπάρχει ένα μέρος που απαγγέλλεται με λάθος σειρά ψηφίων, αλλά είναι πάντα το ίδιο και τέλος ένα τρίτο μέρος, που περιλαμβάνει λάθος σειρά αριθμών και είναι πάντα διαφορετικό (Λεμονίδης, 1994· Χασάπης, 2000). Στο δεύτερο στάδιο είναι τα παιδιά που έχουν φτάσει στο λειτουργικό στάδιο της αριθμητικής ακολουθίας και έχουν κατανοήσει την δομή της γλωσσικής κατασκευής για την ακολουθία των αριθμών (Λεμονίδης, 1994· Χασάπης, 2000). Σύμφωνα με τον Λεμονίδη (1994), παρατηρούνται πέντε στάδια μέχρι την ολοκλήρωση της κατάκτησης του λειτουργικού σταδίου της προφορικής αρίθμησης:

1. «Το επίπεδο της αλυσίδας»: η απαγγελία των αριθμών γίνεται χωρίς παύση μεταξύ των αριθμών και άρα κατανόηση των διαφορετικών λέξεων- αριθμών (Λεμονίδης, 1994:36).
2. «Το επίπεδο της αδιαίρετης αλυσίδας»: τώρα οι λέξεις- αριθμοί ξεχωρίζουν μεταξύ του αλλά η απαγγελία είναι γραμμική και το παιδί μπορεί να ξεκινήσει την αρίθμηση μόνο από την αρχή της ακολουθίας (Λεμονίδης, 1994:36).
3. «Το επίπεδο της διασπασμένης αλυσίδας»: σε αυτό το στάδιο τα παιδιά είναι ικανά να ξεκινήσουν την αρίθμηση από οποιοδήποτε αριθμό τους ζητηθεί, καθώς επίσης μπορούν να βρουν ποιος αριθμός έπεται ή προηγείται από οποιονδήποτε αριθμό (Λεμονίδης, 1994:36).
4. «Το επίπεδο της αριθμήσιμης αλυσίδας»: σε αυτό το στάδιο τα παιδιά μπορούν να αντιμετωπίσουν τους αριθμούς όχι μόνο ως λέξεις αλλά και ως

ποσότητες στοιχείων και είναι σε θέση να κάνουν τις πρώτες προσθέσεις και αφορέσεις μετρώντας ευθεία η ανάποδα (Λεμονίδης, 1994:38).

5. «Το επίπεδο της διπλής κατεύθυνσης»: σε αυτή την περίπτωση τα παιδιά μπορούν να μετρήσουν σωστά κατά αύξοντα αριθμό αλλά και ανάποδα ξεκινώντας από οπουδήποτε αριθμό (Λεμονίδης, 1994:39).

Σύμφωνα με τον Χασάπη (2000), τα παιδιά ως τα έξι τους χρόνια είναι σε θέση να μετρούν από το 1 ως το 9 και να συνθέτουν διψήφιους αριθμούς βάση αυτών, αλλά αντιμετωπίζουν κάποιες δυσκολίες σε ότι αφορά την μετάβαση και διαδοχή των δεκάδων. Αρχικά οι αριθμοί αντιμετωπίζονται ως ένας «δομημένος κατάλογος ονομάτων» και στη συνέχεια «κατανοείται η δεκαδική τους μορφή» (Χασάπης, 2000: 97).

Τρίτη στη σειρά, είναι η αρχή της πληθικότητας ή του τελικού αριθμού. Σε αυτή την περίπτωση, τα παιδιά αφού πρώτα είναι σε θέση να αντιστοιχίσουν ένα προς ένα τα αντικείμενα μιας συλλογής, με τη σωστή σειρά της αριθμητικής ακολουθίας, σύμφωνα με την αρχή της πληθικότητας, μπορούν να κατανοήσουν ότι, ο τελευταίος αριθμός που απαγγέλλεται και αντιστοιχεί στο τελευταίο αντικείμενο της συλλογής, αντιπροσωπεύει και το πλήθος των αντικειμένων του συνόλου που απαριθμείται (Λεμονίδης, 1994· Τζεκάκη, 2007· Χασάπης, 2000).

Οι τρεις αρχές που έχουν ως τώρα αναφερθεί, αφορούν στις διαδικασίες που συντελούνται κατά τη διάρκεια της απαρίθμησης, αρχή της αφαίρεσης όμως εστιάζει στο ποια είναι τα προς απαρίθμηση αντικείμενα. Πιο συγκεκριμένα, η απαρίθμηση μπορεί να αφορά ομαδοποίηση αντικειμένων που δεν συνδέονται μεταξύ τους, βάση ενός συγκεκριμένου κοινού χαρακτηριστικού (Λεμονίδης, 1994· Χασάπης, 2000). Σε ότι αφορά αυτή την αρχή υπάρχουν δύο κυρίαρχες αντιλήψεις. Η πρώτη υποστηρίζει, πως τα μικρά παιδιά είναι σε θέση να απαριθμούν μόνο τρισδιάστατα αντικείμενα που τα συνδέει ένα κοινό χαρακτηριστικό, χρώμα ή μέγεθος. Με το πέρασμα του χρόνου μπορούν να διευρύνουν τη σκέψη τους προς μια πιο αφαιρετική κατεύθυνση και να απαριθμούν δυσδιάστατα αντικείμενα, χωρίς κάποιο εμφανές κοινό χαρακτηριστικό ή ακόμη και με ετερογενή υπόσταση. Υπάρχει όμως και μια μεταγενέστερη αντίληψη που υποστηρίζει πως η ικανότητα της οργάνωσης και ταξινόμησης των αντικειμένων σε σύνολα με βάση κάποιο κοινό χαρακτηριστικό και η ικανότητα απαρίθμησης δεν είναι απαραίτητα αλληλοεξαρτώμενες. Σύμφωνα με



αυτή την άποψη τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας μπορούν αν αντιμετωπίσουν ως «πράγματα» διαφορετικά μεταξύ τους αντικείμενα, με φυσική υπόσταση ή μη και να τα απαριθμήσουν (Λεμονίδης, 1994:55).

Τέλος, ως επιστέγασμα όλως των παραπάνω αρχών, συναντάμε την αρχή της ανεξαρτησίας της σειράς. Σύμφωνα με αυτή, το άτομο που απαριθμεί μια ομάδα πραγμάτων, μπορεί να συνδυάσει όλες τις παραπάνω αρχές και να καταλήξει σε ένα σωστό αποτέλεσμα. Γνωρίζοντας δηλαδή, την συγκεκριμένη σειρά της αριθμητικής ακολουθίας και έχοντας την ικανότητα να κάνει ένα προς ένα αντιστοιχία με τα προς αρίθμηση αντικείμενα, μπορεί να διακρίνει πως η σειρά με την οποία θα προσδώσει στα αντικείμενα ένα αριθμητικό όνομα, δεν καθορίζει το αποτέλεσμα της καταμέτρησης (Λεμονίδης, 1994· Χασάπης, 2000).

Σύμφωνα με την Τζεκάκη (2007:207), τα παιδιά τεσσάρων ετών «μετρούν αλλά δεν ξέρουν τη λογική της μέτρησης». Η πλειοψηφία των παιδιών πέντε ως έξι ετών είναι ικανά να αντιστοιχίσουν έναν αριθμό με ένα αντικείμενο χωρίς να μετρούν δύο ή παραπάνω φορές το ίδιο αντικείμενο ή χωρίς να παραλείπουν να μετρήσουν κάποιο από αυτά, ή να ονοματίσουν με τον ίδιο αριθμό περισσότερα από ένα αντικείμενα. Γνωρίζουν και απαγγέλουν τους αριθμούς με την σωστή σειρά και ξέρουν ότι ο αριθμός που αποδίδεται στο τελευταίο αντικείμενο, είναι ο αριθμός που δηλώνει το πλήθος των αντικειμένων. Τα παιδιά της ίδιας ηλικίας ωστόσο, αν και έχουν αναπτύξει ικανότητες καταμέτρησης, δυσκολεύονται στο να χρησιμοποιήσουν αυτή τη μέτρηση προκειμένου να συγκρίνουν ποσότητες (Τζεκάκη, 2007). Τα παιδιά ως τα έξι τους χρόνια λοιπόν, είναι σε θέση να μετρούν από το 1 ως το 9 αλλά και να συνθέτουν διψήφιους αριθμούς βάση αυτών. Ωστόσο φαίνεται να αντιμετωπίζουν κάποιες δυσκολίες σε ότι αφορά την μετάβαση και διαδοχή των δεκάδων. Αρχικά οι αριθμοί αντιμετωπίζονται ως ένας «δομημένος κατάλογος ονομάτων» και στη συνέχεια «κατανοείται η δεκαδική τους μορφή» (Χασάπης, 2000: 97).

## **2.2. Εκπαίδευση για τους αριθμούς και ενσώματη γνώση**

Σε ότι αφορά την ερευνητική δραστηριότητα των τελευταίων χρόνων, δεν βρέθηκε επαρκής αριθμός ερευνών που να τεκμηριώνουν την αποτελεσματικότητα της απτικής διεπαφής Makey Makey, σχετικά με την εκμάθηση των αριθμών σε

παιδιά νηπιαγωγείου. Όπως φαίνεται και από το προηγούμενο κεφάλαιο, εκτός από την έρευνα των Mpiladeri & συν (2016), που αφορά στη διδασκαλία των κλασμάτων, σε παιδιά Δημοτικού μέσω της διεπαφής Makey Makey, δεν φαίνεται να υπάρχουν άλλες έρευνες που να μελετούν τη συσχέτιση της συγκεκριμένης απτικής διεπαφής με τα μαθηματικά. Μια και το υπάρχον ερευνητικό υλικό για τις απτικές διεπαφές (TUI) και την έννοια του αριθμού, δεν επαρκεί για την τεκμηρίωση της παρούσας εργασίας, κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια διερεύνηση σχετικά με τις πρακτικές που θεωρούνται από τους ερευνητές επιτυχημένες για την εκπαίδευση των νηπίων σχετικά με τους αριθμούς και μπορεί να αναδείξει η απτική διεπαφή Makey Makey. Εκείνη ακριβώς η προσέγγιση, που προτείνεται από τη γράφουσα, ότι μπορεί να ενώσει την ψηφιακή πραγματικότητα, τον φυσικό κόσμο και τα μαθηματικά μέσω του Makey Makey, είναι η ενσώματη μάθηση (embodied cognition) (Mavilidi & συν, 2018· Dackermann & συν, 2017· Sung & συν, 2017· Fischer & συν, 2011).

Μέσα από την ανασκόπηση των σχετικών ερευνών παρατηρείται, πως οι περισσότερες σύγχρονες προσεγγίσεις διδασκαλίας των αριθμών υποστηρίζουν πως η κίνηση του ανθρώπινου σώματος ενισχύει την κατασκευή της γνώσης και κατ' επέκταση μπορεί να βοηθήσει στην εκμάθηση των μαθηματικών. Έχει παρατηρηθεί πως τέτοιου είδους δραστηριότητες ενισχύουν την μνήμη και την μετάβαση της γνώσης από την βραχύχρονη στη μακροχρόνια μνήμη (Mavilidi & συν, 2018· Sung & συν, 2017). Οι περισσότεροι ερευνητές, αξιοποιούν την ενσώματη μάθηση, κυρίως σε δύο επίπεδα. Ένα υψηλό επίπεδο, στο οποίο συμμετέχει όλο το σώμα στη διαδικασία της μάθησης και ένα χαμηλό επίπεδο που αφορά στην εμπλοκή ενός μέρος του σώματος μόνο (Sung & συν, 2017). Οι Sung και συνεργάτες (2017), παρατηρούν πως οι δραστηριότητες υψηλού επιπέδου σωματικής εμπλοκής (full embodiment) φέρνουν περισσότερο θετικά αποτελέσματα στην αντίληψη των παιδιών για την αριθμογραμμή, καθώς παρέχει περισσότερο συγκεκριμένη και σαφή αισθητηριακή εμπειρία, η οποία με τη σειρά της ενισχύει την κατάκτηση αφηρημένων εννοιών.

Αντίστοιχα, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο διαχωρισμός του Dackermann και των συνεργατών του (2017), σχετικά με τα διαφορετικά επίπεδα αξιοποίησης του χώρου κατά την διαδικασία της κατάκτησης της γνώσης. Ο χώρος διαιρείται σε τρία επίπεδα. Πρώτα είναι ο «personal space», ο προσωπικός χώρος και είναι εκείνος που καλύπτεται από την επιφάνεια του σώματος του ατόμου. Στο δεύτερο επίπεδο βρίσκεται ο «peripersonal space», ο χώρος γύρω από το άτομο και περιλαμβάνει την

περιοχή που καλύπτεται από την απόσταση των χεριών του ατόμου από το σώμα του. Τέλος, αναφέρεται ο «extrapersonal space», που είναι ο χώρος που βρίσκεται πέρα από την έκταση των χεριών του ατόμου. Πρώτα φαίνεται να αναπτύσσεται η αντίληψη του γύρω από το άτομο χώρου (peripersonal space) και έπειτα του πέρα από το άτομο χώρου (extrapersonal space), αν και δεν έχει βρεθεί κάποια συσχέτιση μεταξύ αυτών (Dackermann & συν, 2017).

Σύμφωνα με την Σκουμπουρδή (2012), η σωματοποίηση της μαθηματικής γνώσης, μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα από τρεις διαδικασίες. Πρώτον, αναφέρεται η μετακίνηση του σώματος στον χώρο, δεύτερον ο χειρισμός αντικειμένων και τρίτον η αντιληπτική αλληλεπίδραση (Σκουμπουρδή, 2012). Ο χειρισμός των αντικειμένων, εντάσσεται στον γύρω από τον προσωπικό χώρο του ατόμου (peripersonal space) και διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες (Dackermann & συν, 2017). Μπορεί για παράδειγμα να είναι απλά καθημερινά αντικείμενα, τεχνουργήματα ή υλικό που έχει κατασκευαστεί για κάποια συγκεκριμένη μαθηματική έννοια και βοηθά τα παιδιά να δημιουργήσουν τις δικές τους νοητικές αναπαραστάσεις σχετικά με αυτή (Σκουμπουρδή, 2012). Μια δυσκολία που παρατηρείται, είναι ότι παρότι η χρήση ενός εκπαιδευτικού υλικού βοηθά τους μαθητές να εξοικειωθούν και να εμβαθύνουν περισσότερο με κάποια μαθηματική έννοια, η αποκλειστική χρήση αυτού του υλικού, μπορεί να φέρει δυσκολία στην γενίκευση της γνώσης σε διαφορετικά πλαίσια. Γι' αυτό το λόγο, προτείνεται από κάποιους ερευνητές, η χρήση πολλών και διαφορετικών υλικών για την ίδια έννοια (Σκουμπουρδή, 2012).

Στην σύγχρονη, ερευνητική δραστηριότητα παρατηρείται μια μετατόπιση του ενδιαφέροντος από την δημιουργία απτικού υλικού και τη χρήση αντικειμένων για την διδασκαλία των μαθηματικών στην δημιουργία ψηφιακών υλικών και παιχνιδιών στον υπολογιστή ή σε κινητά ή τάμπλετ (George & συν, 2019· Kurniawan & συν, 2019· Sung & συν, 2017· Zuckerman & συν, 2005). Οι Kurniawan και συνεργάτες (2019) παρατηρούν πως τα ψηφιακά παιχνίδια εξάσκησης για παιδιά 4-5 ετών, είναι πολύ χρήσιμα εργαλεία για τους εκπαιδευτικούς και τους γονείς. Από την έρευνά τους προέκυψε ότι ενισχύουν τις γνωστικές δεξιότητες των παιδιών ειδικότερα σε ότι αφορά τα σχήματα, τα μοτίβο, το μέγεθος και τα χρώματα, αλλά και τις γενικές γνώσεις και την επιστημονική σκέψη (Kurniawan & συν, 2019). Ταυτόχρονα,

σύμφωνα με την γράφουσα τα παιδιά φαίνεται να ανταποκρίνονται στις τεχνολογικές απαιτήσεις που έχει η χρήση των ψηφιακών μέσων και δρουν με αυτονομία.

Σε ότι αφορά την δραστηριότητα πέρα από τον προσωπικό χώρο (extrapersonal space), την συμμετοχή και μετακίνηση του σώματος στον τρισδιάστατο χώρο, κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν πως όσο υψηλότερο βαθμό σωματοποίησης περιλαμβάνει μια γνωστική δραστηριότητα, τόσο καλύτερα αποτελέσματα φέρνει στη μάθηση. Η γνώση είναι ριζωμένη στην αισθητηριακή δραστηριότητα των σωμάτων και γι' αυτό κρίνεται κατάλληλη για την διδασκαλία αφηρημένων και συμβολικών εννοιών (Mavilidi & συν, 2018· Sung & συν, 2017· Fischer & συν, 2011). Στην έρευνα των Fischer και συνεργατών (2011) ειδικότερα, παρατηρήθηκε πως η μετακίνηση των παιδιών στο χώρο, οδήγησε στην βελτίωση των νοητικών αναπαραστάσεων τους και έτσι μετά την ολοκλήρωση της δράσης αναπαράστησαν χωρικά τους αριθμούς με μολύβι και χαρτί με μεγαλύτερη ακρίβεια πάνω στην αριθμογραμμή από το 0 ως το 10.

### 3. Η Προβληματική της έρευνας

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, λίγες είναι οι έρευνες που συνδυάζουν τις απτικές διεπαφές και ειδικότερα το Makey Makey με τα μαθηματικά (Zuckerman & συν, 2005· Mpiraderi & συν, 2016). Καμία από αυτές δεν αφορά την ανάπτυξη της έννοιας του αριθμού στην ηλικιακή ομάδα των νηπίων. Το ίδιο συμβαίνει και με τις έρευνες που επιχειρούν μια σύγκριση της αποτελεσματικότητας των εικονικών και απτικών διεπαφών. Στις περισσότερες περιπτώσεις, καταπιάνονται με την ανάπτυξη της προγραμματιστικής σκέψης σε παιδιά μεγαλύτερα των πέντε ετών ή με άλλα θέματα και όχι με την εκμάθηση των αριθμών (Soleimani & συν, 2019· Horn & συν, 2019· Rante & συν, 2018· Palaigeorgiou & συν, 2018· Wang & συν, 2014· Lin & συν, 2014· Rogers & συν, 2014· Sylla & συν, 2012· Horn & συν, 2012· Martin & συν, 2010· McGookin & συν, 2010· Bruikman & συν, 2009· Zuckerman, 2005).

Παρατηρείται λοιπόν, μια έλλειψη ερευνητικών δεδομένων, σε αυτό τον τομέα και η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να δώσει κάποια πρώτα στοιχεία σε αυτό το πεδίο έρευνας. Δυο είναι οι τομείς που θα αποτελέσουν τους βασικούς πυλώνες της έρευνας. Πρώτος πυλώνας είναι τα μαθηματικά σε παιδιά πέντε ετών και

ειδικότερα η σύνδεση των αριθμητικών συμβόλων από το 1 ως το 10, με τις αντίστοιχες αριθμητικές ποσότητες. Οι μαθηματικές επιδόσεις των παιδιών νηπιακής ηλικίας έχουν συχνά αποτελέσει δείκτες για την μετέπειτα εξέλιξη των παιδιών στο Δημοτικό, τόσο σε ότι αφορά τα μαθηματικά όσο και την ανάγνωση. Έτσι, κρίνεται αναγκαίο, τα παιδιά αν εκτίθενται από μικρή ακόμη ηλικία σε συνθήκες που καλλιεργούν τις μαθηματικές τους δεξιότητες, έτσι ώστε να επηρεάσουν θετικά την μετέπειτα ανάπτυξή τους (Mattera & συν, 2016· Engel & συν, 2016· Locuniak & συν, 2008). Για τους παραπάνω λόγους, θεωρούμε σε αυτή την έρευνα, πως τα μαθηματικά είναι ένας πολύ σημαντικός τομέας στην εκπαίδευση των παιδιών και ως εκ τούτου, μια δραστηριότητα που συνδυάζει τις ποσότητες, με τα αριθμητικά σύμβολα, είναι πολύ βοηθητική για την εξέλιξη των παιδιών σε αυτό τον τομέα. Όπως άλλωστε φαίνεται και από την βιβλιογραφία τα παιδιά στο τέλος του νηπίου αρχίζουν να χαρτογραφούν νοητά τους αριθμούς από το ένα ως το εκατό και ελπίζουμε αυτή τη δραστηριότητα να συμβάλλει σε αυτή την κατεύθυνση (Dackermann & συν, 2017).

Ο δεύτερος βασικός παράγοντας που θα εξετάσουμε σε αυτή την εργασία είναι η συμμετοχή τους σώματος κατά την μαθησιακή διαδικασία. Ο Dackermann (2017) και οι συνεργάτες του στην έρευνά τους παρατηρούν πως χρειάζεται η οργάνωση περισσότερων ερευνών για περεταίρω διερεύνηση σχετικά με το ποιος βαθμός σωματοποίησης φέρνει περισσότερο θετικά αποτελέσματα στην εκπαίδευση για τους αριθμούς στο νηπιαγωγείο. Για αυτό το λόγο την παρούσα έρευνα, θα εφαρμόσουμε δύο διαφορετικές συνθήκες σωματοποίησης της μάθησης. Η μία συνθήκη είναι υψηλού επιπέδου και εφαρμόζεται με όλο το σώμα στον πέρα από τον προσωπικό χώρο (extrapersonal space) και για αυτό το σκοπό θα χρησιμοποιήσουμε την απτική διεπαφή Makey Makey. Η δεύτερη συνθήκη που θα εφαρμόσουμε περιλαμβάνει μια χαμηλού επιπέδου σωματοποίηση, στον χώρο γύρω από το άτομο (peripersonal space) και σε αυτό θα χρησιμοποιήσουμε εικονικές διεπαφές, τις οποίες θα χειρίζονται τα παιδιά μέσω του ποντικιού του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Σχετικά με τον βαθμό της σωματοποίησης, πολλοί μελετητές υποστηρίζουν πως η μεγαλύτερη σωματοποίηση (Mavilidi & συν, 2018· Sung & συν, 2017· Fischer & συν, 2011) και η δραστηριότητα πέρα από τον προσωπικό χώρο (extrapersonal space) (Dackermann & συν, 2017) επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα στην μάθηση των μαθηματικών. Ο Sung (2017) και οι συνεργάτες του ειδικότερα υποστηρίζουν

πως μια υψηλού επιπέδου ενσώματη προσέγγιση της μάθησης, υποστηρίζει περισσότερο την αντιληπτική εμπειρία του παιδιού, παρέχοντας συγκεκριμένη γνώση κι έτσι δίνει πραγματικό νόημα στις αφηρημένες έννοιες. Προτείνουν μάλιστα μείωση της εξάρτησης από τα τεχνολογικά μέσα και αύξηση της συμμετοχής στην μαθησιακή διαδικασία, καθώς σε μαθησιακά πεδία όπως η καταμέτρηση που παρέχουν πλούσιες οπτικές προδιαγραφές, η υψηλού επιπέδου ενσώματη γνώση προσφέρει πολλά περισσότερα πλεονεκτήματα από ότι μια οπτικο- κιναισθητική διεπαφή (Sung & συν, 2017).

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, προκύπτουν οι παρακάτω υποθέσεις. Στην παρούσα έρευνα, πιστεύεται ότι μια μαθησιακή συνθήκη με χρήση απτικών διεπαφών, σε σύγκριση με μια συνθήκη που θα εφαρμόσει εικονικές διεπαφές,

- i. Θα φέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα,
- ii. Θα βοηθήσει περισσότερο τα παιδιά να αναπτύξουν στρατηγικές επίλυσης προβλήματος,
- iii. Θα φανεί περισσότερο ελκυστική στα παιδιά.

Για να επιβεβαιωθούν ή διαψευστούν οι παραπάνω υποθέσεις, θα σχεδιαστεί ένα ψηφιακό εκπαιδευτικό παιχνίδι, με στόχο την σύνδεση των αριθμητικών ψηφίων, των δέκα πρώτων φυσικών αριθμών, με ένα αντίστοιχο πλήθος στοιχείων. Το ίδιο παιχνίδι θα εφαρμοστεί με δύο τρόπους. Ο πρώτος θα περιλαμβάνει την χρήση εικονικών διεπαφών και ο δεύτερος απτικές διεπαφές μέσω του Makey Makey. Τα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται είναι:

- i. Ποια από τις δύο συνθήκες θα φέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στην εκμάθηση των αριθμών;
- ii. Ποια από τις δύο συνθήκες παρέχει μεγαλύτερο μαθησιακό κίνητρο;

## Ερευνητικό μέρος

### 4. Μεθοδολογία της έρευνας

#### 4.1. Το δείγμα

Η διεξαγωγή της έρευνας υλοποιήθηκε σε παιδιά που φοιτούν στην τάξη του νηπιαγωγείου, σε ένα ιδιωτικό σχολείο της Αθήνας, στο οποίο εργάζεται η γράφουσα.

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 39 παιδιά ηλικίας 5 ετών. Για την καταγραφή των αποτελεσμάτων προσμετρήθηκαν οι συμμετοχές των 30 μόνο παιδιών. Κανένα από αυτά τα παιδιά δεν έχει πρότερη γνωριμία με την ερευνήτρια. Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από δύο διαφορετικά τμήματα νηπιαγωγείου, στο ίδιο σχολείο. Η εκπαιδευτική φιλοσοφία είναι κοινή και στα δύο τμήματα, αλλά ο χώρος και οι εκπαιδευτικοί διαφέρουν. Το ένα τμήμα βρίσκεται στην περιοχή του Γέρακα της Αθήνας και το άλλο στην περιοχή του Παπάγου. Στα δύο σχολεία φοιτούν μαθητές με αντίστοιχο κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο.

Το ένα τμήμα, που είναι η ερευνητική ομάδα της παρούσας έρευνας, αποτελείται από 20 παιδιά. Στην υλοποίηση της έρευνας συμμετείχαν όλα τα παιδιά κατόπιν έγκρισης των γονέων και κηδεμόνων τους. Η ερευνητική ομάδα χωρίστηκε σε δύο επιμέρους ισοδύναμες ομάδες των 10 παιδιών. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από 5 αγόρια και 5 κορίτσια και η δεύτερη ομάδα αποτελείται από 6 κορίτσια και 4 αγόρια.

Το άλλο τμήμα του σχολείου που αξιοποιήθηκε ως η ομάδα ελέγχου, αποτελείται από 22 παιδιά. Μετά από έγκριση των γονέων και από απουσίες λόγω ασθένειας, τελικά συμμετείχαν τα 19 παιδιά. Από αυτά, τα 9 είναι κορίτσια και τα 10 αγόρια. Για την καταγραφή των τελικών αποτελεσμάτων προσμετρήθηκαν μόνο οι συμμετοχές των 10 παιδιών, εστί ώστε όλες οι ομάδες να είναι ισοδύναμες. Η επιλογή των παιδιών έγινε τυχαία με μόνο κριτήριο την ίση κατανομή των δύο φύλων. Έτσι, η ομάδα ελέγχου αποτελείται από 5 αγόρια και 5 κορίτσια.

Και στις δύο τάξεις νηπιαγωγείου υπάρχουν δύο εκπαιδευτικοί. Μέχρι τον μήνα Δεκέμβριο, όπου υλοποιήθηκε η έρευνα, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μαθηματικές δραστηριότητες κυρίως για τους αριθμούς, αλλά και για τις πράξεις πρόσθεση και αφαίρεση.

Σχετικά με την επαφή των παιδιών με τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας, το σχολείο διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό στην τάξη. Τα περισσότερα παιδιά συμμετέχουν στο εργαστήρι εκπαιδευτικής ρομποτικής, στο διευρυμένο πρόγραμμα του σχολείου και όλα τα παιδιά έχουν επαφή με ψηφιακά, εκπαιδευτικά παιχνίδια στον διαδραστικό πίνακα της τάξης τους. Πιο συγκεκριμένα κατόπιν ερωτήσεων που έγιναν στα παιδιά κατά την ατομική συνέντευξη, καταγράφηκε πως και τα 20 παιδιά που αποτελούν την ερευνητική ομάδα, παίζουν

εκπαιδευτικά παιχνίδια στο διαδραστικό πίνακα της τάξης. Τα 18 από τα 20 παιδιά συμμετέχουν στο εργαστήριο εκπαιδευτικής ρομποτικής. Τα 12 από τα 20 παίζουν στο σπίτι παιχνίδια στο κινητό, τα 10 παίζουν παιχνίδια σε ταμπλέτα και τα 4 κάνουν χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα 2 από τα 20 παίζουν παιχνίδια στο PlayStation.

#### 4.2. Τα εργαλεία συλλογής δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας των απτικών διεπαφών σε σύγκριση με τις εικονικές, γίνεται μέσω ενός ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού. Το υλικό αυτό είναι ένα ψηφιακό παιχνίδι που ως εκπαιδευτικό στόχο έχει την εκμάθηση των αριθμών και πιο συγκεκριμένα την σύνδεση των αριθμητικών ψηφίων από το 1 ως το 10, με τις αντίστοιχες αριθμητικές ποσότητες. Το παιχνίδι αυτό θα κατασκευαστεί σε δύο διαφορετικές εκδοχές. Η πρώτη εκδοχή θα περιλαμβάνει εικονικές διεπαφές προκειμένου ο χρήστης να παίζει το παιχνίδι και η δεύτερη εκδοχή θα αφορά στην χρήση απτικών διεπαφών. Τα δύο αυτά παιχνίδια θα χορηγηθούν σε δύο διαφορετικές ομάδες παιδιών.

Για να γίνει ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας του κάθε παιχνιδιού, σε σχέση με την εκμάθηση των αριθμών, θα χορηγηθεί στους συμμετέχοντες πριν και μετά την εφαρμογή του παιχνιδιού ένα τεστ που θα αφορά την ίδια μαθηματική έννοια. Πιο συγκεκριμένα το τεστ αυτό αποτελείται από δυο σελίδες A4, στις οποίες τα παιδιά θα πρέπει να μετρήσουν το πλήθος των στοιχείων που απεικονίζονται και να χρωματίσουν το αντίστοιχο αριθμητικό ψηφίο. Για λόγους εγκυρότητας και αξιοπιστίας αυτό συμβαίνει για όλους τους αριθμούς από το 1 ως το 10, όπως ακριβώς και στο παιχνίδι. Η έκταση του συνεπώς, είναι ακριβώς τόσο, όσο χρειάζεται για να καλυφθούν τα ίδια αριθμητικά σύμβολα με εκείνα που παιχνιδιού, ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο ο βαθμός της τυχαιότητας. Το ίδιο τεστ θα χορηγηθεί στους συμμετέχοντες και των δύο ομάδων αμέσως πριν και αμέσως μετά την εμπλοκή τους με το ψηφιακό παιχνίδι, με σκοπό να είναι όσο το δυνατό πιο κοντά στην μαθησιακή συνθήκη που μελετάται και να μην παρεμβάλλονται άλλες εμπειρίες, που μπορεί να αλλοιώσουν το αποτέλεσμα. (Cohen & συν, 2007). Πιστεύεται πως η μεταφορά της ίδιας γνώσης από το παιχνίδι στο χαρτί και η σύγκριση των επιδόσεων του τεστ που θα δοθεί πριν την εφαρμογή του παιχνιδιού και μετά την εφαρμογή του, θα μας δείξει ποια από τις δύο εκδοχές του παιχνιδιού έχει την μεγαλύτερη επίδραση στην



εκμάθηση των αριθμών. Η ομάδα των παιδιών που θα παρουσιάσουν την μεγαλύτερη βελτίωση στις απαντήσεις, ανάμεσα στο πρώτο και το δεύτερο τεστ, θα μας δείξει ποιο είδος διεπαφής και ποιος βαθμός σωματικής εμπλοκής είναι πιο αποτελεσματικά στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, για να αξιολογηθεί η επίδοση των συμμετεχόντων, θα χρησιμοποιηθεί ένα τεστ που θα αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα του υλικού. Για να διερευνήσουμε αν κάποια από τις δύο εκδοχές του παιχνιδιού ενθαρρύνει περισσότερο την ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλήματος ή αν ευνοεί περισσότερο την διαδικασία αυτόδιόρθωσης σε περίπτωση λαθών, θα χρησιμοποιήσουμε ένα συνδυασμό δομημένης παρατήρησης και καταγραφής κρίσιμων συμβάντων. Το παιχνίδι έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να παρέχει τις ίδιες ευκαιρίες διόρθωσης λαθών, το μόνο που διαφέρει είναι η διεπαφή που αξιοποιείται σε κάθε περίπτωση. Η παρατήρηση θα είναι μη συμμετοχική έτσι ώστε να μπορεί να γίνει καλύτερη παρατήρηση της μη λεκτικής συμπεριφοράς των συμμετεχόντων και να παρατηρηθεί το πως εξελίσσεται η διαδικασία του παιχνιδιού (Coen & συν, 2008). Ο ερευνητής, αφού εξηγήσει τον τρόπο που παίζεται το παιχνίδι, θα αφήσει τα παιδιά να το χειριστούν μέχρι να περάσουν από όλα τα στάδια μία φορά. Στη φόρμα παρατήρησης που παρατίθεται στο παράθεμα της παρούσας εργασίας, θα σημειώνονται τα λάθη που γίνονται από τα παιδιά, οι διορθωτικές κινήσεις τους, σε ποιο σημείο μπορεί χαθεί η προσοχή τους, αν επανήλθαν σε αυτό και σε ποια σημεία έδειξαν χαρά ή ενθουσιασμό, σύμφωνα με μη λεκτικά (εκφράσεις προσώπου, επιφωνήματα) ή λεκτικά μηνύματα. Σε περίπτωση που η προσοχή κάποιου παιδιού διασπαστεί για περισσότερο από ένα λεπτό, ο ερευνητής θα προσπαθήσει να το επαναφέρει λεκτικά. Ένα αυτή η συμπεριφορά επαναληφθεί, ο ερευνητής δεν θα παρέμβει και θα φροντίσει η συνολική διαδικασία να μην ξεπεράσει τα δεκαπέντε λεπτά. Ο ερευνητής θα παρεμβαίνει μόνο σε περίπτωση που κάποιο παιδί ζητήσει βοήθεια. Σε αυτή την περίπτωση θα του υπενθυμίσει τους κανόνες του παιχνιδιού και θα το παροτρύνει να δοκιμάσει αυτό που σκέφτεται.

Σε μορφή κρίσιμων συμβάντων, ο παρατηρητής θα καταγράψει κάποιο αξιοσημείωτο περιστατικό που δείχνει είτε κάποια συγκεκριμένη στρατηγική που ακολούθησε κάποιο παιδί για να παίξει με το παιχνίδι ή να διορθώσει μια απάντηση ή κάποια συμπεριφορά που να δείχνει μια ιδιαίτερη συναισθηματική κατάσταση χαρά, ενθουσιασμό, φόβο, αμηχανία ή οτιδήποτε άλλο.

Όσα από τα παραπάνω αφορούν την διατήρηση της προσοχής ή την συναισθηματική κατάσταση των συμμετεχόντων, επειδή περιλαμβάνουν υπολογίσιμο βαθμό υποκειμενικότητας και τυχαιότητας, θα ληφθούν υπόψη μόνο σε συνδυασμό με το τελευταίο εργαλείο που θα αξιοποιηθεί σε αυτή την έρευνα, την συνέντευξη. Η συνέντευξη θα πραγματοποιηθεί μετά την ολοκλήρωση της τρίτης και τελευταίας εφαρμογής του παιχνιδιού. Σε αυτή τη συνάντηση, τα παιδιά της κάθε ομάδας θα παίξουν το παιχνίδι με το είδος της διεπαφής της άλλης ομάδας, έτσι ώστε όλοι να έχουν παίξει και με τις δύο εκδοχές του παιχνιδιού. Το τεστ έχει ήδη δοθεί και δεν θα μας απασχολήσει σε αυτή τη συνάντηση. Αφού τα παιδιά παίζουν και με την εκδοχή του παιχνιδιού που ως τώρα αγνοούν, ο ερευνητής θα πραγματοποιήσει μια σύντομη συνέντευξη με κάθε παιδί ατομικά. Επιλέχθηκε το εργαλείο της πλήρως δομημένης συνέντευξης, και όχι του ερωτηματολογίου, καθώς σε αυτή την ηλικία τα παιδιά δεν είναι σε θέση να χειριστούν γραπτό κείμενο. Στόχος είναι να διερευνηθεί η ελκυστικότητά του κάθε παιχνιδιού και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που το κάνουν ελκυστικό. Οι ερωτήσεις που θα γίνουν στα παιδιά είναι πέντε και είναι τόσο ανοικτού όσο και κλειστού τύπου:

1. Ποιο παιχνίδι σου άρεσε περισσότερο;
2. Τι είναι αυτό που σε κάνει να το προτιμάς;
3. Τι έμαθες από αυτά τα παιχνίδια;
4. Υπάρχει κάτι που σε δυσκόλεψε;
5. Ποιο παιχνίδι θα ήθελες να παίξεις ξανά;

Προς όφελος της επιστημονικής εγκυρότητας, οι απαντήσεις που θα δώσουν τα παιδιά θα συγκριθούν με τις αντιδράσεις και την συμπεριφορά που έχει καταγραφεί στο δελτίο παρατήρησης. Εάν ταυτίζονται θα συμπεριληφθούν στην καταγραφή των αποτελεσμάτων, εάν όχι θα απορριφθούν. Ακόμη περισσότερο, η πρώτη και η τελευταία ερώτηση έχουν τον ίδιο στόχο, δηλαδή την ελκυστικότητα του παιχνιδιού, προκειμένου να ελεγχθεί και πάλι η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των απαντήσεων.

### **4.3. Η δημιουργία ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού.**

Όλα τα παραπάνω εργαλεία συλλογής δεδομένων, θα εφαρμοστούν έχοντας ως κεντρικό άξονα το ψηφιακό παιχνίδι, που ως βασικό ερώτημα έχει το πόσοι χωράνε σ' αυτό το σχολικό, και αποτελεί το πεδίο εξάσκησης των αριθμητικών

δεξιοτήτων των παιδιών. Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, κατασκευάστηκαν δύο παιχνίδια με ίδια δομή και στόχους, στην ψηφιακή πλατφόρμα προγραμματισμού Scratch. Τα παιδιά καλούνται να ανταποκριθούν στις ίδιες ακριβώς συνθήκες παιχνιδιού, με τις ίδιες εικονικές αναπαραστάσεις. Η διαφορά των δύο εκδοχών που παιχνιδιού είναι ότι το ένα κατασκευάστηκε για να παιχτεί μέσω απτικών διεπαφών, ενώ το άλλο μέσω απτικών διεπαφών.

Και στις δύο εκδοχές του παιχνιδιού απεικονίζεται ένα σχολικό λεωφορείο που έχει κάποια κενά παράθυρα, τα οποία αντιστοιχούν στις θέσεις των παιδιών. Στο κάτω μέρος της οθόνης βρίσκονται δέκα παιδάκια τα οποία περιμένουν να μπουν στο σχολικό. Το παιχνίδι έχει δέκα διαφάνειες τις οποίες ο παίκτης αλλάζει, όποτε εκείνος το θελήσει, πατώντας πάνω στο κίτρινο βελάκι που απεικονίζει ένα σχολικό και έχει φορά προς τα δεξιά. Οι διαφάνειες δείχνουν ένα σχολικό που κάθε φορά διαθέτει διαφορετικό πλήθος παραθύρων με μέγιστο τα δέκα. Το πλήθος των αναπαριστώμενων παραθύρων δεν έχει πάντα αύξουσα σειρά κατά ένα παράθυρο, έτσι ώστε οι αλλαγές διαφάνειας να μην ταυτίζονται με την ακολουθία των αριθμών. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη διαφάνεια δείχνει δύο παράθυρα, η δεύτερη ένα, η τρίτη τρία, η τέταρτη διαφάνεια πέντε, η πέμπτη διαφάνεια τέσσερα παράθυρα, η έκτη διαφάνεια έξι, η έβδομη διαφάνεια δείχνει επτά παράθυρα, η όγδοη διαφάνεια απεικονίζει εννέα, η ένατη οκτώ παράθυρα και η τελευταία δέκα. Στο πάνω μέρος της οθόνης υπάρχει μια μπάρα που καθώς το παιχνίδι προχωρά γεμίζει με μπλε χρώμα και όταν ο παίκτης περάσει από όλες τις διαφάνειες γεμίζει εντελώς ώστε να αναπαραστήσει οπτικά το τέλος του παιχνιδιού. Στο παιχνίδι, υπάρχει ένα ακόμα μπλε βελάκι με φορά προς τα κάτω σύμφωνα με το οποίο τα παιδιά πηγαίνουν στις αρχικές τους θέσεις. Το παιχνίδι έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε να μην υπάρχουν αυτοματοποιημένες οδηγίες για το πότε να πάρουν τα παιδάκια τις αρχικές τους θέσεις ή το πότε θα αλλάξει η διαφάνεια, έτσι ώστε ο παίκτης να αναλάβει αυτή την πρωτοβουλία.

Κάθε φορά που ο παίκτης μετρήσει σωστά τα παράθυρα και επιλέξει τον αντίστοιχο αριθμό, τα παιδάκια μπαίνουν διαδοχικά στις θέσεις τους, γεμίζοντας όλο το σχολικό και κουνιούνται στην οθόνη, με την συνοδεία ορχηστρικής μουσικής με χαρούμενη διάθεση. Έπειτα επιστρέφουν στις αρχικές τους θέσεις. Αν ο παίκτης επιλέξει κάποιον αριθμό που δεν αντιστοιχεί στο πλήθος των παραθύρων που απεικονίζεται στην οθόνη, ακούγεται κάποιος ήχος που προκαλεί την προσοχή. Οι

ήχοι που περιλαμβάνονται στο παιχνίδι, έχουν αξιοποιηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να σηματοδοτούν σημαντικές ενέργειες των μορφών του παιχνιδιού. Ειδικότερα ακούγεται ένας ήχος κάθε φορά που τα παιδιά μπαίνουν στην θέση τους, ένα μουσικό κομμάτι ως επιβράβευση και ένας ήχος που προκαλεί την προσοχή όταν έχει γίνει κάποιο λάθος.



Εικόνα 2. Το παιχνίδι στην οθόνη

... είναι ένα ενδεικτικό στιγμιότυπο της οθόνης του κάθε παιχνιδιού. Όλες οι εικονικές διεπαφές έχουν οριζόντια κατανομή στην οθόνη. Σε ότι αφορά την πρώτη εικόνα, τα εικονίδια που λειτουργούν ως διεπαφές, είναι τα βελάκια και τα αριθμητικά ψηφία. Σε ότι αφορά το παιχνίδι απτικών διεπαφών, οι αριθμοί έχουν τοποθετηθεί σε οριζόντια διάταξη στο δάπεδο, καθώς σύμφωνα με τον Soleimani (2019) και τους συνεργάτες η τοποθέτηση στο χώρο κάνει την σύνδεση των απτικών διεπαφών με την πραγματικότητα πιο δυνατή. Έχει όμως δοθεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε οι συνθήκες διάταξης των απτικών διεπαφών και η απεικόνισή τους να είναι οι αντίστοιχες με τις εικονικές, δηλαδή οριζόντια. Επίσης οι εικόνες που συνοδεύουν τις απτικές διεπαφές για τα βελάκια, είναι ακριβώς οι ίδιες με



εκείνες που αναπαριστώνται στην οθόνη του παιχνιδιού εικονικών διεπαφών.

Ειδικότερα, σε ότι αφορά την κατασκευή του παιχνιδιού απτικών διεπαφών, αφού αποφασίστηκαν η δομή και η κατανομή τους στον χώρο, κρίθηκε πως ο πιο κατάλληλος τρόπος να σηματοδοτηθεί η απτική διεπαφή είναι να δοθεί το σχήμα της πατούσας ανθρώπινου πέλματος. Η επιλογή αυτή έγινε έτσι ώστε να προδιαθέτει για την χρήση τους, να γίνεται δηλαδή οπτικά αντιληπτό ότι πρέπει να πατηθούν με τα πέλματα. Για να λειτουργήσουν οι πατούσες ως διεπαφές μέσω της συσκευής Makey Makey έπρεπε να επιλεγεί ένα ηλεκτρικά αγώγιμο υλικό για την κατασκευή, το οποίο όμως θα μπορούσε να πάρει αυτό το σχήμα. Έτσι, ως καταλληλότερο υλικό, επιλέχτηκε το αλουμινόχαρτο. Για το παιχνίδι αυτό κατασκευάστηκαν είκοσι πατούσες από χαρτόνι με επένδυση αλουμινόχαρτου. Οι αριθμοί είναι τοποθετημένοι πάνω σε τετράγωνα, χρωματιστά, αφρώδη κομμάτια puzzle τριάντα εκατοστών και έχουν μαύρο χρώμα. Δεξιά και αριστερά από τον κάθε αριθμό, στο ίδιο κομμάτι puzzle, τοποθετούνται οι διεπαφές από αλουμινόχαρτο, σε σχήμα πατούσας. Η κάθε πατούσα συνδέεται εσωτερικά με ένα καλώδιο το οποίο οδηγεί στην πλακέτα Makey Makey. Οι πατούσες που αντιστοιχούν στο αριστερό πόδι συνδέονται με την γείωση και οι πατούσες που αντιστοιχούν στο δεξί πόδι σηματοδοτούν τις εντολές. Τα καλώδια της γείωσης για να ξεχωρίζουν ευκολότερα έχουν καφέ χρώμα, ενώ τα καλώδια εντολών γαλάζιο.

#### 4.4. Το είδος της έρευνας

Εικόνα 3. Το παιχνίδι

Η παρούσα έρευνα αποτελεί απτικών διεπαφών στη περίπτωση. Αφορά στην μελέτη μιας συγκεκριμένης ι μεμονωμένου σχολείου της Αθήνας, σχετικά με την διαδικασία εκμάθησης των αριθμών μέσω των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας. Όπως αναφέρεται από τους Nisbet και Watt, σύμφωνα με τον Cohen και τους συνεργάτες του (2008:309), «είναι ένα συγκεκριμένο επιστημονικό παράδειγμα που χρησιμοποιείται για να σκιαγραφήσει μια γενικότερη κατάσταση».

Σε αυτή την περίπτωση, η μελέτη στοχεύει στο να συλλέξει κάποια πρώτα στοιχεία σχετικά με την συμβολή της χρήσης απτικών και εικονικών διεπαφών, στην ανάπτυξη της έννοιας του αριθμού. Πρόκειται για μια πρακτική, που αποτελεί μέρος

ενός ευρύτερου συστήματος που δεν είναι άλλο από την διαδικασία της μάθησης μέσα στο σχολικό περιβάλλον. Για αυτό το σκοπό θα αξιοποιηθεί, μεταξύ άλλων και η μη συμμετοχική παρατήρηση, με στόχο να καταγράψει τη μη λεκτική συμπεριφορά της διαδικασίας της απαρίθμησης και να δει με ποιο τρόπο αυτή εξελίσσεται (Cohen & συν, 2008).

Η μελέτη περίπτωσης επιλέγεται συχνά στην εκπαιδευτική έρευνα, καθώς δίνει την δυνατότητα να παρατηρηθεί η διαδικασία της μάθησης σε πραγματικές συνθήκες και πραγματικά περιβάλλοντα όπως του σχολείου. Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι αυτό το είδος της έρευνας επιτρέπει την άμεση σύνδεση με την πραγματικότητα, τα αποτελέσματα ενδέχεται να μην είναι γενικεύσιμα ή να επηρεάζονται από την προσωπική ματιά του ερευνητή. Παρόλα αυτά τα μειονεκτήματα, αυτού του είδους έρευνας δίνει τη δυνατότητα για μια πιο διεισδυτική ματιά στην διαδικασία της μάθησης. Μέσω της μεθόδου της παρατήρησης, τα σημαντικά γεγονότα έχουν μεγαλύτερη αξία, έναντι όσων παρουσιάζονται σε μεγαλύτερη συχνότητα, όπως σε άλλα είδη έρευνας (Cohen & συν, 2008).

Η παρούσα μελέτη έχει τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Τα test ως ποσοτικά εργαλεία αλλά και η παρατήρηση και η συνέντευξη ως ποιοτικά εργαλεία, επιχειρούν να καταγράψουν την αποτελεσματικότητα του κάθε υλικού αλλά και τις αντιδράσεις των παιδιών σε σχέση με την εκμάθηση των αριθμών. Στόχος είναι να δοθούν κάποια στοιχεία, που με τη σειρά τους θα αποτελέσουν υλικό για τις επόμενες έρευνες σχετικά με την κατάλληλη χρήση των ψηφιακών μέσων στην εκπαίδευση.

#### **4.5. Η διαδικασία**

Για την υλοποίηση της παρούσας έρευνας αξιοποιήθηκαν τα δύο από τα τρία τμήματα νηπιαγωγείου στο σχολείο όπου εργάζεται η γράφουσα. Η μία ομάδα αποκλείστηκε από την έρευνα, αφενός λόγω μικρού αριθμού παιδιών και αφετέρου λόγω γνωριμίας με την ερευνήτρια, γεγονός που πιθανόν να επηρέαζε τα ερευνητικά αποτελέσματα. Οι δύο άλλες ομάδες του σχολείου, βρίσκονται σε διαφορετικά κτήρια. Η μία επιλέχθηκε ως η πειραματική ομάδα ενώ η άλλη ως ομάδα ελέγχου. Η πειραματική ομάδα χωρίστηκε σε δύο επιμέρους ομάδες παιδιών. Η μία συμμετείχε

στην έρευνα παίζοντας κυρίως το παιχνίδι με το σχολικό λεωφορείο χρησιμοποιώντας εικονικές διεπαφές και στο εξής θα ονομάζεται Ομάδα GUI, ενώ η άλλη συμμετείχε παίζοντας το ίδιο παιχνίδι με απτικές διεπαφές μέσω της πλακέτας Makey- Makey και στο εξής θα ονομάζεται Ομάδα Makey. Η κάθε ομάδα αποτελείται από 10 παιδιά τα οποία χωρίστηκαν τυχαία, με μόνο κριτήριο να είναι όσο το δυνατό ισάξια η κατανομή τους με βάση το φύλλο. Σύμφωνα λοιπόν με το δυναμικό του συγκεκριμένου τμήματος, η Ομάδα GUI αποτελείται από 5 αγόρια και 5 κορίτσια και η Ομάδα Makey αποτελείται από 4 αγόρια και 6 κορίτσια.

Το τμήμα του νηπιαγωγείου που αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου της έρευνας, απαρτίζεται συνολικά από 23 παιδιά. Από αυτά, κατόπιν έγκρισης των γονέων και κηδεμόνων, συμμετείχαν στην έρευνα τα 19 παιδιά συμπληρώνοντας το pre test, αλλά λόγω απουσίας κάποιου παιδιού, μόνο τα 18 συμπλήρωσαν και το post test. Άρα ως ολοκληρωμένες συμμετοχές προσμετρούνται 18 παιδιά. Από αυτά τα 18 παιδιά για να είναι ισάξια αριθμητικά και οι τρεις ομάδες επιλέχθηκαν και προσμετρήθηκαν στην καταγραφή των αποτελεσμάτων τα 10 από τα 18 παιδιά. Αρχικά αποκλείστηκαν τρία παιδιά, καθώς τα test τους περιείχαν διπλές απαντήσεις και κρίθηκαν ως μη έγκυρα. Τα υπόλοιπα 15 παιδιά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες με βάση το φύλλο των συμμετεχόντων και από αυτές επιλέχθηκαν τυχαία 5 αγόρια και 5 κορίτσια. Τα test των 10 αυτών παιδιών αποτελούν τα δεδομένα της ομάδας ελέγχου.

Η ομάδα ελέγχου συμπλήρωσε τα δύο test στην τάξη της, με απόσταση δύο ημερών (Τετάρτη και Παρασκευή), χωρίς να έχουν ενδιάμεσα υλοποιηθεί οργανωμένες δραστηριότητες σχετικές με τα μαθηματικά και τους αριθμούς. Τα test δύο σελίδων, που παρατίθενται στο παράρτημα 1 της παρούσας εργασίας, δόθηκαν στα παιδιά από τους εκπαιδευτικούς του τμήματος, κατόπιν επικοινωνίας με την ερευνήτρια. Οι οδηγίες που δόθηκαν στα παιδιά ήταν, να χρωματίσουν ή να κυκλώσουν τον αριθμό, που δείχνει πόσα κυκλάκια βρίσκονται μέσα στο κάθε κουτάκι.

Η πειραματική ομάδα υλοποίησε τη συμμετοχή της σε μια διαθέσιμη αίθουσα του σχολείου, που παρείχε την δυνατότητα μεγάλης προβολής σε ειδική επιφάνεια. Η ερευνήτρια συνάντησε το κάθε παιδί ξεχωριστά, δύο φορές μέσα σε μια εβδομάδα. Οι συναντήσεις γίνονταν κάθε Τρίτη και Πέμπτη για δύο εβδομάδες και στο ενδιάμεσο διάστημα δεν υλοποιήθηκαν στην τάξη δραστηριότητες σχετικά με τους αριθμούς και

τα μαθηματικά. Στην πρώτη συνάντηση τα παιδιά της κάθε ομάδας, πρώτα συμπλήρωναν το pre test και έπειτα έπαιζαν το ψηφιακό παιχνίδι. Η συνάντηση είχε διάρκεια περίπου 15 λεπτά. Η δεύτερη συνάντηση είχε διάρκεια περίπου 20 ή 25 λεπτά. Πρώτα τα παιδιά έπαιζαν μια ακόμη φορά το παιχνίδι που είχαν παίξει στην πρώτη συνάντηση και έπειτα συμπλήρωναν το post test. Στη συνέχεια έπαιζαν το παιχνίδι με το άλλο είδος διεπαφής που δεν είχαν παίξει νωρίτερα και τέλος γινόταν μια μικρή συνέντευξη. Η δομή των συναντήσεων φαίνεται πιο αναλυτικά και στο παρακάτω πίνακάκι.

	ΟΜΑΔΑ GUI	ΟΜΑΔΑ Makey
<b>1<sup>η</sup> συνάντηση</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Χορήγηση pre test (5')</li> <li>2. Παιχνίδι GUI (10-15')</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Χορήγηση pre test (5')</li> <li>2. Παιχνίδι Makey (10-15')</li> </ol>
<b>2<sup>η</sup> συνάντηση</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Παιχνίδι GUI (10-15')</li> <li>2. Χορήγηση post test (5-10')</li> <li>3. Παιχνίδι Makey (10-15')</li> <li>4. Συνέντευξη (5')</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Παιχνίδι Makey (10-15')</li> <li>2. Χορήγηση post test (5')</li> <li>3. Παιχνίδι GUI (10-15')</li> <li>4. Συνέντευξη (5')</li> </ol>

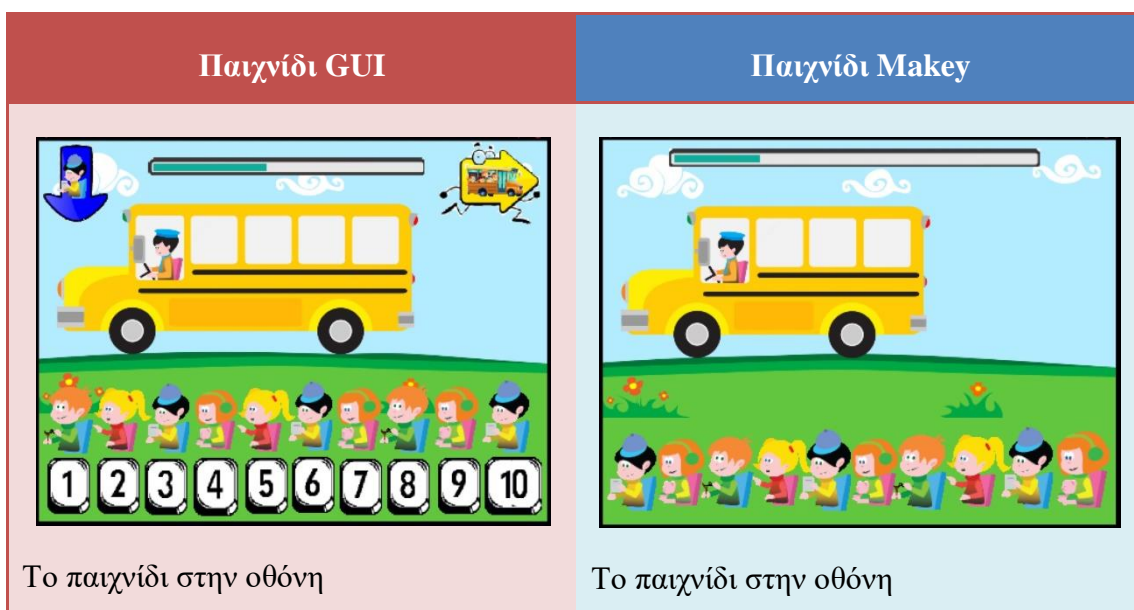
Εικόνα 4. Οργάνωση συναντήσεων

Οι συμμετέχοντες κατά την συμπλήρωση των test κλήθηκαν και στην περίπτωση της ερευνητικής ομάδας, να χρωματίσουν ή να κυκλώσουν τον αριθμό που δείχνει πόσα κυκλάκια υπάρχουν στο παρακείμενο πλαίσιο (βλέπε παράρτημα 1). Κατά την διαδικασία του παιχνιδιού η ερευνήτρια παρουσιάζει το παιχνίδι στα παιδιά και εξηγεί τον σκοπό του καθώς και το πότε αυτό ολοκληρώνεται. Στην περίπτωση των εικονικών διεπαφών, εξηγεί ποια εικονίδια που βρίσκονται στην οθόνη, λειτουργούν ως κουμπιά, ποια είναι η χρήση τους και πώς μπορούν να τα πατήσουν χρησιμοποιώντας το ποντίκι. Η συσκευή του ποντικού είναι ασύρματη, έτσι ώστε η χρήση του να είναι πιο φιλική προς τα παιδιά. Στην περίπτωση των απτικών διεπαφών η ερευνήτρια εξηγεί πως οι πατούσες που βρίσκονται κάτω από τους αριθμούς λειτουργούν ως κουμπιά. Σε κάθε περίπτωση τα παιδιά πρέπει να μετρήσουν τα παράθυρα και να επιλέξουν τον κατάλληλο αριθμό που αντιπροσωπεύει το πλήθος των παιδιών που χωράνε σε αυτό. Σε περίπτωση που έχουν αλλάξει γνώμη για κάποια επιλογή τους και θέλουν να δοκιμάσουν ξανά, είτε πατούν κάποιο άλλο αριθμό, είτε πατούν το μπλε βελάκι που δείχνει προς τα κάτω, έτσι ώστε τα παιδιά να πάνε στην αρχική τους θέση. Όταν θέλουν να αλλάξουν διαφάνεια και να παίξουν με έναν άλλο σχολικό, πατούν το κίτρινο βελάκι, που



αλλάζει την διαφάνεια. Όταν η μπάρα μπλε χρώματος που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης γεμίσει, τότε το παιχνίδι τελειώνει.

Η διάταξη των αριθμών είναι οριζόντια και στα δύο είδη παιχνιδιού. Τα εικονίδια με τα βελάκια είτε λειτουργούν ως εικονικές διεπαφές, είτε ως απτικές, είναι ακριβώς τα ίδια όπως φαίνεται παρακάτω. Ο αρχικός σχεδιασμός προέβλεπε το GUI παιχνίδι με το ποντίκι να παίζεται από τα παιδιά σε προβολή σε μεγάλη επιφάνεια. Ωστόσο, κατά την πρώτη συνάντηση για την εφαρμογή του παιχνιδιού, προέκυψε μια τεχνική δυσλειτουργία με την συσκευή της προβολής που δεν μπορούσε να διορθωθεί. Η συνθήκη φαινόταν να δυσκολεύει τα παιδιά και να διασπά την προσοχή τους, καθώς η προβολή άλλαζε χρώματα ή χανόταν η εικόνα. Παρατηρήθηκε πως η διαδικασία δεν ήταν λειτουργική, τα παιδιά μπερδεύονταν και συνεπώς τα αποτελέσματα δεν θα ήταν αξιόπιστα. Υπό αυτές τις έκτακτες συνθήκες, κρίθηκε από την ερευνήτρια ότι η ποιοτική συμμετοχή των παιδιών έπρεπε να διασφαλιστεί κι έτσι ζήτησε από τα παιδιά να παίξουν το παιχνίδι με το φορητό υπολογιστή, που δεν παρουσίαζε κανένα πρόβλημα. Επειδή η υλοποίηση της έρευνας ξεκίνησε με αυτό τον τρόπο, η τροποποίηση αυτή διατηρήθηκε και στις επόμενες συναντήσεις παρότι το πρόβλημα είχε πια λυθεί, έτσι ώστε οι συνθήκες να είναι ίδιες για όλους του συμμετέχοντες. Έτσι κατά την καταγραφή των αποτελεσμάτων έχει ληφθεί υπόψη αυτή η διαφορά στην οθόνη και την προβολή και πώς αυτό επηρέασε τις επιλογές των παιδιών κατά την διαδικασία του παιχνιδιού.





Η διάταξη στο χώρο



Η  
διάταξη  
στο  
χώρο

Εικόνα 5. Εφαρμογή του παιχνιδιού

## 5. Ερευνητικά αποτελέσματα

Σε ότι αφορά τα ερευνητικά αποτελέσματα θα παρουσιαστούν πρώτα τα αποτελέσματα των pre και post test. Ύστερα θα γίνει αποδελτίωση από τις καταγραφές της φόρμας παρατήρησης και τέλος θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα από τις συνεντεύξεις.

### 5.1. Τα pre και post test

Από τα test που συμπλήρωσε η ομάδα Makey, το 97% των απαντήσεων που δόθηκαν στο pre test ήταν σωστές και το ίδιο ποσοστό υπάρχει και κατά την συμπλήρωση του post test. Από τα δέκα παιδιά που συμμετείχαν σε αυτή την ομάδα, τα δύο έδωσαν κάποια λάθος απάντηση κατά την συμπλήρωση του pre test και κατά την συμπλήρωση των post test προστέθηκε άλλο ένα. Σε μια μόνο απάντηση κάποιο παιδί που συμπλήρωνε το pre test, χρωμάτισε δύο αριθμητικά ψηφία, ένα εκ των οποίων ήταν το σωστό. Η απάντηση αυτή δεν προσμετρήθηκε, καθώς κρίθηκε άκυρη. Συνολικά το 50% των λαθών έγινε κατά την συμπλήρωση του pre test και το άλλο 50% των λαθών έγινε στο post test. Τρία λάθη έγιναν στην πρώτη περίπτωση και τρία στην δεύτερη. Συνεπώς, αυτή η ομάδα δεν παρουσίασε καμία βελτίωση στα αποτελέσματα των απαντήσεων που έδωσαν στα δύο test. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, οι λάθος απαντήσεις αφορούσαν τους αριθμούς 5,6,7 και 8.

**Επιδόσεις της ομάδας Makey στα test: τα λάθη ανά αριθμό.**

Αριθμητική απάντηση	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σύνολο παιδιών	Σύνολο λαθών
Pre test	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	2	3/100 απαντήσεις
Post test	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	3	3/100 απαντήσεις

Εικόνα 6. Επιδόσεις της ομάδας Makey στα test

Από τα test που συμπλήρωσε η ομάδα GUI, η οποία συμμετείχε στην έρευνα παίζοντας με το παιχνίδι εικονικών διεπαφών, το 94% των απαντήσεων του pre test και το 96% των απαντήσεων του post test ήταν σωστές. Ακολουθώς, το 60% των λαθών έγινε κατά την συμπλήρωση του pre test και το 40% των λαθών, κατά την συμπλήρωση του post test. Τέσσερα στα δέκα παιδιά έδωσαν κάποια λάθος απάντηση στα pre test και δύο από αυτά έδωσαν κάποια λάθος απάντηση και κατά την συμπλήρωση των post test. Καμία από τις απαντήσεις που δόθηκαν δεν ήταν άκυρη.

Παρατηρείται λοιπόν μια βελτίωση των απαντήσεων των παιδιών σε ποσοστό 33%. Οι λάθος απαντήσεις που δόθηκαν από τα παιδιά αφορούσαν στους 5,7,8,9 και 10.

#### Επιδόσεις της ομάδας GUI στα test: τα λάθη ανά αριθμό.

Αριθμητική απάντηση	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σύνολο παιδιών	Σύνολο λαθών
Pre test	-	-	-	-	1	-	1	1	1	2	4	6/100 απαντήσεις
Post test	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	2	4/100 απαντήσεις

Εικόνα 7. Επιδόσεις της ομάδας GUI στα test

Σε ότι αφορά την ομάδα ελέγχου, το 97% των απαντήσεων στο pre test ήταν σωστές ενώ στο post test το ποσοστό των σωστών απαντήσεων μειώθηκε στο 95%. Κάνοντας έτσι την κατανομή των λαθών να βρίσκεται στο 37,5% για τα pre test και στο 62,5% για τα post test. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, τέσσερα παιδιά από τα δέκα έδωσαν κάποια λάθος απάντηση. Τα δύο από αυτά έκαναν κάποιο λάθος κατά την συμπλήρωση του pre test και τα άλλα δύο κατά την συμπλήρωση του post test. Οι σωστές απαντήσεις στο post test, ήταν κατά δύο λιγότερες από ότι στο pre test. Ως εκ τούτου, η ομάδα ελέγχου δεν παρουσιάζει κάποια θετική μεταβολή στο πλήθος των λάθος απαντήσεων. Αντίθετα, αυτά φαίνεται να αυξήθηκαν σε ποσοστό 66%. Τα λάθη που έκαναν τα παιδιά εντοπίζονται στους αριθμούς 6,7,9 και 10.

#### Επιδόσεις της ομάδας ελέγχου στα test: τα λάθη ανά αριθμό.

Αριθμητική απάντηση	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σύνολο παιδιών	Σύνολο λαθών
Pre test	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	3/100 απαντήσεις
Post test	-	-	-	-	-	1	1	-	2	1	2	5/100 απαντήσεις

Εικόνα 8. Επιδόσεις της ομάδας ελέγχου στα test

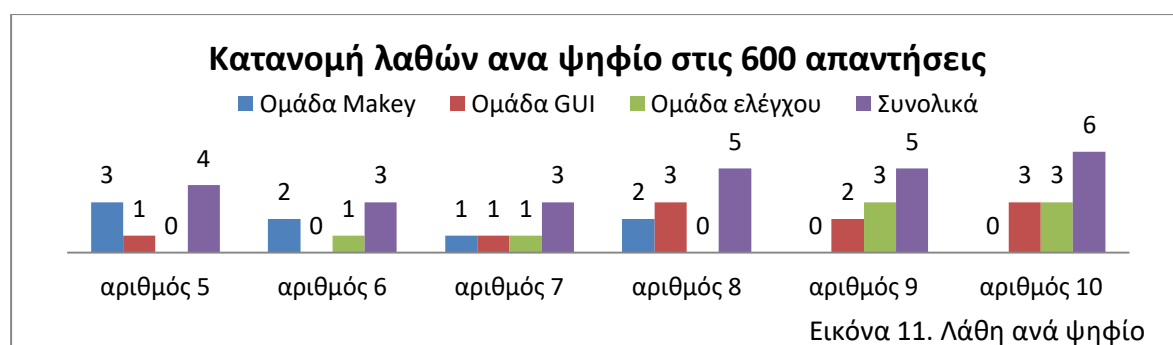
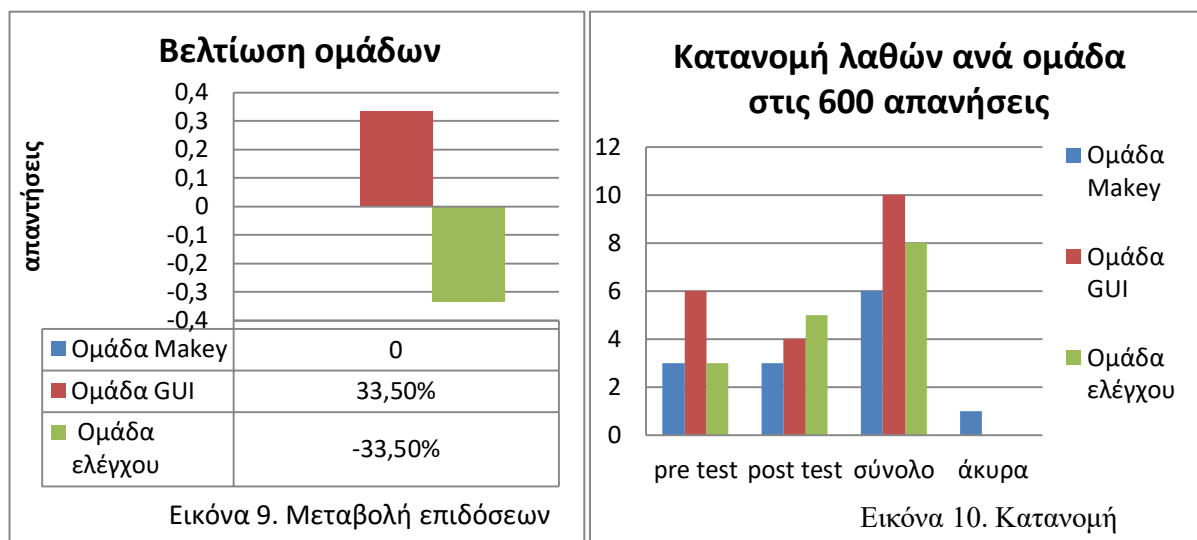
Όπως φαίνεται από τα παραπάνω στοιχεία, αλλά και στην εικόνα 9, η μόνη ομάδα που έχει παρουσιάσει καλύτερες επιδόσεις μετά την μεσολάβηση του παιχνιδιού είναι η ομάδα GUI. Η ομάδα Makey εμφανίζει τα ίδια ποσοστά λαθών και στα δύο τεστ, χωρίς καμία ποσοτική μεταβολή. Τέλος, η ομάδα ελέγχου, δεν εμφανίζει βελτίωση στις επιδόσεις, αντίθετα φαίνεται να υπάρχει μία αύξηση των λαθών κατά δύο απαντήσεις μεταξύ των δύο test. Αν λάβουμε υπόψη πως σε αυτή την ομάδα τα δύο

παιδιά που σημείωσαν όλα τα λάθη στο post test, δεν είχαν κάνει κανένα λάθος κατά την συμπλήρωση του pre test, αλλά και ότι η χορήγηση του post test έγινε την Παρασκευή 20 Δεκεμβρίου, την τελευταία ημέρα πριν τις διακοπές των Χριστουγέννων, μπορούμε να υποθέσουμε πως ίσως οι συνθήκες διεξαγωγής του test να μην ήταν οι ιδανικές, σε ότι αφορά την συγκέντρωση και την ποιοτική συμμετοχή των παιδιών.

Σε σύνολο 600 απαντήσεων, που δόθηκαν και από τις τρεις ομάδες, το 95,83% ήταν σωστές, το 4% δηλαδή οι 24, ήταν λάθος και μία μόνο απάντηση ήταν άκυρη. Όπως φαίνεται στην εικόνα 10, σε συνολικό επίπεδο τα περισσότερα λάθη έχει κάνει η ομάδα GUI και τα λιγότερα η ομάδα Makey. Η ομάδα GUI φαίνεται να έχει κάνει επίσης τα περισσότερα λάθη κατά την συμπλήρωση του pre test, και παρότι είναι η μοναδική ομάδα με εμφανή βελτίωση στις επιδόσεις της, εξακολουθεί να έχει περισσότερα λάθη σε σύγκριση με την ομάδα Makey. Λόγω αυτών των επιδόσεων στα test, μπορούμε να υποθέσουμε πως οι δύο ομάδες δεν είναι ισοδύναμες σε σχέση με τις επιδόσεις τους στα μαθηματικά και τα παιδιά που αποτελούν την ομάδα Makey, έχουν λίγο καλύτερες επιδόσεις στα μαθηματικά από ότι η ομάδα GUI.

Παρατηρώντας λίγο περισσότερο τις λάθος απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά και προσπαθώντας να διαπιστώσουμε ποιοι αριθμοί φαίνεται να τα δυσκολεύουν περισσότερο, υλοποιείται μια ακόμη καταμέτρηση των λάθος απαντήσεων σε σχέση με τα αριθμητικά ψηφία. Σε αυτή την περίπτωση καταμετράται και η απάντηση που θεωρήθηκε νωρίτερα άκυρη, καθώς ανεξάρτητα από το αποτέλεσμα, οι δύο αυτοί αριθμοί που επιλέχθηκαν φαίνεται έστω και στιγμιαία, να δημιουργήσαν μια σύγχυση στο παιδί που τους επέλεξε. Πιο συγκεκριμένα, τα περισσότερα λάθη με ποσοστό 23%, έγιναν στην συμπλήρωση του αριθμού 10. Το 10% των απαντήσεων που αφορούσαν τον αριθμό 10, ήταν λάθος. Οι αμέσως επόμενοι αριθμοί που συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό λαθών είναι οι αριθμοί 9 και 8 με 19,2% επί των συνολικών λαθών που καταμετρήθηκαν. Έπειτα, τα περισσότερα λάθη συγκεντρώνει το ψηφίο 5 με ποσοστό 15,4% των λαθών και τέλος οι αριθμοί 6 και 7 με ποσοστό 11,5% από όλα λάθη που έγιναν και από τις τρεις ομάδες. Στην εικόνα 11 παρουσιάζεται αναλυτικά το πλήθος των λάθος απαντήσεων ανά αριθμητικό ψηφίο στις 600 απαντήσεις. Παρατηρώντας αυτό το γράφημα, βλέπουμε πως όλες οι λάθος απαντήσεις και στα τρία τεστ αφορούν ψηφία μεγαλύτερα ή ίσα με το πέντε. Ακόμη

περισσότερο φαίνεται να υπάρχει μια σχετική κατανομή από τον μεγαλύτερο προς τον μικρότερο αριθμό.



## 5.2. Δομημένη παρατήρηση

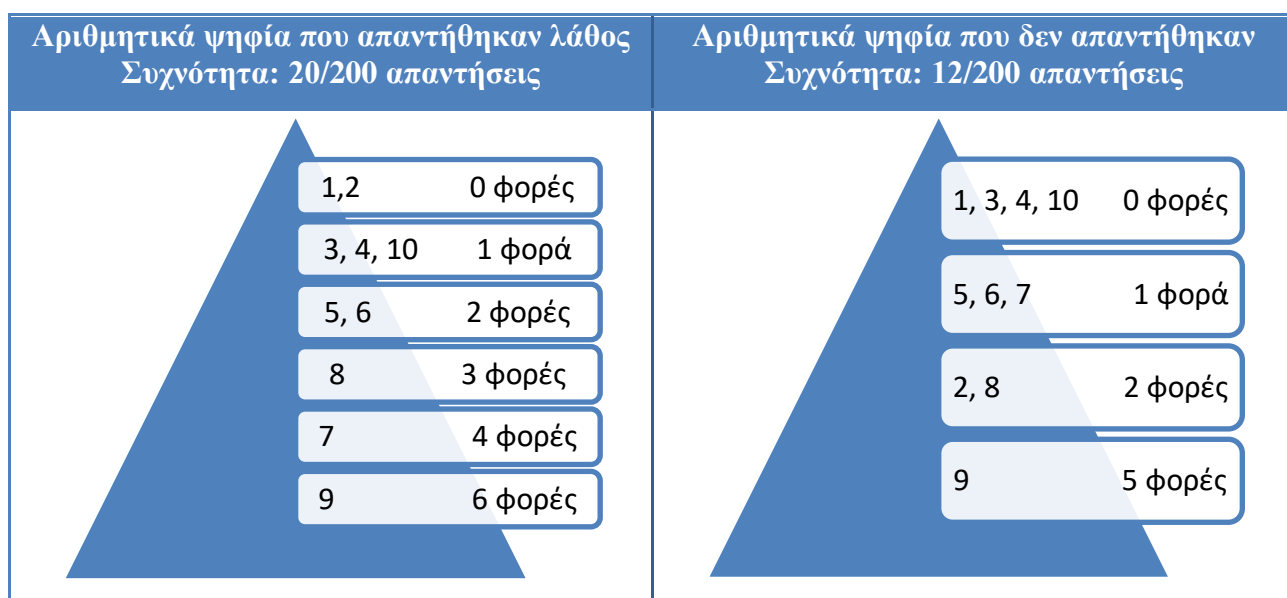
### Ομάδα Makey

Σχετικά με την ομάδα Makey, αυτή αποτελείται από 10 παιδιά. Κατά την συμμετοχή τους στο παιχνίδι σε σύνολο 10 συναντήσεων 2 παιδιά επέλεξαν σε όλες τις διαφάνειες τον σωστό αριθμό χωρίς να παραλείψουν καμία από αυτές. Τρία παιδιά παρουσίασαν βελτίωση στις επιδόσεις τους στους αριθμούς ανάμεσα στις δύο συναντήσεις, και μόνο ένα λάθος επαναλαμβάνεται. Τέσσερα παιδιά έκαναν περισσότερα λάθη κατά την δεύτερη συνάντηση και από αυτά, επίσης μόνο ένα λάθος επαναλήφθηκε και τις δύο φορές. Τέλος, ένα παιδί δεν είχε καμία μεταβολή στην επίδοσή του και έκανε το ίδιο λάθος και στις δύο συναντήσεις. Συνολικά, το 90% των απαντήσεων αυτής της ομάδας είναι σωστές και οι 20 στις 200 απαντήσεις ήταν λάθος. Ένα από τα παραπάνω λάθη έγινε κατόπιν αστοχίας στην τοποθέτηση του σώματος του παιδιού στο δάπεδο και όχι από λάθος επιλογή ψηφίου. Πιο αναλυτικά

οι επιδόσεις των παιδιών που έπαιζαν το παιχνίδι με χρήση απτικών διεπαφών, φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Παρατηρούμε πως σε αυτή την ομάδα το 60% των λάθος απαντήσεων διορθώθηκαν με πρωτοβουλία των παιδιών. Τα περισσότερα λάθη σημειώθηκαν στους αριθμούς 5 ως 9, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

ΟΜΑΔΑ MAKEY											
Αριθμητική απάντηση	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣΥΝΟΛΟ 200 απαντήσεις
Λάθος	0	0	1	1	2	2	4	3	6	1	20
Διόρθωσε	0	0	1	1	2	1	3	1	2	1	12 60% των λαθών
Έφυγε	0	2	0	0	1	1	1	2	5	0	12

Εικόνα 12. Επιδόσεις τις ομάδας Makey



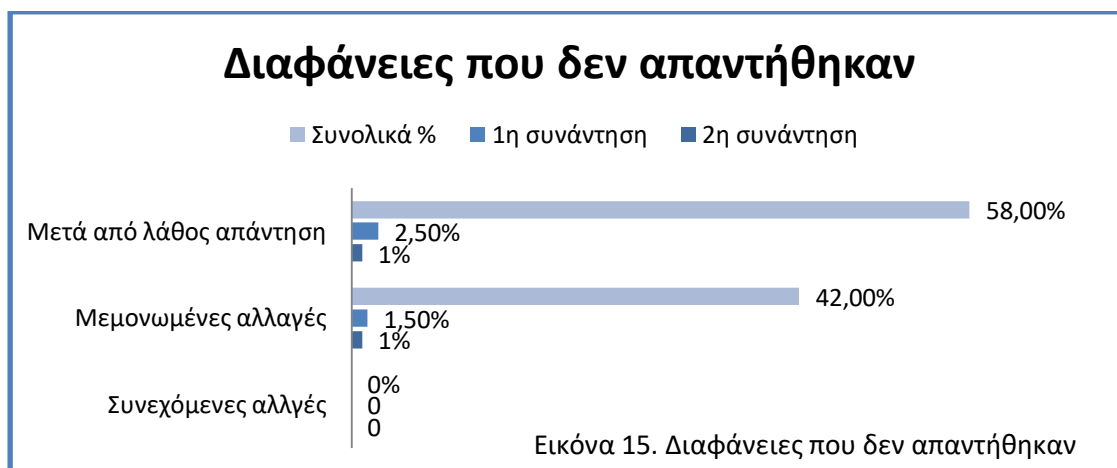
Εικόνα 13. Τα αριθμητικά ψηφία της ομάδας Makey, που απαντήθηκαν λάθος.

Εικόνα 14. Τα αριθμητικά ψηφία της ομάδας Makey, που δεν απαντήθηκαν.

Σε ότι αφορά τις διαφάνειες που παραλείφθηκαν από τα παιδιά, αυτό έγινε σε ποσοστό 6% των συνολικών διαφανειών που έπρεπε να απαντηθούν και η κατανομή των αριθμών ανάλογα με την συχνότητα παράληψης τους απεικονίζεται στο παραπάνω σχήμα. Οι αριθμοί που φαίνεται αν αποφεύγουν τα παιδιά πιο συχνά, είναι το 9, το 8 και το 2. Σε ότι αφορά τον αριθμό 2, πρέπει να σημειωθεί πως είναι η πρώτη διαφάνεια και τα παιδιά ίσως να παραλείπουν αυτό τον αριθμό όχι με πρόθεση αλλά από διάθεση δοκιμής ή καταλάθος. Ένα από τα δέκα παιδιά έκανε κάποιες παραλείψεις διαφανειών και στις δύο συναντήσεις και τέσσερα δεν παρέλειψαν

κανέναν αριθμό. Από τα υπόλοιπα παιδιά τα δύο παρέλειψαν κατά την δεύτερη συνάντηση τον αριθμό 9 και τα άλλα τρία ενώ στην πρώτη συνάντηση παρέλειψαν κάποια ψηφία, κοινό στ όλους το 8 κι έπειτα το 9, την δεύτερη φορά που έπαιξαν το παιχνίδι δεν παρέλειψαν καμία διαφάνεια.

Συνολικά τις περισσότερες φορές, σε ποσοστό 58% όπως απεικονίζεται στην εικόνα 15, τα παιδιά παραλείπουν διαφάνειες στις οποίες έχουν δώσει μια λάθος απάντηση. Αντί να διορθώσουν την αρχική τους επιλογή, δίνοντας μια άλλη απάντηση, επιλέγουν να παίξουν στην επόμενη διαφάνεια. Έπειτα στο 42% των περιπτώσεων αλλαγής συνθήκης, τα παιδιά παραλείπουν μεμονωμένες διαφάνειες, χωρίς να έχει προηγηθεί κάποια λάθος απάντηση. Τέλος, καμία φορά τα παιδιά δεν άλλαξαν μαζικά διαφάνειες. Από την παρατήρηση καταγράφηκε πως, ένα παιδί από τα δέκα θέλησε να αλλάξει πολλές διαφάνειες μαζί αλλά καθώς αυτό δεν ήταν δυνατό έπαιξε όλο το παιχνίδι χωρίς να δοκιμάσει ξανά, ενώ ένα παιδί που παρέλειψε κάποια μεμονωμένη διαφάνεια είπε πως το έκανε για να μεγαλώσει το σχολικό.



Ειδικότερα, κατά την πρώτη συνάντηση, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα της εικόνας 16, στις 100 συνθήκες, οι 10 απαντήθηκαν λάθος και από αυτές το 50% διορθώθηκε από τα ίδια τα παιδιά. Τα περισσότερα λάθη έχουν γίνει στους αριθμούς 8 και 9. Από τους 8 αριθμούς που παραλείφθηκαν ο αριθμός 9 συγκεντρώνει τα περισσότερα ποσοστά και αμέσως μετά ο αριθμός 8. Φαίνεται λοιπόν αυτοί οι δύο αριθμοί, το 8 και το 9, να έχουν δυσκολέψει τους συμμετέχοντες κατά την πρώτη συνάντηση. Το ποσοστό που οι συμμετέχοντες άλλαξαν διαφάνεια χωρίς να δώσουν σωστή απάντηση, είναι λίγες. Σύμφωνα με την εικόνα 11, σε ποσοστό 2,5% οι αλλαγές γίνονται αφού έχει προηγουμένως δοθεί μια λάθος



απάντηση, ενώ σε ποσοστό 1,5% γίνονται μεμονωμένες αλλαγές χωρίς να δοθεί απάντηση.

1 <sup>Η</sup> ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ											
Αριθμητική απάντηση	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣΥΝΟΛΟ 100 απαντήσεις
Λάθος	0	0	0	0	1	0	2	3	3	1	10
Διόρθωσε	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	5 50% των λαθών
Έφυγε	0	1	0	0	0	1	1	2	3	0	8
2 <sup>Η</sup> ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ											
Αριθμητική απάντηση	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣΥΝΟΛΟ 100 απαντήσεις
Λάθος	0	0	1	1	1	2	2	0	3	0	10
Διόρθωσε	0	0	1	1	1	1	2	0	1	0	7 70% των λαθών
Έφυγε	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	4

Εικόνα 16. Επιδόσεις στις δύο συναντήσεις

Κατά την δεύτερη συνάντηση, καθώς τα παιδιά παίζουν με το παιχνίδι, παρατηρούμε από τον παραπάνω πίνακα, πως τα ποσοστά των λαθών παραμένουν ίδια. Η διόρθωση όμως που κάνουν τα παιδιά σε αυτά, παρουσιάζει μια αύξηση και από 50% ανεβαίνει στο 70%. Ταυτόχρονα το πλήθος των φορών που τα παιδιά παραλείπουν μια διαφάνεια μειώνεται κατά 50%. Ο αριθμός που εξακολουθεί και σε αυτή την συνάντηση, να συγκεντρώνει τις περισσότερες λάθος απαντήσεις και τις περισσότερες παραλείψεις, είναι ο αριθμός 9. Αφού λοιπόν αυξήθηκε το ποσοστό διόρθωσης των λαθών, μειώθηκαν τα ποσοστά αλλαγής διαφάνειας εξαιτίας κάποιας λάθος απάντησης. Σε αυτή τη δεύτερη φορά που τα παιδιά έπαιξαν το παιχνίδι τις δύο από τις τέσσερις φορές, αλλάζουν διαφάνεια μεμονωμένα λόγω δυσκολίας ή από λάθος και τις άλλες δύο φορές ύστερα από κάποια λανθασμένη απάντηση.

Σε ότι αφορά αυτή την ομάδα παρατηρούμε πως οι αριθμοί με την μεγαλύτερη συχνότητα λαθών είναι μεγαλύτεροι ή ίσοι του 5 και τα περισσότερα λάθη γίνονται στην συμπλήρωση του αριθμού 9. Οι αριθμοί που τα παιδιά παραλείπουν περισσότερο είναι το 2 και το 8 και τα μεγαλύτερα ποσοστά έχει ο αριθμός 9. Πιο συγκεκριμένα τις τέσσερις από τις έξι φορές που έγινε λάθος σε αυτό τον αριθμό τα παιδιά αντί για το 9 επέλεξαν το 10. Αυτό ίσως οφείλεται αφενός στην ανυπομονησία τους να πατήσουν τον αριθμό 10, πράγμα που φαίνεται να ήθελαν τα περισσότερα παιδάκια και αφετέρου στην μικρή οπτική διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στο

σχολικό με τα 9 και τα 10 παράθυρα. Τα άλλα δύο λάθη αφορούσαν στον επίσης κοντινό αριθμό 8 αλλά και στο 7. Βλέπουμε λοιπόν πως κυρίως το ψηφίο 9 αλλά και το 8 και τα μεγαλύτερα του πέντε ψηφία, είναι αυτά που δυσκολεύει τα παιδιά περισσότερο. Ο αριθμός δύο έχει επίσης ποσοστά παράληψης. Αν όμως λάβουμε υπόψη πως είναι η πρώτη διαφάνεια του παιχνιδιού, ότι το ποσοστό είναι χαμηλό (2 στις 12 παραλείψεις) και ότι αυτό έγινε μεμονωμένα και χωρίς προηγούμενη λάθος απάντηση, η παράληψη του αριθμού 2, δεν κρίνεται ως ένδειξη αδυναμίας σε ότι αφορά την κατανόηση της σχέσης συμβόλου και πλήθους. Αυτό επίσης επιβεβαιώνεται αν συγκρίνουμε και τις επιδόσεις της ομάδας στο pre και post test, στα οποία δεν έχει παρουσιαστεί κανένα λάθος στον αριθμό 2.

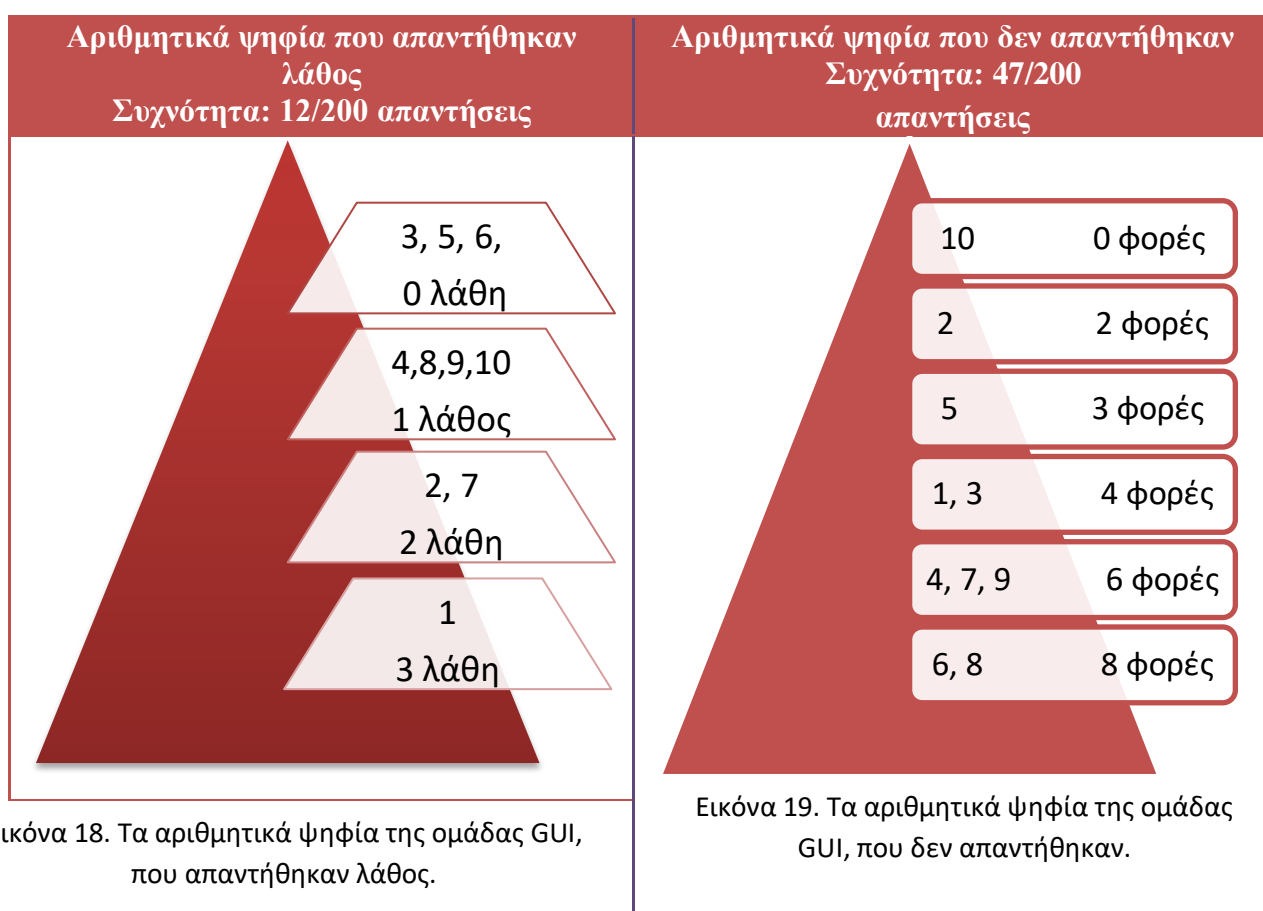
Η ομάδα αυτή δεν παρουσίασε καμία βελτίωση στις επιδόσεις των παιδιών, μεταξύ των δύο συναντήσεων, φαίνεται όμως να υπάρχει μια 20% αύξηση στην διόρθωση των λαθών. Αυτό σημαίνει πως τα παιδιά ενώ αρχικά είχαν αφήσει τα μισά λάθη χωρίς διόρθωση τώρα από τα 10 λάθη τα περισσότερα διορθώθηκαν με δική τους πρωτοβουλία και μόνο τα 3 προσπεράστηκαν. Η μείωση της αλλαγής διαφανειών κατόπιν λάθους, μας δείχνει πως αν και μέσα σε διάστημα δύο ημερών μεταξύ των δύο συναντήσεων, δεν βελτιώθηκαν σημαντικά οι επιδόσεις σχετικά με τους αριθμούς, φαίνεται όμως να έχουν εξοικειωθεί περισσότερο με το παιχνίδι και να επιδεικνύουν καλύτερο έλεγχο στον χειρισμό των παραπάνω εννοιών, καθώς είναι σε θέση να παρατηρήσουν το λάθος και να βρίσκουν τρόπο να το διορθώσουν.

## **Ομάδα GUI**

Η GUI ομάδα αποτελείται από 10 παιδιά. Τα 9 παιδιά κατά την διάρκεια του παιχνιδιού έκαναν από τουλάχιστο ένα λάθος ή παρέλειψαν κάποια διαφάνεια του παιχνιδιού. Τρία από αυτά έκαναν μόνο ένα από τα παραπάνω και αυτό κατά λάθος ή από απροσεξία. Αθροιστικά από την συνολική συμμετοχή όλων των παιδιών, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα καταγράφηκαν 11 λάθη σε 200 απαντήσεις. Από αυτά τα λάθη τα 8 διορθώθηκαν από τα ίδια τα παιδιά, ενώ τα υπόλοιπα όχι. Κανένα παιδί δεν έχει επαναλάβει κάποιο από τα λάθη του και στις δύο συναντήσεις. Τα περισσότερα λάθη όπως φαίνεται στο παρακάτω πινακάκι αλλά και στην πυραμίδα που ακολουθεί, αφορά στον αριθμό 1 που συγκέντρωσε τα περισσότερα λάθη. Στους αριθμούς 3, 5, 6, 9 δεν έγιναν καθόλου λάθη.

ΟΜΑΔΑ GUI: 200 διαφάνειες											
Αριθμητική απάντηση	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣΥΝΟΛΟ 200 απαντήσεις
Λάθος	3	2	0	1	0	0	2	1	1	1	11
Διόρθωσε	2	1	0	1	0	0	1	1	0	2	8 66,7% των λαθών
Έφυγε	4	2	4	6	3	8	6	8	6	0	47

Εικόνα 17. Επιδόσεις της ομάδας GUI

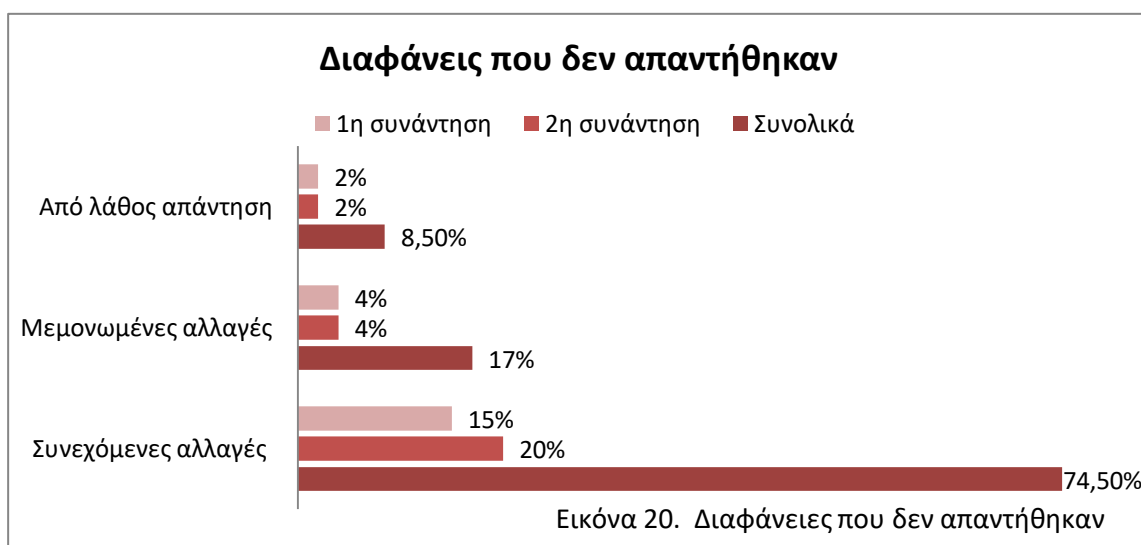


Εικόνα 18. Τα αριθμητικά ψηφία της ομάδας GUI, που απαντήθηκαν λάθος.

Εικόνα 19. Τα αριθμητικά ψηφία της ομάδας GUI, που δεν απαντήθηκαν.

Σε ότι αφορά τις διαφάνειες που παραλείφθηκαν από τα παιδιά, αυτό έγινε σε ποσοστό 23,5% και η κατανομή των αριθμών ανάλογα με την συχνότητα φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Σε αυτή την περίπτωση τρία παιδιά φαίνεται να παραλείπουν να παίξουν την διαφάνεια κάποιων αριθμών και στις δύο συναντήσεις. Οι αριθμοί αυτοί είναι μεγαλύτεροι του πέντε και είναι το 6,7,8 και 9. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί πως ο αριθμός 2 είναι η πρώτη διαφάνεια. Τις δύο φορές που τα παιδιά παραλείπουν να παίξουν τον αριθμό 2, αυτό φαίνεται να έγινε από λάθος, καθώς κατά

την πρώτη διαφάνεια φαίνεται να πειραματίζονται με τα πλήκτρα χωρίς συγκεκριμένη πρόθεση. Το μεγαλύτερο ποσοστό αλλαγής διαφάνειας αφορά συνεχόμενες αλλαγές σε ποσοστό 74,5%. Ακολουθούν οι μεμονωμένες αλλαγές διαφανειών με ποσοστό 17%. Οι αριθμοί 1 και 2 φαίνεται να επαναλαμβάνονται μεταξύ των δύο συναντήσεων. Τέλος, οι λιγότερες σε ποσοστό είναι οι αλλαγές διαφάνειας που έγιναν κατόπιν συμπλήρωσης κάποιας λάθος απάντησης με ποσοστό 8,5%. Κανένας αριθμός δε φαίνεται να επαναλαμβάνεται μεταξύ των δύο συναντήσεων.



Ειδικότερα, κατά την πρώτη συνάντηση, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, στις εκατό συνθήκες, οι 7 απαντήθηκαν λάθος. Από αυτές, τα παιδιά διόρθωσαν με δική τους πρωτοβουλία τις 6, δίνοντας την σωστή απάντηση. Οι λάθος αυτές απαντήσεις είτε διορθώθηκαν είτε όχι, δόθηκαν συνολικά από έξι συγκεκριμένα παιδιά. Οι 21 από τις 100 προς απάντηση συνθήκες, δεν απαντήθηκαν καθόλου, καθώς τα παιδιά άλλαξαν διαφάνεια. Οι 15 διαφάνειες που δεν απαντήθηκαν προέκυψαν από συνεχόμενες αλλαγές, οι 4 από αλλαγή μεμονωμένων διαφανειών είτε από λάθος, είτε με πρόθεση και δύο αλλαγές διαφάνειας έγιναν κατόπιν λανθασμένης απάντησης που δεν διορθώθηκε. Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται αναλυτικά τόσο τα λάθη, όσο και οι διαφάνειες που τα παιδιά αποφάσισαν να μην παίξουν και στις δύο συναντήσεις.

1 <sup>Η</sup> ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ											
Αριθμητική απάντηση	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣΥΝΟΛΟ 100 απαντήσεις
Λάθος	1	2	0	1	0	0	2	0	0	1	7
Διόρθωσε	1	1	0	1	0	0	1	0	0	2	6 85,71% των λαθών
Έφυγε	1	2	1	3	1	4	2	4	3	0	21
2 <sup>Η</sup> ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ											
Αριθμητική απάντηση	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣΥΝΟΛΟ 100 απαντήσεις
Λάθος	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4
Διόρθωσε	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2 50% των λαθών
Έφυγε	3	0	3	3	2	4	4	4	3	0	26

Εικόνα 21. Επιδόσεις στις δύο συναντήσεις

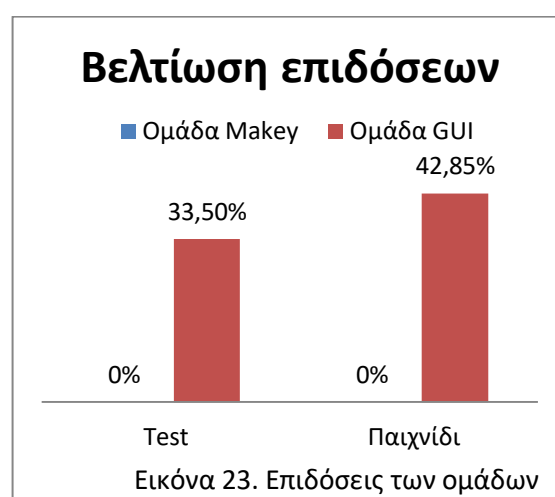
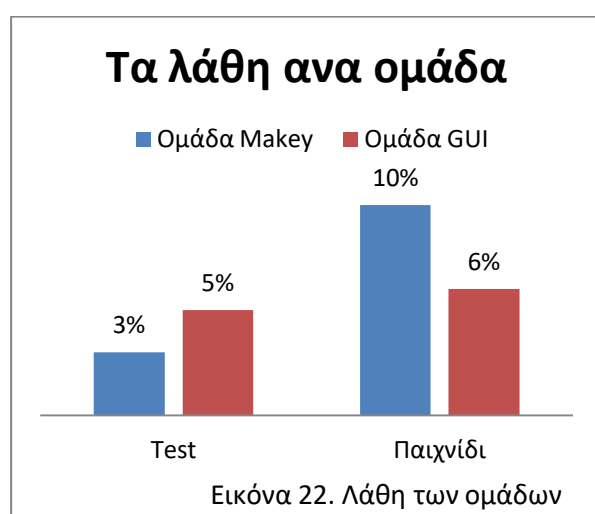
Κατά την δεύτερη συνάντηση, καθώς τα παιδιά παίζουν με το παιχνίδι, παρατηρούμε και από τον παραπάνω πίνακα ότι οι λάθος απαντήσεις μειώνονται κατά 42,85% σε σχέση με την πρώτη συνάντηση. Μαζί όμως με τα λάθη μειώνονται και οι προσπάθειες διόρθωσης αυτών. Από 85,71% που ήταν στην πρώτη συνάντηση στην δεύτερη συνάντηση μειώνεται στο 50%. Αντίθετα, με την βελτίωση στις επιδόσεις των παιδιών μεταξύ των δύο συναντήσεων οι φορές που τα παιδιά παρέλειψαν κάποια διαφάνεια του παιχνιδιού αυξάνεται κατά 23%. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 4, μεταξύ των δύο συναντήσεων το πλήθος των διαφανειών που παραλείφθηκαν από τα παιδιά μεμονωμένα λόγω δυσκολίας ή κατά λάθος ή επειδή έδωσαν κάποια λάθος απάντηση που δεν θέλησαν να διορθώσουν παραμένει σταθερό. Αυτό που μεταβάλλεται και δημιουργεί αυτή την αύξηση του ποσοστού μη απαντημένων συνθηκών, είναι το πλήθος των μαζικών αλλαγών διαφανειών. Σε αυτή την κατηγορία προσμετρούνται οι συνεχόμενες αλλαγές δύο και πάνω διαφανειών. Κατά την δεύτερη συνάντηση δύο παιδιά άλλαξαν τέσσερις διαφάνειες μαζί, δύο φορές αλλάχθηκαν δύο διαφάνειες χωρίς να παιχτούν δύο συνθήκες, μία φορά παραλείφθηκαν πέντε διαφάνειες και μία ακόμη τρεις. Όταν τα παιδιά ρωτήθηκαν γιατί αλλάζουν μαζικά τις διαφάνειες, οι απαντήσεις τους ήταν είτε ότι έγινε κατά λάθος, είτε ότι βιάζονται ή θέλουν να μεγαλώσουν το σχολικό και να πάνε ως το νούμερο 10 ή να φτάσουν στο τέλος του παιχνιδιού. Σε όλες αυτές τις απαντήσεις βλέπουμε να κυριαρχεί μια διάθεση ανυπομονησίας να μεγαλώσει το σχολικό ώστε να φτάσουν τα παιδιά στον αριθμό 10 που είναι ο μεγαλύτερος και τότε ολοκληρώνεται το παιχνίδι.

Σε αυτή την ομάδα παρατηρούμε πως τα ποσοστά λάθος απαντήσεων είναι αρκετά μικρά. Τα περισσότερα λάθη από το σύνολο των παιδιών, γίνονται στους αριθμούς 1 και 2 (3 και 2 λάθη αντίστοιχα). Συγκρίνοντας όμως, τις επιδόσεις της ομάδας στα pre και post test και λαμβάνοντας υπόψη τις μαζικές αλλαγές διαφανειών που γίνονται χωρίς κριτήριο δυσκολίας, δε μπορούμε να ισχυριστούμε πως αυτά τα λάθη αποτελούν ένδειξη μη ικανοποιητικής γνώσης αυτών των αριθμών. Υπάρχει ένας ακόμη αριθμός που συγκεντρώνει συγκριτικά τα μεγαλύτερα ποσοστά δηλαδή δύο λάθη, και είναι ο αριθμός 7. Στους υπόλοιπους αριθμούς 4,8,9,10 έχει γίνει από ένα λάθος. Δεν παρατηρείται λοιπόν κάποια συστηματικότητα στα λάθη που έχουν παρουσιαστεί και έτσι δε μπορούμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα. Σε ότι αφορά τους αριθμούς που παραλείπουν τα παιδιά να παίξουν, βλέπουμε πως ο μόνος αριθμός που δεν παραλείπουν είναι το 10 και οι υπόλοιποι παραλείπονται από δύο έως οκτώ φορές. Και σε αυτή την περίπτωση οι παραλείψεις δεν εμφανίζουν κάποια κανονικότητα ή συστηματικότητα, έτσι ώστε να μπορεί να διεξαχθεί κάποιο ασφαλές συμπέρασμα.

Αυτό που αξίζει όμως να αναφερθεί είναι ότι μπορεί συνολικά το ποσοστό σωστών απαντήσεων να αυξήθηκε μεταξύ των δύο συναντήσεων, μειώθηκε όμως το ποσοστό της συμμετοχής των παιδιών στο παιχνίδι. Αυτό φαίνεται αφενός γιατί τα παιδιά βιάζονταν περισσότερο να αλλάξουν διαφάνειες και αφετέρου, γιατί μειώθηκαν οι διορθωτικές πρωτοβουλίες των παιδιών σε σχέση με τις λάθος απαντήσεις τους. Συνεπώς, η βελτίωση αυτή αν και υπαρκτή κρίνεται μη στατιστικά σημαντική. Η αύξηση όμως των διαφανειών που παραλείφθηκαν μπορεί να μας δώσει κάποια στοιχεία σχετικά με την ποιότητα της συμμετοχής των παιδιών. Τα παιδιά και στις δύο συναντήσεις παραλείπουν με σταθερό ποσοστό διαφάνειες κατόπιν λάθος απάντησης και μεμονωμένες διαφάνειες χωρίς σαφή πρόθεση. Η αύξηση όμως στις διαφάνειες που παραλείπονται είναι στην κατηγορία των συνεχόμενων αλλαγών διαφάνειας, που ήταν έτσι κι αλλιώς η κατηγορία με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση. Αν λάβουμε επίσης υπόψη ότι ο στόχος των παιδιών ήταν να τελειώσει το παιχνίδι ή να φτάσουν γρήγορα στο πιο μεγάλο σχολικό, μπορούμε να πούμε, πως η ποιοτική εμπλοκή των παιδιών μειώθηκε από την μια φορά στην άλλη. Υποθέτουμε πως το παιχνίδι βοήθησε κάποια παιδιά στο να δώσουν περισσότερες σωστές απαντήσεις κατά την δεύτερη συνάντηση, αλλά δεν κατάφερε να διατηρήσει κίνητρό τους για εμπλοκή με το παιχνίδι σε ψηλά επίπεδα.

## Σύγκριση ομάδων

Παρατηρώντας την πορεία και των δύο ομάδων σε σχέση με τα λάθη που έγιναν κατά την συμπλήρωση των test και κατά την διάρκεια του παιχνιδιού, παρατηρούμε πως και στις δύο ομάδες, τα λάθη κατά την διάρκεια του παιχνιδιού είναι περισσότερα από εκείνα στα test. Η ομάδα Makey εμφανίζει μια σημαντική αύξηση στο ποσοστό των λαθών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, σε σχέση με τα test. Η ομάδα GUI αντίθετα, παρουσιάζει μια πολύ μικρή μεταβολή. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, ενώ η ομάδα Makey έχει κάνει λιγότερα λάθη από την ομάδα GUI, κατά την συμπλήρωση των test, σε ότι αφορά το παιχνίδι ισχύει το αντίστροφο και η ομάδα Makey εμφανίζει το μεγαλύτερο ποσοστό λαθών σε επίπεδο 10%. Παρατηρούμε λοιπόν πως οι επιδόσεις και των δύο ομάδων είναι συνολικά αρκετά καλές. Ωστόσο, τα παιδιά που συμμετέχουν στην ομάδα Makey φαίνεται να τα καταφέρνουν καλύτερα σε πιο στατικές δραστηριότητες όπως το test, αλλά στη συνθήκη του παιχνιδιού δεν είχαν το ίδιο καλές επιδόσεις.



Ακολουθώντας, παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα στην εικόνα 23, βλέπουμε πως η ομάδα Makey έχει μηδενική βελτίωση στην επίδοση και στα test και στο παιχνίδι, ενώ η ομάδα GUI παρουσιάζει υπολογίσιμη βελτίωση και στις δύο συνθήκες. Στην πρώτη ομάδα, φαίνεται πως η εμπειρία του παιχνιδιού δεν είχε κάποια εμφανή επίδραση στην επίδοση των παιδιών. Αυτή η διαπίστωση στηρίζεται στο γεγονός ότι η βελτίωση των παιδιών από την πρώτη συνάντηση για το παιχνίδι στη δεύτερη, είναι μηδενική και τα παιδιά έκαναν την ίδια ποσότητα λαθών. Την άποψη αυτή στηρίζουν επίσης τα στοιχεία που προέκυψαν από την μέτρηση των

λαθών στο pre και post test, στα οποία επίσης η βελτίωση είναι μηδενική. Στην GUI ομάδα αντίθετα, φαίνεται το παιχνίδι να έχει θετική επίδραση, καθώς παρουσιάζει σημαντική βελτίωση 42,85%, ανάμεσα στις δύο συναντήσεις. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τα δύο test. Η ομάδα αυτή, έχει μια επίσης στατιστικά σημαντική βελτίωση 33,50% στις επιδόσεις της.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, σε ότι αφορά την επίδοση φαίνεται πως η ομάδα GUI έχει μια πιο θετική εξέλιξη σε σχέση με την ομάδα Makey. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, στην εικόνα 21 και οι δύο ομάδες έχουν πολύ κοντινά ποσοστά διόρθωσης των λαθών που έχουν κάνει, 60% στην πρώτη ομάδα και 66,7% στην δεύτερη. Συνεπώς, σε ότι αφορά την δομή του παιχνιδιού, αυτό φαίνεται ότι παρείχε τις ίδιες ευκαιρίες και δυνατότητες για αυτοδιόρθωση και τα παιδιά ανταποκρίθηκαν το ίδιο σε αυτό.

Παρατηρώντας όμως, το ποσοστό παράληψης διαφανειών βλέπουμε μια σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες. Ενώ η ομάδα GUI είναι εκείνη που εμφανίζει τα χαμηλότερα ποσοστά λαθών και τη μεγαλύτερη βελτίωση, ταυτόχρονα είναι και η ομάδα με το μεγαλύτερο ποσοστό παράληψης διαφανειών, 23,5% έναντι 6% για την ομάδα Makey. Ένα τόσο μεγάλο ποσοστό παράληψης απαντήσεων μπορεί να δικαιολογεί την απόκλιση στην επίδοση των δύο ομάδων, σε ότι αφορά την διαδικασία του παιχνιδιού.

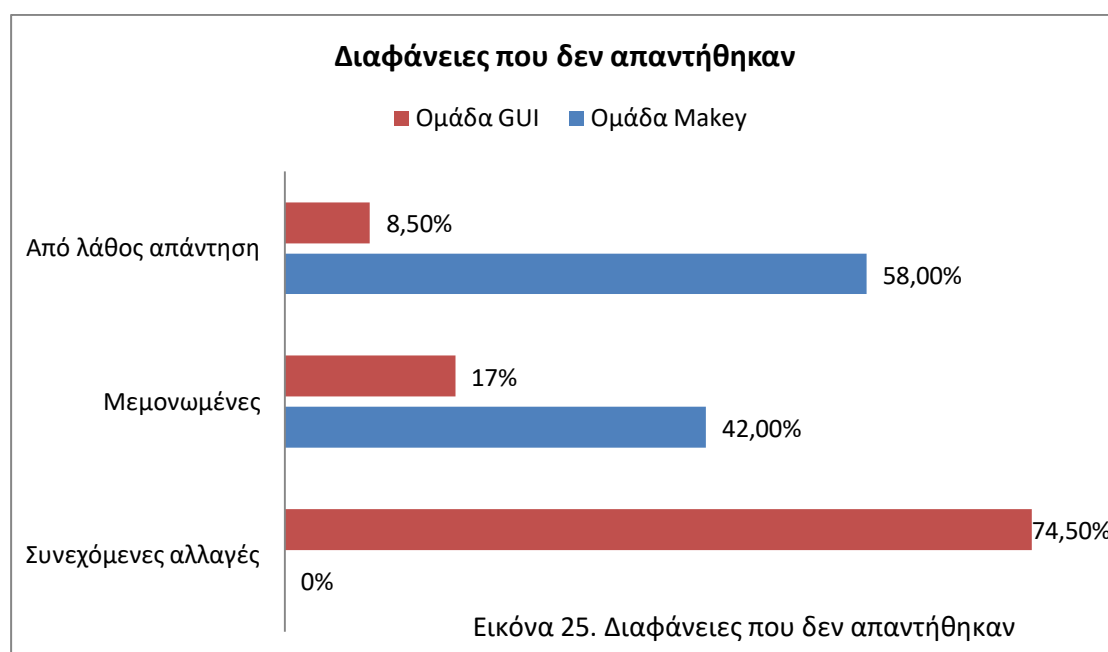
	ΟΜΑΔΑ MAKEY 200 διαφάνειες		ΟΜΑΔΑ GUI 200 διαφάνειες	
<b>Λάθος</b>	20	10% των απαντήσεων	12	6% των απαντήσεων
<b>Διόρθωσε</b>	12	60% των λαθών	8	66,7% των λαθών
<b>Έφυγε</b>	12	6% των απαντήσεων	47	23,5% των απαντήσεων
	Συνεχόμενες αλλαγές: 0		Συνεχόμενες αλλαγές: 35	
	Μεμονωμένες αλλαγές: 5		Μεμονωμένες αλλαγές: 8	
	Μετά από λάθος απάντηση: 7		Μετά από λάθος απάντηση: 4	

Εικόνα 24. Η εικόνα των ομάδων

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα, η ομάδα GUI έχει τα υψηλότερα ποσοστά παράληψης διαφανειών στην κατηγορία των συνεχόμενων αλλαγών, ενώ η ομάδα Makey έχει μηδενικά ποσοστά στην ίδια κατηγορία. Αυτό σημαίνει ότι

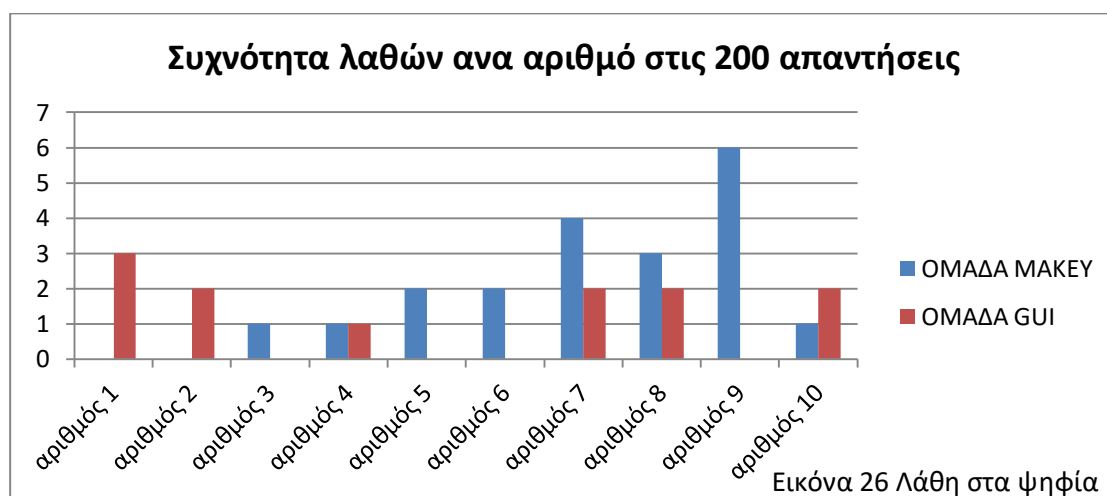


συγκριτικά, η GUI ομάδα έχει απαντήσει λιγότερες διαφάνειες από ότι η ομάδα Makey και άρα είναι δικαιολογημένο να έχει κάνει και λιγότερα λάθη. Ακόμη περισσότερο αν παρατηρήσουμε το διάγραμμα 5 σχετικά με την κατανομή των διαφανειών που παραλείφθηκαν ανάμεσα στις δύο συναντήσεις, παρατηρούμε πως τα ποσοστά παράληψης διαφανειών λόγω λάθους ή μεμονωμένων διαφανειών παραμένουν σταθερά. Αντίθετα μεταξύ των δύο συναντήσεων υπάρχει μια αύξηση 23% στα ποσοστά των διαφανειών που παραλείφθηκαν μαζικά. Συνεπώς, το γεγονός ότι τα παιδιά έπαιζαν λιγότερες διαφάνειες στην δεύτερη από ότι στην πρώτη συνάντηση, θέτει υπό αμφισβήτηση την εγκυρότητα του ποσοστού βελτίωσης των επιδόσεων μεταξύ των δύο συναντήσεων.

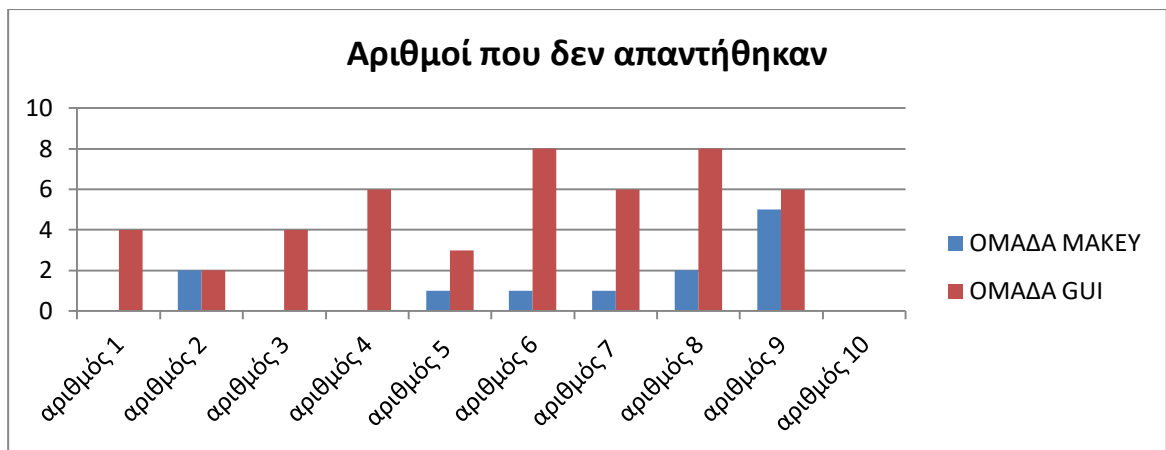


Ακολουθώντας, παρατηρώντας την κατανομή των λαθών ανά αριθμητικό ψηφίο, παρατηρούμε πως τα λάθη για την ομάδα Makey εμφανίζονται από τον αριθμό 3 ως το 10 και έχουν την μεγαλύτερη συγκέντρωση από το 5 ως το 9. Φαίνεται λοιπόν πως τα μεγαλύτερα ψηφία έχουν μεγαλύτερο ποσοστό λαθών. Αντίθετα, η ομάδα GUI δεν εμφανίζει κάποια κανονικότητα που αξίζει να σημειωθεί. Υπάρχει συγκέντρωση λαθών στα μεγαλύτερα ψηφία 7,8,10 αλλά υπάρχει αντίστοιχη συγκέντρωση και στα ψηφία 1 και 2. Αν υπολογίσουμε ότι ο αριθμός 2 είναι η πρώτη διαφάνεια και ο αριθμός 1 είναι η δεύτερη διαφάνεια, μπορούμε να υποθέσουμε πως αυτά τα λάθη έγιναν όχι από έλλειψη κατανόησης της μαθηματικής έννοιας, καθώς τέτοια λάθη δεν υπάρχουν στα test, αλλά από βιασύνη ή διάθεση πειραματισμού με το παιχνίδι. Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε πως τα λάθη και στις δύο ομάδες αφορούν

κυρίως τους αριθμούς από το 5 και πάνω και ότι τα παιδιά της GUI ομάδας είχαν ανάγκη από περισσότερο χρόνο για δοκιμές με τις εικονικές διεπαφές από ότι η Makey ομάδα που ξεκίνησε το παιχνίδι χωρίς καθόλου λάθος απαντήσεις.



Σε ότι αφορά τα αριθμητικά ψηφία που παραλείφθηκαν, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, στην εικόνα 27, καμία ομάδα δεν παραλείπει να παίξει τον αριθμό 10 και πολλά παιδιά ανυπομονούν να φτάσουν σε αυτόν. Ως εκ τούτου, φαίνεται το ψηφίο 9 να έχει σημαντικά ποσοστά παράληψης και από τις δύο ομάδες. Η ομάδα Makey ειδικότερα, έχει τα υψηλότερα ποσοστά σε αυτό το ψηφίο. Οι παραλείψεις σε αυτή την ομάδα εντοπίζονται κυρίως στους αριθμούς από το 5 και πάνω. Επίσης, κάποιες παρατηρούνται και στον αριθμό 2, η οποία είναι η πρώτη διαφάνεια του παιχνιδιού και γι' αυτό και σε αυτή την περίπτωση δεν αξιολογείται ως στοιχείο που δηλώνει έλλειψη κατανόησης της έννοιας του πλήθους που συμβολίζει αυτός ο αριθμός. Η ομάδα GUI από την άλλη, έχει μεγαλύτερη διασπορά και εμφανίζει παραλείψεις σε όλους τους αριθμούς εκτός από το 10. Το γεγονός αυτό αιτιολογείται, αν λάβουμε υπόψιν τις μαζικές αλλαγές διαφανειών που έκαναν τα παιδιά αυτής της ομάδας. Συνεπώς, δεν μπορεί να διεξαχθεί ένα ασφαλές συμπέρασμα για το ποιος αριθμός ή αριθμοί δυσκολεύουν τα παιδιά περισσότερο και γι αυτό τον παραλείπουν. Μπορούμε μόνο να παρατηρήσουμε πως αρκετά παιδιά ανυπομονούσαν να παίξουν το σχολικό με τα περισσότερα παράθυρα και να βάλουν μέσα όλα τα παιδάκια της οθόνης. Η ομάδα Makey, αποφεύγει να παίξει τους ίδιους αριθμούς που εμφανίζει και τα περισσότερα λάθη, δηλαδή όσους είναι μεγαλύτεροι του 5. Σε ότι αφορά την GUI ομάδα, οι περισσότερες παραλείψεις και άρα οι περισσότερες μαζικές αλλαγές διαφανειών αφορούν στους αριθμούς 4 έως 9.



Εικόνα 27. Ψηφία που δεν απαντήθηκαν

### 5.3. Κρίσιμα συμβάντα

Σε ότι αφορά την αποδελτίωση των κρίσιμων συμβάντων, αυτά ταξινομούνται στον παρακάτω πίνακα, ως προς τέσσερις κατηγορίες και αναφέρονται μόνο όσα κρίνονται σημαντικά. Στον παρακάτω πίνακα, πρώτα γίνεται μια καταγραφή των πρακτικών που ακολουθούν τα παιδιά, για να μετρήσουν το πλήθος των παραθύρων που έχει κάθε σχολικό. Έπειτα, παρατηρούνται οι τεχνικές που ακολουθήθηκαν για να επιλέξουν το αντίστοιχο αριθμητικό ψηφίο και εν συνεχεία ποιες στρατηγικές ακολουθήθηκαν για να διορθωθούν οι λάθος απαντήσεις. Τέλος, καταγράφονται οι δυσκολίες που αντιμετώπισαν τα παιδιά ανάλογα με το παιχνίδι που έπαιξαν καθώς και οι αντίστοιχες δυσλειτουργίες. Η καταμέτρηση γίνεται όχι σύμφωνα με την συχνότητα εμφάνισης της εκάστοτε στρατηγικής αλλά σύμφωνα με το πόσα παιδιά υιοθέτησαν κάποια ή κάποιες από αυτές, έστω και μία φορά.

Στρατηγικές επίλυσης προβλήματος: μέτρηση πλήθους	Ομάδα Makey	Ομάδα GUI
Άμεση εκτίμηση	3 παιδιά	3 παιδιά
Μετρούν δείχνοντας με τον κέρσορα	-	4 παιδιά
Μετρούν με το βλέμμα ή κουνώντας το κεφάλι	5 παιδιά	3 παιδιά
Μετρούν δείχνοντας με το δάκτυλο- τεντώνοντας το χέρι	7 παιδιά	1 παιδιά
Πάνε κοντά – ακουμπούν την οθόνη του laptop	1 παιδιά	6 παιδιά
Πάνε κοντά στην επιφάνεια της προβολής	2 παιδιά	-
Καταμετρούν φωναχτά	4 παιδιά	3 παιδιά

Λένε μόνο το τελευταίο ψηφίο	1 παιδιά	1 παιδιά
<b>Στρατηγικές επίλυσης προβλήματος: επιλογή αριθμητικού ψηφίου</b>		
Αναγνωρίζουν τον αριθμό	10 παιδιά	10 παιδιά
Μετρούν τις διεπαφές: Μετακίνηση στο χώρο ή κίνηση του χεριού	2 παιδιά	-
Πατούν διαδοχικά όλες τις διεπαφές	0 παιδιά	3 παιδιά
Να πατήσω τόσες φορές το κάτω βελάκι ώστε να μπουν τόσα παιδιά.	1 παιδιά	0 παιδιά
<b>Στρατηγικές διόρθωσης λάθους</b>		
Καταλαβαίνουν το λάθος πριν φανεί στην οθόνη	2 παιδιά	1 παιδιά
Πατούν άλλο ψηφίο	7 παιδιά	6 παιδιά
Πατούν το βέλος για την αρχική θέση των μορφών	4 παιδιά	5 παιδιά
Πράξεις: υπολογίζουν πόσα λείπουν	3 παιδιά	0 παιδιά
Άλλο: να μεγαλώσει το σχολικό ώστε να χωρέσουν οι μορφές	0 παιδιά	1 παιδιά
<b>Δυσκολίες – δυσλειτουργίες κατά το παιχνίδι</b>		
Αντιμετώπιση ως οθόνη αφής	-	2 παιδιά
Δυσκολία με την χρήση του ποντικιού (χειρισμός + κλικ)	-	3 παιδιά
Ξεχνούν ή αργούν να κατέβουν από την απτική διεπαφή	8 παιδιά	-
Πατάνε λάθος τις πατούσες	1 παιδιά	-
Μπερδεύονται οι εντολές (καταλάθος κίνηση ή καλώδια)	5 παιδιά	-
Λάθος του παιχνιδιού	3 παιδιά	-

Εικόνα 28. Οργάνωση κρίσιμων συμβάντων

Για να δώσουν τα παιδιά μια απάντηση, σε κάθε σχολικό που εμφανίζεται, πρέπει να ανταποκριθούν σε δύο διαδικασίες. Πρώτα πρέπει με κάποιο τρόπο να μετρήσουν τα παράθυρα του κάθε σχολικού και έπειτα να επιλέξουν το αντίστοιχο αριθμητικό ψηφίο. Όλα τα παιδιά που συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα ανταποκρίθηκαν και στα δύο αυτά στάδια, ανεξάρτητα από το ποσοστό των σωστών και λάθος απαντήσεων.

Σε ότι αφορά την διαδικασία της μέτρησης, τα παιδιά και των δύο ομάδων ανέπτυξαν κοινές στρατηγικές. Εξαιρέση αποτελούν δύο μέθοδοι που προέκυψαν από την ιδιαιτερότητα του κάθε μέσου. Τα παιδιά της GUI ομάδας, κουνώντας το ποντίκι,

χρησιμοποιούσαν τον κέρσορα για να δείξουν τα παράθυρα που μετρούσαν, ενώ τα παιδιά της Makey ομάδας, πλησίαζαν την επιφάνεια της προβολής.

Μια από τις κοινές πρακτικές που ακολουθήθηκαν, είναι ότι τα παιδιά χρησιμοποιούν τη φωνή τους για να μετρήσουν τα παράθυρα, είτε λέγοντας όλους τους αριθμούς, είτε πιο σπάνια λέγοντας δυνατά μόνο τον τελευταίο που σηματοδοτεί το πλήθος των αντικειμένων που καταμέτρησαν. Στις περισσότερες περιπτώσεις των πρώτων διαφανειών, δηλαδή στα ψηφία 1 έως 3, η αναγνώριση του πλήθους των παραθύρων γινόταν όχι με καταμέτρηση αλλά με άμεση εκτίμηση. Στους αριθμούς που είναι μεγαλύτεροι του 5 τα παιδιά ανέπτυσαν διάφορες στρατηγικές. Τρία παιδιά από κάθε ομάδα επιχείρησαν να κάνουν άμεση εκτίμηση και σε αριθμούς μεγαλύτερους του 5 όπως το 8 ή το 9. Καθώς έπαιζαν έλεγαν φράσεις όπως «μαντεύω θα είναι 8... για να δούμε...» και έπειτα επέλεξαν το αντίστοιχο ψηφίο και περίμεναν να δουν στην οθόνη του υπολογιστή αν ήταν σωστή η επιλογή τους. Σε αυτό το σημείο το παιχνίδι φαίνεται να βοήθησε τα παιδιά να εξασκήσουν μια δεξιότητα που είχαν ανάγκη.

Οι ακόλουθες στρατηγικές που υιοθέτησαν τα παιδιά αφορούν στην συμμετοχή του σώματός τους στην διαδικασία της καταμέτρησης. Όλα τα παιδιά έστω μια φορά «έδειχναν» με το βλέμμα τους κάθε παράθυρο που μετρούσαν ή κουνούσαν ταυτόχρονα και το κεφάλι τους. Αξίζει να σημειωθεί, ότι σε ότι αφορά την αξιοποίηση κινήσεων κατά την καταμέτρηση, υπάρχει μια υπολογίσιμη και δικαιολογημένη διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες. Τα παιδιά της GUI ομάδας συνηθίζουν εκτός των προαναφερθέντων τακτικών, να μετρούν πλησιάζοντας το χέρι τους και δείχνοντας τα παράθυρα με το δάκτυλό τους στην οθόνη. Στην Makey ομάδα από την άλλη, εκτός από δύο παιδιά που πλησίασαν την οθόνη του λάπτοπ, τα υπόλοιπα προτιμούν είτε να δείχνουν με το δάκτυλο ή το χέρι τους προς την προβολή είτε να πλησιάσουν κοντά σε αυτή. Ένα παιδί αξιοποίησε ακόμη περισσότερο και τον χώρο, καθώς μετρούσε κινούμενος κατά μήκος της προβολής. Αυτές οι τεχνικές αναπτύχθηκαν κυρίως στους μεγαλύτερους αριθμούς 6 έως και 10, όπου τα παράθυρα είναι αρκετά και είναι δύσκολο να μετρηθούν με το βλέμμα.

Αναφορικά με τις στρατηγικές που ακολουθούσαν τα παιδιά για να επιλέξουν τον κατάλληλο αριθμό οι συμμετέχοντες ανέπτυξαν μια κοινή στρατηγική. Όλα τα παιδιά κατάφεραν μια τουλάχιστο φορά να αναγνωρίσουν αμέσως, οπτικά κάποιον

αριθμό. Μία πρακτική που ανέπτυξαν δύο παιδιά μόνο από την Makey ομάδα, είναι το να μετρούν τα αριθμητικά ψηφία ένα προς ένα, σαν να αποτελούν ένα δεύτερο σύνολο στοιχείων, μέχρι να φτάσουν στον ίδιο αριθμό που κατέληξαν καθώς μετρούσαν τα παράθυρα του σχολικού. Από την άλλη πλευρά, τρία παιδιά μόνο από την GUI ομάδα, πατούσαν όλα τα αριθμητικά ψηφία διαδοχικά, μέχρι να δημιουργήσουν το επιθυμητό σύνολο στην οθόνη του υπολογιστή. Ένα παιδί από αυτά τα τρία, χρησιμοποίησε αποκλειστικά αυτή την στρατηγική και την μετέφερε και στο παιχνίδι με τις απτικές διεπαφές. Αυτή η μέθοδος θέτει υπό αμφισβήτηση το επίπεδο κατάκτησης της έννοιας του αριθμού καθώς το παιδί δεν επέλεγε κάποιον αριθμό με συνείδηση ότι αντιστοιχεί σε κάποιο συγκεκριμένο πλήθος, ή με διάθεση πειραματισμού και δοκιμών. Αντίθετα, φαίνεται να δημιουργεί σύνολα με μια διαδικασία ρουτίνας μέχρι να δει στην οθόνη ότι έφτασε στο σωστό. Καθώς λοιπόν η επιλογή μοιάζει τυχαία σε αυτή την περίπτωση το παιδί βοηθιέται στο να δώσει την σωστή απάντηση, αλλά υπάρχει ένα ερωτηματικό στο κατά πόσο έχει πραγματικά κατανοήσει ότι κάθε αριθμητικό σύμβολο αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη αριθμητική ποσότητα. Καθώς η ευθύνη της επιλογής δεν λαμβάνεται από το ίδιο το παιδί αλλά, μετατίθεται στο παιχνίδι, ο παίκτης δεν αξιοποιεί κάποια δική του δεξιότητα ώστε να δώσει τη δική του απάντηση. Η παρατήρηση αυτή δεν αφορά το είδος της διεπαφής, αλλά όλο το παιχνίδι καθώς η ίδια στρατηγική μπορεί πρακτικά αλλά και δυνητικά να εφαρμοστεί και στις δύο εκδοχές.

Κατά τις περιπτώσεις που τα παιδιά δίνουν κάποια λάθος απάντηση δύο παιδιά από την ομάδα Makey και 1 παιδί από την ομάδα GUI, διόρθωσαν την επιλογή τους, πατώντας κάποιον άλλο αριθμό πριν φανεί στις θέσεις των παιδιών. Τα περισσότερα παιδιά και από τις δύο ομάδες διόρθωναν τα λάθη τους επιλέγοντας κατευθείαν κάποιο άλλο ψηφίο και λιγότερα πατώντας το πλήκτρο των αρχικών θέσεων. Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι τρία παιδιά, μόνο από την ομάδα απτικών διεπαφών, προσπάθησαν να αλλάξουν την επιλογή τους υπολογίζοντας πόσα παιδιά ακόμη πρέπει να μπουν στο σχολικό ώστε να γεμίσουν όλες οι θέσεις. Αυτή η διάθεση να προστεθούν παιδιά στο ήδη υπάρχον σύνολο, ώστε να φτιαχτεί το κατάλληλο άθροισμα παιδιών, παρουσιάστηκε και από τρία παιδιά της GUI ομάδας μόνο όταν έπαιζαν με την εκδοχή τους παιχνιδιού με τις απτικές διεπαφές. Δηλαδή από τα είκοσι παιδιά τα πέντε όταν έπαιζαν με τις απτικές διεπαφές έκαναν προσπάθεια να διορθώσουν κάποια λάθος απάντηση σκεφτόμενοι με πράξη,

ειδικότερα πρόσθεση ή αφαίρεση. Κανένα παιδί δεν έκανε κάποια τέτοια σκέψη όταν έπαιζε με το παιχνίδι εικονικών διεπαφών. Μια πρωτότυπη ιδέα προέκυψε από ένα κορίτσι της GUI ομάδας, η οποία, ρώτησε πώς θα μπορούσε να μεγαλώσει το σχολικό ώστε να χωρέσουν μέσα τα παιδιά που είχε επιλέξει. Η πρόταση αυτή αν και ενδιαφέρουσα δεν προβλέπεται από το παιχνίδι καθώς κάθε φορά που αλλάζει η διαφάνεια τα παιδιά πηγαίνουν στην αρχική τους θέση. Αυτό συμβαίνει γιατί ο στόχος είναι να κινηθεί η σκέψη των παιδιών από το πλήθος προς το σύμβολο και όχι να γίνει σύγκριση συνόλων, πράγμα που τελικά επιτεύχθηκε.

Οι δυσκολίες που παρουσιάστηκαν στο κάθε είδος παιχνιδιού, είναι αρκετά διαφορετικές. Σε ότι αφορά το παιχνίδι εικονικών διεπαφών, παρατηρήθηκε ότι τρία από τα 10 παιδιά, δυσκολεύονταν στον χειρισμό του ποντικιού. Η δυσκολία επικεντρώνεται σε δύο στοιχεία. Πρώτον, στο να κινήσουν το ποντίκι στο χώρο ελέγχοντας ταυτόχρονα τον κέρσορα στην οθόνη, ώστε να πάρει θέση πάνω σε κάποια διεπαφή και δεύτερον στο να κάνουν κλικ. Συχνά κινούν την ροδέλα του ποντικιού πιστεύοντας ότι θα μετακινηθεί ο κέρσορας. Τα δύο παιδιά τελικά κάνουν κλικ πατώντας την ροδέλα. Τα δύο από τα τρία αυτά παιδιά αφού τους παρουσιάστηκαν το ποντίκι και το παιχνίδι επιχειρούν να παίξουν πατώντας την οθόνη με την πεποίθηση ότι πρόκειται για οθόνη είναι αφής. Φαίνεται πως αυτό του μέσω τους είναι πιο οικείο και εύκολο.

Σχετικά με τις δυσκολίες του παιχνιδιού απτικών διεπαφών, αυτές είναι διαφορετικής φύσης. Κανένα από τα παιδιά δεν δυσκολεύτηκε να συντονίσει τις κινήσεις του ώστε να επιλέξει την απτική διεπαφή που ήθελε. Μόνο ένα παιδί σε μια μόνο απάντηση πάτησε λάθος τις πατούσες και δόθηκε άλλη εντολή από εκείνη που είχε σκοπό. Η συχνότητα εμφάνισης αυτής της συμπεριφοράς δεν είναι στατιστικά σημαντική κι έτσι δεν κρίνεται ότι επηρέασε συνολικά την πορεία των παιδιών. Σε ότι αφορά την λειτουργία των απτικών διεπαφών, σε τρεις μεμονωμένες περιπτώσεις, δόθηκαν λάθος εντολές χωρίς να υπάρχει κάποια λάθος κίνηση του παιδιού, το ποσοστό είναι επίσης μη στατιστικά σωματικό, αλλά πρόκειται για έναν μη υπολογίσιμο παράγοντα που πρέπει να ληφθεί υπόψη στον σχεδιασμό και την υλοποίηση αντίστοιχων παιχνιδιών καθώς μπορεί να μπερδέψει τα παιδιά. Σε αυτό το σημείο, κρίνεται απαραίτητη η κατάλληλη πλαισίωση από τον ερευνητή. Ένα ακόμη σημείο που η παρέμβαση ήταν σημαντική αφορά στα λάθη από απροσεξία. Σε κάποιες περιπτώσεις, τα παιδιά επέλεξαν το σωστό αριθμό αλλά είτε κατά την

μετακίνηση τους, είτε κατά την τοποθέτηση των ποδιών τους πάνω στις απτικές διεπαφές, ακουμπούσαν και κάποια άλλη απτική διεπαφή και δίνονταν λάθος εντολές. Τα λάθη αυτά δεν έχουν προσμετρηθεί, καθώς δεν θεωρούνται λάθη των παιδιών και δεν αφορούν στην κατανόηση των αριθμών. Η συχνότητα εμφάνισης αυτού του λάθους σε αυτή την έρευνα δεν είναι στατιστικά σημαντική, αλλά είναι μια δυσκολία που μπορεί με την κατάλληλη πρόβλεψη να περιοριστεί. Η πιο συχνή δυσκολία που όμως δεν επηρέασε την πορεία του παιχνιδιού ούτε το κίνητρο συμμετοχής των παιδιών σε αυτό, είναι ότι αρκετά παιδιά ξεχνούσαν ή αργούσαν να κατέβουν από την απτική διεπαφή. Λόγω κατασκευής του παιχνιδιού, μόνο όταν το παιδί σταματήσει να έχει επαφή με την απτική διεπαφή μπορεί να κλείσει το κύκλωμα και να δοθεί η εντολή στο παιχνίδι.

#### 5.4. Συνέντευξη

Στο τελευταίο στάδιο της διαδικασίας τα παιδιά συμμετείχαν σε μια μικρή συνέντευξη που ως στόχο είχε να διατυπώσουν την προτίμησή τους για κάποιο κάποια από τις δύο διεπαφές και να περιγράψουν τι αποκόμισαν συνολικά από αυτή την εμπειρία. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, οι διατυπώσεις των παιδιών σχετικά με το παιχνίδι συμφωνούν με τα στοιχεία που προέκυψαν από την παρατήρηση, αλλά και από τα test. Από όσα είπαν τα παιδιά φαίνεται πως οι περισσότεροι συμμετέχοντες κατάλαβαν ποιος ήταν ο στόχος του παιχνιδιού και ανταποκρίθηκαν επαρκώς. Τα σημεία που φάνηκαν να δυσκολεύουν τα παιδιά, αφορούν στην καταμέτρηση των παραθύρων, όταν αυτά ήταν πάνω από 5. Το γεγονός αυτό, αναφέρουν όχι μόνο τα ίδια τα παιδιά, αλλά φαίνεται και από τις επιδόσεις τους και την παρατήρηση.

Δεύτερον, κάποια παιδιά αναφέρουν μια δυσκολία σε ότι αφορά τη χρήση των βελών. Αυτό συμφωνεί και με τα στοιχεία που προέκυψαν από την παρατήρηση, καθώς τα περισσότερα παιδιά προτιμούν να πατήσουν κάποιον άλλο αριθμό, όταν πρόκειται αν διορθώσουν κάποιο λάθος και όχι το κάτω βέλος για να πάρουν οι μορφές την αρχική τους θέση. Σε ότι αφορά την χρήση του βέλους αλλαγής διαφάνειας φαίνεται πως η προσμονή των παιδιών να μεγαλώσουν το σχολικό, δείχνει κάποιον προβληματισμό σε σχέση με αυτή την διεπαφή. Το γεγονός αυτό διατυπώνεται και στις απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά κατά την συνέντευξη. Τέλος,



αυτό που αναφέρθηκε από ένα παιδί στη συνέντευξη, αλλά δεν φάνηκε με κάποιο τρόπο από την συνολική συμμετοχή των παιδιών στο παιχνίδι, είναι ο φόβος μήπως δοθεί κάποια λάθος απάντηση.

### Η εμπειρία των παιδιών από την συμμετοχή τους στο παιχνίδι

Τι έμαθα:	Τι με δυσκόλεψε:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ότι ήταν ωραίο</li> <li>• Να παίζω υπολογιστή (2 παιδιά)</li> <li>• Τους αριθμούς (2 παιδιά)</li> <li>• Να μετρώ καλύτερα (3 παιδιά)</li> <li>• Να μετρώ χωρίς να μετρώ τα παράθυρα (άμεση εκτίμηση).</li> <li>• Ότι βάζουμε τα παιδάκια μέσα στο σχολικό.</li> <li>• Να μπαίνουν στο σχολικό τόσα παιδιά όσα και τα παράθυρα</li> <li>• Άμα φεύγει με λιγότερα παιδιά</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να μετρώ τα παράθυρα (2 παιδιά)</li> <li>• Όταν είχε πολλά παράθυρα και μετρούσα με το δάκτυλο</li> <li>• Να πατώ το κάτω βέλος</li> <li>• Όταν πατούσα το δεξί βέλος, δεν ήξερα αν θα μικρύνει ή αν θα μεγαλώσει το σχολικό</li> <li>• Φοβόμουν μήπως δεν είναι σωστός ο αριθμός</li> </ul>
Τίποτα: 1/20 παιδιά Δεν θυμάμαι: 1/20 παιδιά Δεν λέω: 1/20 παιδιά	Τίποτα: 6 /20 παιδιά

Εικόνα 29. Η εμπειρία των παιδιών από το παιχνίδι

Στον πίνακα της εικόνας 29, αναγράφονται οι απαντήσεις των παιδιών σχετικά με το ποιο παιχνίδι προτιμούν, καθώς και το ποια είναι τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του καθενός. Σε ότι αφορά την προτίμηση του παιχνιδιού σύμφωνα με το είδος της διεπαφής, κατά την συνέντευξη διατυπώνονται δύο παρεμφερείς ερωτήσεις, μία στην αρχή και μία στο τέλος. Αν η απάντηση και στις δύο ερωτήσεις είναι κοινή, τότε η δηλωθείσα προτίμηση θεωρείται έγκυρη, αν όχι δεν προσμετρείται στην καταγραφή των αποτελεσμάτων, καθώς ενδέχεται να είναι τυχαία. Έτσι, από τις είκοσι συνολικά απαντήσεις που δόθηκαν, οι δύο κρίθηκαν άκυρες. Ακόμη και όταν έγιναν διευκρινιστικές ερωτήσεις, δεν φάνηκε να υπάρχει μια σαφής προτίμηση από αυτά τα παιδιά. Από τις υπόλοιπες έγκυρες απαντήσεις, οι εννέα είναι υπέρ του παιχνιδιού εικονικών διεπαφών και οι άλλες εννέα υπέρ του παιχνιδιού εικονικών διεπαφών. Συνεπώς, σε ότι αφορά την προτίμηση των παιδιών υπάρχει ισοβαθμία μεταξύ των δύο διεπαφών. Ενδιαφέρον προκαλεί η παρατήρηση ότι τα περισσότερα παιδιά της Makey ομάδας (οκτώ από τα δέκα παιδιά), προτιμούν να παίζουν με το

παιχνίδι εικονικών διεπαφών. Αντίθετα, η ομάδα GUI στην πλειοψηφία της (επτά από τα 10 παιδιά), προτιμά το παιχνίδι με τια απτικές διεπαφές. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί με δύο τρόπους. Είτε η απάντηση των περισσότερων παιδιών είναι επηρεασμένη από το τελευταίο είδος παιχνιδιού με το οποίο έπαιζαν. Είτε, το παιχνίδι με το οποίο έπαιζαν λιγότερο χρόνο τράβηξε περισσότερο το ενδιαφέρον τους.

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί ότι τρία παιδιά της ομάδας GUI, παρατηρήθηκε πως είχαν δυσκολία στον χειρισμό του ποντικιού σε όλη τη διάρκεια της συμμετοχής τους στο παιχνίδι με τις εικονικές διεπαφές. Και τα τρία αυτά παιδιά, όταν στην συνέντευξη ερωτήθηκαν ποιο από τα δύο παιχνίδια προτιμούν και θα ήθελαν να παίξουν ξανά, επέλεξαν το παιχνίδι απτικών διεπαφών. Αντίστοιχα, από τα έξι παιδιά που έκαναν κάποιο λάθος κατά την συμπλήρωση των test, τα τέσσερα στην συνέντευξη δήλωσαν ότι προτιμούν τις απτικές διεπαφές και τα άλλα δύο προτιμούν τις εικονικές.

Σημαντικά στοιχεία για τα δύο παιχνίδια μπορούμε να αντλήσουμε παρατηρώντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που εμφανίζει καθεμιά από τις διεπαφές σύμφωνα με την γνώμη των παιδιών. Καταγράφοντας όσα είπαν τα παιδιά, βλέπουμε ότι το παιχνίδι με απτικές διεπαφές είναι πιο εύκολο, πιο διασκεδαστικό και το στοιχείο που το έκανε πιο ελκυστικό στα παιδιά ήταν ότι έχει πατούσες, στις οποίες μπορούν να πατήσουν επάνω. Φαίνεται επίσης να τους έκανε εντύπωση η φύση των απτικών διεπαφών, και το γεγονός ότι μια δική τους κίνηση που αφορά τα πραγματικά υλικά, έχει αντίκρισμα στον ψηφιακό κόσμο, «*το πατούσα και δεν κρατούσα ποντίκι και το πατούσα εγώ*» αναφέρει κάποιο παιδί χαρακτηριστικά. Εκτός από την σύνδεση του πραγματικού και ψηφιακού κόσμου, αναφέρθηκε επίσης ότι είναι πιο ξεκούραστο καθώς η χρήση του ποντικιού κουράζει το χέρι των παιδιών. Τέλος, κάποιο παιδί είπε πως τα παράθυρα φαίνονται μεγαλύτερα και αυτό του άρεσε. Ωστόσο, κατά την παρατήρηση δεν φάνηκε η προβολή σε μεγάλη επιφάνεια να διευκόλυνε ή να δυσχέρανε την διαδικασία του μετρήματος. Τα παιδιά σε κάθε περίπτωση ανέπτυξαν τις ανάλογες στρατηγικές.

Αντίθετα με τα παραπάνω, κάποια άλλα παιδιά αναφέρουν πως η προβολή τους φάνηκε πιο δύσκολη από ότι η οθόνη στο να μετρήσουν τα παράθυρα. Και ακόμη η διαδικασία των φυσικών διεπαφών τους φάνηκε κουραστική. Κάποιο άλλο παιδί επίσης αναφέρει πως του είναι πιο δύσκολο να βλέπει την οθόνη ενώ

ταυτόχρονα πρέπει να κινείται στο χώρο. Τα παιδιά ακόμη αναφέρουν μια πιο πρακτική δυσκολία, που δεν αφορά άμεσα στο παιχνίδι και έχει να κάνει με το γεγονός ότι έπρεπε να βγάλουν τα παπούτσια τους, ώστε να μπορέσουν να παίξουν με το παιχνίδι. Κάποια παιδιά αναφέρουν ότι δεν τους άρεσε ή ότι τους ήταν δύσκολο να βγάλουν και αν βάλουν τα παπούτσια ή τις κάλτσες τους. Αναφέρονται όμως και δυσκολίες που αφορούν άμεσα το παιχνίδι και έχουν να κάνουν με τον αστάθμητο παράγοντα του τεχνολογικού λάθους. Εδώ τα παιδιά αναφέρονται στις περιπτώσεις που μπορεί το παιχνίδι να κολλούσε ή να ακουμπούσαν άθελά τους και κάποια άλλη διεπαφή και ενώ έκαναν την σωστή επιλογή το αποτέλεσμα που φαινόταν στην οθόνη ήταν λάθος. Για δύο παιδιά που συμμετείχαν στην ομάδα Makey το παιχνίδι φάνηκε πάρα πολύ εύκολο και απλό «μπορούν να παίξουν και τα μωρά» είπαν. Αυτό που τους έκανε πιο ενδιαφέρουσα την διαδικασία και πρόσθετε ένα βαθμό δυσκολίας είναι η χρήση του ποντικιού και γι' αυτό προτιμούν την εκδοχή του παιχνιδιού με εικονικές διεπαφές, που περιλαμβάνει πιο έντονη εμπειρία με τον ψηφιακό κόσμο.

Συμπληρωματικά με τα παραπάνω, ως πλεονεκτήματα του παιχνιδιού GUI αναφέρονται από τα παιδιά η ύπαρξη του κέρσορα και η δυνατότητα να κάνουν κλικ με το ποντίκι. Σε κάποια παιδιά άρεσε το γεγονός ότι δεν χρειάζεται αν μετακινηθούν για να παίξουν το παιχνίδι και ότι μπορούσαν να πιάνουν το ποντίκι και να παίζουν μέσω αυτού. Αφενός το απολάμβαναν κιναισθητικά, αφετέρου το έβλεπαν ως πρόκληση σε ότι αφορά τον χειρισμό. Σε κάποια παιδιά ακόμη, άρεσε η επαφή με τον υπολογιστή που τους έλειψε από τις απτικές διεπαφές. Αυτό σε κάποιο βαθμό έχει να κάνει και με τα κοινωνικά πρότυπα με τα οποία φαίνεται να ταυτίζονται «ένιωθα σαν να είμαι μεγάλη και να έχω υπολογιστή». Τέλος, και σε αυτή την περίπτωση κάποια παιδιά αναφέρουν πως το μέτρημα στην οθόνη τους ήταν πιο εύκολο από ότι στην προβολή.

Ως μειονεκτήματα του παιχνιδιού εικονικών διεπαφών, αναφέρεται η χρήση του ποντικιού, το οποίο φαίνεται να κουράζει και να δυσκολεύει κάποια παιδιά, όταν πρόκειται να το μετακινήσουν και να επιλέξουν κάποια εικονική διεπαφή. Ακόμη, αναφέρεται και σε αυτό το σημείο η δυσκολία να μετρήσουν τα παράθυρα όταν αυτά ήταν από πέντε και πάνω. Τέλος επισημαίνεται μια δυσκολία στον εντοπισμό του βέλους που αλλάζει διαφάνεια.

TUI: Makey Makey	GUI: Ποντίκι
<b>Προτίμηση παιδιών</b>	
<b>9/20 παιδιά</b>	<b>9/20 παιδιά</b>
<b>2 άκυρα</b>	
<b>Πλεονεκτήματα - Αιτιολογία</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Είναι πιο εύκολο (2 παιδιά)</li> <li>• Είναι πιο διασκεδαστικό</li> <li>• Έχει πατούσες (5 παιδιά)</li> <li>• Μου άρεσε που πάταγα τις πατούσες για να πατήσω τα καλώδια</li> <li>• Επειδή πατούσα λίγο καλύτερα</li> <li>• Επειδή το πατούσα και δεν κρατούσα ποντίκι και το πατούσα εγώ</li> <li>• Ήταν πολύ ωραία με τους αριθμούς και τις εικόνες γιατί είναι στην πραγματικότητα</li> <li>• Δεν κουραζόταν το χέρι μου</li> <li>• Μπορούσα να διορθώσω πιο εύκολα</li> <li>• Δείχνει μεγαλύτερα τα νούμερα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μου άρεσε το κλικ στο ποντίκι (3 παιδιά)</li> <li>• Μου αρέσει που έχει αυτό το βελάκι (κέρσορας).</li> <li>• Μου αρέσει που ήταν πιο δύσκολο γιατί έπρεπε να κουνάω το ποντίκι.</li> <li>• Μου αρέσει να πιάνω κάτι. Είναι ζεστό το ποντίκι</li> <li>• Δεν χρειάζεται να περπατάς</li> <li>• Ένιωθα σαν αν είμαι μεγάλη και να έχω υπολογιστή.</li> <li>• Μου αρέσει ο υπολογιστής</li> <li>• Ήταν πιο εύκολο να μετράω γιατί ακουμπούσα στην οθόνη</li> </ul>
<b>Μειονεκτήματα- Δυσκολίες</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Είναι πολύ απλό. Ωραίο είναι αλλά μπορούν να παίξουν και τα μωρά.</li> <li>• Δεν έχει υπολογιστή.</li> <li>• Με δυσκόλεψε να μετράω τις θέσεις λίγο πιο πολύ στον προτζέκτορα (2 παιδιά)</li> <li>• Δε μου άρεσε η προβολή- προτζέκτορας</li> <li>• Δυσκολεύομαι να βλέπω συνέχεια γιατί πρέπει να βλέπω που πηγαίνω.</li> <li>• Κουράζομαι στις πατούσες</li> <li>• Ήταν δύσκολο να βάλω τις κάλτσες</li> <li>• Ήταν δύσκολο να βάλω τα παπούτσια με αυτό το φερμουάρ.</li> <li>• Δεν μου άρεσε που έβγαλα τα παπούτσια μου</li> <li>• Με δυσκόλευε όταν δεν πατιόταν τα καλώδια</li> <li>• Όταν πάτησα καταλάθος πατούσες περνώντας</li> <li>• Όταν κολλούσε το παιχνίδι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κουραζόταν το χέρι μου (2 παιδιά)</li> <li>• Το ποντίκι μου είναι πιο δύσκολο που ψάχνω να βρω το νούμερο.</li> <li>• Δεν μπορούσα να κάνω πολύ... με δυσκόλευε να το κουνάω (το ποντίκι)</li> <li>• Όταν είχε πολλά παράθυρα δυσκολευόμουν να βρω τον αριθμό.</li> <li>• Καμιά φορά δεν έβλεπα το δεξι βελάκι</li> </ul>

Εικόνα 30. Αποτελέσματα από την συνέντευξη

Παρατηρώντας όλα τα παραπάνω στοιχεία, βλέπουμε ότι κάποια από αυτά είναι αντιθετικά μεταξύ τους, ενώ κάποια άλλα συμφωνούν. Η χρήση του ποντικού

και η αξιοποίηση της κίνησης για τις απτικές διεπαφές φαίνεται για άλλα παιδιά να είναι ελκυστικά, ενώ άλλα παιδιά τα δυσκολεύουν. Το τι αποτελεί δυσκολία για το κάθε παιδί, φαίνεται αρκετά υποκειμενικό και επηρεάζεται από το επίπεδο ανάπτυξης των κινητικών και αντιληπτικών του δεξιοτήτων. Άλλα παιδιά έλκονταν περισσότερο από τον ψηφιακό κόσμο, ενώ άλλα από την αλληλεπίδραση με τα πραγματικά αντικείμενα.

Στοιχεία που αναφέρονται και είναι κοινά και για τα δύο παιχνίδια, είναι η δυσκολία μέτρησης στα παράθυρα από πέντε και πάνω. Σε αυτή την περίπτωση, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα παιδιά ανέπτυξαν κατάλληλες στρατηγικές προσαρμοζόμενα στα μέσα που διαθέτει το κάθε παιχνίδι. Επίσης και στα δύο παιχνίδια φαίνεται να υπάρχει κάποιος προβληματισμός σχετικά με τις διεπαφές αλλαγής διαφάνειας και αρχικών θέσεων. Τα παιδιά φαίνεται να θυμούνται τον αρχικό προβληματισμό σχετικά με την χρήση αυτών των διεπαφών και να τον αναφέρουν κατά την συνέντευξη. Η δυσκολία όμως αυτή φαίνεται μέσα από την εξοικείωση με το παιχνίδι να λύθηκε και να μην απασχολεί τα παιδιά μέχρι του τέλους.

## **6. Σύνοψη-αποτελέσματα**

Σε αυτό το κεφάλαιο ακολουθεί σχολιασμός των αποτελεσμάτων που αναλύθηκαν παραπάνω, σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα και τις υποθέσεις που τέθηκαν σε αυτή την έρευνα. Στη συνέχεια θα αναφερθούν οι περιορισμοί της παρούσας έρευνας και τέλος θα διατυπωθούν κάποιες προτάσεις που θα μπορούσαν να στηρίξουν κάποια μελλοντική έρευνα με στόχο την πληρέστερη διερεύνηση του θέματος.

### **6.1. Αποτελέσματα**

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα που απασχολεί την παρούσα εργασία, είναι το ποιο από τα δύο είδη διεπαφών φέρνει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε ότι αφορά την εκμάθηση των αριθμών. Για να δοθεί απάντηση σε αυτό το ερώτημα, θα αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα της σύγκρισης των pre και post tests, καθώς και οι επιδόσεις των παιδιών κατά την διαδικασία του παιχνιδιού.

Όπως φαίνεται και στα στις εικόνες 22 και 23 του προηγούμενου κεφαλαίου, η ομάδα ελέγχου δεν εμφανίζει κάποια βελτίωση στις επιδόσεις της. Αντίθετα, τα λάθη αυξάνονται σε ποσοστό 33,50%. Αυτό το γεγονός δεν μας δίνει την πραγματική

εικόνα για το επίπεδο κατάκτησης της σύνδεσης αριθμητικού ψηφίου και αριθμητικού πλήθους στα παιδιά αυτής της ομάδας. Η ομάδα που συμμετείχε στην έρευνα παίζοντας με τις απτικές διεπαφές εμφανίζει μηδενική μεταβολή στις επιδόσεις της μεταξύ των δύο test. Η μόνη ομάδα που παρουσιάζει υπολογίσιμη βελτίωση στις επιδόσεις της, είναι η ομάδα εικονικών διεπαφών σε ποσοστό 33,50%. Ιδιαίτερη σημασία έχει επίσης το γεγονός ότι αυτή η ομάδα συμπλήρωσε και τις περισσότερες λάθος απαντήσεις.

Η επίδοση των παιδιών της ομάδας ελέγχου, δεν μπορεί να συμβάλει στην διεξαγωγή κάποιου έγκυρου συμπεράσματος σχετικά με τον ρόλο που μπορεί αν διαδραματίζει η εμπειρία του παιχνιδιού στην εκμάθηση των αριθμών. Σε ότι αφορά την ομάδα απτικών διεπαφών- Makey, οι επιδόσεις των παιδιών μας δείχνουν πως το παιχνίδι δεν φαίνεται να επηρέασε καθόλου το επίπεδο κατάκτησης της γνώσης σχετικά με τους αριθμούς. Η μόνη ομάδα που παρουσιάζει θετικά στοιχεία είναι η ομάδα εικονικών διεπαφών- GUI, γεγονός που σημαίνει πως αυτό το υλικό έχει συμβάλλει σημαντικά στην εξέλιξη της ικανότητας σύνδεσης των αριθμητικών ψηφίων με τις αντίστοιχες αριθμητικές ποσότητες.

Συνεπώς, η πρώτη ερευνητική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία η ομάδα απτικών διεπαφών θα παρουσιάσει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα από την ομάδα εικονικών διεπαφών, δεν επιβεβαιώνεται. Αντίθετα, μέσα από τα ευρήματα της έρευνας προκύπτει το αντίστροφο.

Η επόμενη ερευνητική υπόθεση αφορά στην ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλήματος και διόρθωσης των λαθών. Η γράφουσα υποστηρίζει πως η εκδοχή του παιχνιδιού μέσω απτικών διεπαφών θα παρουσιάσει ποσοτικά και ποιοτικά καλύτερες στρατηγικές μέσω του χειρισμού των απτικών υλικών. Για να επιβεβαιωθεί ή να διαψευστεί αυτή τη υπόθεση θα αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν από την δομημένη παρατήρηση και τα κρίσιμα συμβάντα.

Σε ότι αφορά τη συχνότητα που τα παιδιά εφάρμοσαν κάποια στρατηγική για να δώσουν μια απάντηση, αυτή φαίνεται από το ποσοστό παράληψης διαφανειών. Πιο συγκεκριμένα, η ομάδα GUI δεν έδωσε απάντηση σε διαφάνειες, σε ποσοστό 23,5% ενώ η ομάδα Makey έχει ποσοστό 6%. Αυτό μας δείχνει πως η ομάδα απτικών διεπαφών, ανέπτυξε σε μεγαλύτερη συχνότητα στρατηγικές επίλυσης προβλήματος και η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.

Όπως προκύπτει από την αποδελτίωση της φόρμας παρατήρησης, τα παιδιά της GUI ομάδας διόρθωσαν τα λάθη τους σε ποσοστό 66,7% ενώ τα παιδιά της ομάδας Makey, σε ποσοστό 60%. Από τα ποσοστά αυτά, φαίνεται πως η ομάδα εικονικών διεπαφών ανέπτυξε στρατηγικές επίλυσης λαθών σε μεγαλύτερη συχνότητα, αλλά τα ποσοστά είναι σχετικά κοντινά.

Ως προς την ποιότητα και την ποικιλία των στρατηγικών που υιοθετήθηκαν, παρατηρούμε πως τα παιδιά και των δύο ομάδων, ανέπτυξαν αντίστοιχες στρατηγικές, συχνά σε κοντινά ποσοστά και η κάθε ομάδα προσαρμόστηκε κατάλληλα στις ιδιαιτερότητες του κάθε υλικού. Και οι δύο ομάδες επιχείρησαν να υπολογίσουν το πλήθος των παραθύρων με άμεση εκτίμηση, αξιοποίησαν το σώμα τους για να μετρήσουν τα παράθυρα και σε κάποιες περιπτώσεις και την φωνή τους. Σε ότι αφορά την άμεση εκτίμηση, φαίνεται να είναι μια δεξιότητα που ενδιαφέρει τα παιδιά και το παιχνίδι, ανεξάρτητα από το είδος της διεπαφής, παρέχει ένα αποτελεσματικό πεδίο εξάσκησης.

Το ίδιο συμβαίνει και με την χρήση του κεφαλιού και του βλέμματος. Ακολουθώντας, σε ότι αφορά την επίσης κοινή στρατηγική κατά την οποία τα παιδιά δείχνουν με το δάκτυλο και απαριθμούν, αυτή παρουσιάζει σημαντική διαφοροποίηση ανάλογα με το είδος της διεπαφής. Παρατηρείται, ότι η ομάδα Makey πηγαίνει πιο συχνά κοντά στην προβολή για να μετρήσει τα παράθυρα, ενώ η ομάδα GUI προτιμά περισσότερο να δείχνει πάνω στην οθόνη του υπολογιστή. Αντίστοιχα, μόνο η ομάδα Makey δείχνει προς την προβολή και μόνο η ομάδα GUI χρησιμοποιεί τον κέρσορα του ποντικιού κατά την διαδικασία της καταμέτρησης. Όπως ήταν αναμενόμενο, τα παιδιά της ομάδας απτικών διεπαφών, ανέπτυξαν στρατηγικές που συμπεριλάμβαναν μεγαλύτερη συμμετοχή του σώματος, ενώ η ομάδα εικονικών διεπαφών, χρησιμοποιεί κινήσεις μικρότερης κλίμακας. Τα παιδιά φαίνεται να ανέπτυξαν τις αντίστοιχες στρατηγικές και στα δύο είδη διεπαφών, αλλά ο διαφορετικός βαθμός σωματοποίησης δεν φαίνεται να έχει επιδράσει σημαντικά στην επίδοσή τους.

Αναφορικά με την επόμενη διαδικασία που απαιτείται, για να δοθεί μια απάντηση σε αυτό το παιχνίδι, όλα τα παιδιά και των δύο ομάδων αναγνώρισαν οπτικά, τουλάχιστο μία φορά, κάποιον αριθμό. Ενδιαφέρουσα ωστόσο διαφοροποίηση αποτελεί το γεγονός ότι κάποια παιδιά της GUI ομάδας προκειμένου να δώσουν μια

σωστή απάντηση πατούν διαδοχικά όλες τις διεπαφές μέχρι να φτάσουν στην σωστή απάντηση. Αυτή η στρατηγική δεν εμφανίζεται καθόλου στην ομάδα Makey, η οποία αντί για αυτό, επιλέγει σε αντίστοιχο ποσοστό, να μετρά δείχνοντας με το χέρι ή μετακινούμενοι στο χώρο, τις διεπαφές. Έπειτα, αφού τα παιδιά μετρήσουν το αντίστοιχο πλήθος διεπαφών, δίνουν την απάντηση τους. Οι δύο αυτές στρατηγικές αποτελούν την μόνη περίπτωση ποιοτικά σημαντικής διαφοροποίησης. Η μέτρηση με πάτημα όλων των διεπαφών, μέχρι να εμφανιστεί στην οθόνη η σωστή απάντηση, δηλαδή να γεμίσουν όλες οι θέσεις του σχολικού, θεωρείται πως περιέχει χαμηλό βαθμό πρωτοβουλίας και επιλογής. Το παιδί φαίνεται να ελέγχει το παιχνίδι, αλλά δεν ελέγχει τις απαντήσεις που δίνει, μιας και αυτή η ευθύνη μεταβιβάζεται στο παιχνίδι. Αντίθετα, όταν κάποιο παιδί δεν θυμάται το αντίστοιχο αριθμητικό σύμβολο και μετρά τις διεπαφές ώστε να δημιουργεί ένα σύνολο αντίστοιχου πλήθους, ενέχει μεγαλύτερο βαθμό συμμετοχής και ελέγχου πάνω στο υλικό. Τα ποσοστά εμφάνισης της εκάστοτε στρατηγικής είναι πολύ κοντινά και μπορούμε να υποθέτουμε πως ίσως το είδος των διεπαφών διαδραματίζει κάποιο ρόλο στην ανάπτυξη της κάθε στρατηγικής.

Το παραπάνω συμπέρασμα μπορεί να τεκμηριωθεί αν συγκρίνουμε την συμπεριφορά κάποιων παιδιών όταν έπαιζαν με το παιχνίδι εικονικών διεπαφών και όταν έπαιζαν με τις απτικές διεπαφές. Δεν υπήρχε τέτοια πρόβλεψη κατά τον σχεδιασμό της έρευνας, αλλά καθώς τα ευρήματα το επιβάλλουν, θα παρουσιαστούν μεμονωμένα κάποιες παρατηρήσεις. Καταγράφηκε ως κρίσιμο συμβάν, ότι από τα τρία παιδιά της GUI ομάδας που ανέπτυξαν τη στρατηγική επιλογής όλων των διεπαφών μέχρι εκείνη που αντιπροσωπεύει την σωστή απάντηση, μόνο ένα την μετέφερε και στις απτικές διεπαφές. Το γεγονός αυτό σημαίνει πως πρόκειται για αδυναμία χρήσης των αριθμητικών συμβόλων, γεγονός που περιέγραψε και το ίδιο το παιδί κατά την ατομική συνέντευξη. Εκτός λοιπόν από αυτό το παιδί που φαίνεται να εξυπηρετείται σε όλες τις συνθήκες από αυτή την πρακτική, τα υπόλοιπα παιδιά όταν έπαιζαν με τις απτικές διεπαφές δεν μετέφεραν αυτή την στρατηγική, αλλά υιοθέτησαν τις αντίστοιχες στρατηγικές που ανέπτυξε και η ομάδα Makey. Δείχνουν δηλαδή, με το χέρι ή μετακινούνται στον χώρο μετρώντας. Φαίνεται λοιπόν πως οι απτικές διεπαφές ενθαρρύνουν τα παιδιά να βρουν πιο συμμετοχικούς και ποιοτικούς τρόπους για να παίξουν το παιχνίδι. Ωστόσο, μια και το δείγμα που εμφάνισε τις



παραπάνω στρατηγικές είναι αρκετά μικρό, το συμπέρασμα δεν κρίνεται γενικεύσιμο, αλλά παρουσιάζει ερευνητικό ενδιαφέρον.

Σε ότι αφορά τις στρατηγικές των παιδιών ώστε να διορθώσουν τις λάθος απαντήσεις, παρατηρείται πως όλα τα παιδιά έβλεπαν τις λάθος απαντήσεις. Κάποια διόρθωναν το λάθος τους πριν φανεί στην οθόνη. Κατά πλειοψηφία τα παιδιά και των δύο ομάδων φαίνεται να προτιμούν να κάνουν τις διορθώσεις τους πατώντας πάνω σε κάποιο άλλο ψηφίο και όχι στα βελάκια. Τα παιδιά που συμμετείχαν παίζοντας με εικονικές διεπαφές προτιμούσαν λίγο περισσότερο τη χρήση του βέλους αρχικών θέσεων από ότι τα παιδιά που συμμετείχαν με απτικές διεπαφές.

Ενδιαφέρον επίσης προκαλεί η παρατήρηση ότι τρία παιδιά της Makey ομάδας, επιχείρησαν να διορθώσουν κάποια λάθος απάντηση, υπολογίζοντας πόσα ακόμη παιδιά πρέπει να μπουν στο σχολικό, ώστε αυτό να γεμίσει. Η στρατηγική αυτή δεν υποστηρίζεται από το παιχνίδι και η σκέψη των παιδιών σε αυτή την περίπτωση, ξεπέρασε τις προσδοκίες της ερευνήτριας. Συμπληρωματικά σε αυτό, πρέπει να αναφερθεί ότι ενώ κανένα παιδί της GUI ομάδας δεν ανέπτυξε αυτή τη στρατηγική όσο έπαιζε με τις εικονικές διεπαφές, δύο παιδιά κατά το παιχνίδι τους με τις απτικές διεπαφές, προσπάθησαν αν διορθώσουν κάποιο λάθος, υιοθετώντας αυτή ακριβώς την στρατηγική. Φαίνεται λοιπόν, πως η χρήση των απτικών διεπαφών ενθαρρύνει αυτού του είδους την πρακτική. Τα ποσοστά ωστόσο και σε αυτή την περίπτωση είναι χαμηλά και δεν θεωρούνται γενικεύσιμα, αποτελούν όμως στοιχεία που αξίζει να διερευνηθούν περισσότερο.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, η ερευνητική υπόθεση σύμφωνα με την οποία, το παιχνίδι απτικών διεπαφών θα ενθαρρύνει περισσότερο την ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλήματος, επιβεβαιώνεται από τα ευρήματα της έρευνας. Αφενός, τα παιδιά της ομάδας Makey ανέπτυξαν ποσοτικά πιο συχνά στρατηγικές επίλυσης προβλήματος. Από την άλλη οι στρατηγικές που ακολουθήθηκαν από τις δύο ομάδες στην πλειοψηφία τους είναι κοινές και διαφοροποιούνταν ανάλογα με τη φύση του υλικού. Ωστόσο, στην ομάδα απτικών διεπαφών υπάρχουν δύο στοιχεία που αν και δεν παρουσιάζονται σε στατιστικά σημαντική συχνότητα, κρίνονται όμως ενδεικτικά της ποιοτικά καλύτερης συμμετοχής των παιδιών και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

Το τελευταίο ερευνητικό ερώτημα αφορά στην ελκυστικότητα της κάθε διεπαφής και θα απαντηθεί αντλώντας στοιχεία από την ατομική συνέντευξη που έγινε με το κάθε παιδί ξεχωριστά. Όπως προκύπτει από τις δηλώσεις των ίδιων των παιδιών, δεν υπάρχει μια ξεκάθαρη προτίμηση υπέρ κάποιου από τα δύο είδη διεπαφών, καθώς παρατηρείται ισοψηφία στην προτίμηση τους. Αναφορικά με όσα επισημάνθηκαν από τα παιδιά ως θετικά στοιχεία, με σχετικά μικρή διαφορά το παιχνίδι απτικών διεπαφών φαίνεται πιο εύκολο, ξεκούραστο και διασκεδαστικό, από ότι το παιχνίδι εικονικών διεπαφών. Με επίσης πολύ μικρή διαφορά δηλώνεται μια προτίμηση στην χρήση απτικών διεπαφών συγκριτικά με τη χρήση του ποντικιού.

Ως μειονεκτήματα, για τις απτικές διεπαφές αναφέρεται από τα παιδιά, το γεγονός ότι έπρεπε να βγάλουν και να βάλουν τα παπούτσια τους, η χρήση της προβολής και τα λάθη που γίνονταν στο παιχνίδι από την ακούσια χρήση των διεπαφών. Από αυτά τα μειονεκτήματα μόνο το τελευταίο κρίνεται σημαντικό και αφορά άμεσα το παιχνίδι. Τα άλλα δύο είτε αφορούν παράγοντες εκτός του παιχνιδιού, είτε συγκρούονται με αντίθετες απόψεις άλλων παιδιών, άρα δεν κρίνονται γενικεύσιμα. Τέλος, δύο παιδιά ανέφεραν ως μειονέκτημα την σύνδεση με τα πραγματικά αντικείμενα καθώς προτιμούσαν την χρήση υπολογιστή. Ως μειονεκτήματα των εικονικών διεπαφών, αναφέρεται το γεγονός ότι είναι πιο δύσκολο και ακόμη περισσότερο, αυτό εστιάζεται στην χρήση του ποντικιού. Όπως αναφέρεται και στο προηγούμενο κεφάλαιο, αυτές οι αιτιολογήσεις των παιδιών, είναι συχνά αλληλοσυγκρουόμενες και δεν επιτρέπουν την διεξαγωγή κάποιου ασφαλούς συμπεράσματος.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω η ερευνητική υπόθεση ότι οι απτικές διεπαφές θα φανούν περισσότερο ελκυστικές στα παιδιά από ότι οι εικονικές δεν επιβεβαιώνεται με σαφήνεια από τα ευρήματα αυτής της έρευνας. Ταυτόχρονα όμως δεν μπορεί και να διαψευστεί. Η δήλωση προτίμησης παιχνιδιού από τα παιδιά, δεν μπορεί να οδηγήσει σε κάποιο ασφαλές συμπέρασμα. Όπως όμως προκύπτει από τις αιτιολογήσεις τους, με μικρή διαφορά το παιχνίδι απτικών διεπαφών είναι πιο εύκολο και πιο διασκεδαστικό, αλλά για επίσης αρκετά παιδιά η χρήση του ποντικιού είναι μια επίσης ελκυστική διαδικασία.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, τα υφιστάμενα στοιχεία που προέκυψαν από την έρευνα, συμφωνούν σε κάποιο βαθμό με την βιβλιογραφία που υποστηρίζει πως

οι απτικές διεπαφές είναι περισσότερο ελκυστικές και εύκολες, αλλά δεν μπορούμε να πούμε ότι την επιβεβαιώνουν απόλυτα (Rante & συν, 2018· Pugnali & συν, 2017· Sylla & συν, 2012). Οι έρευνες που αναφέρθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο αφορούν είτε σε ενήλικες, είτε σε παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας. Η παρούσα έρευνα δείχνει πως τα ευρήματα αυτών των ερευνών δεν μπορούν να γενικευθούν απόλυτα στα παιδιά νηπιαγωγείου, καθώς υπάρχουν κάποιοι σημαντικοί παράγοντες δεν επιτρέπουν την ασφαλή διεξαγωγή συμπερασμάτων. Ειδικότερα, κάποια παιδιά παρουσιάζουν δυσκολίες στην αδρή κίνηση, ενώ άλλα στην λεπτή. Ακόμη ο οπτικοκινητικός συντονισμός μπορεί να μην έχει αναπτυχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να επιτρέπει τον άνετο χειρισμό των απτικών διεπαφών, όπως συμβαίνει σε μεγαλύτερα παιδιά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα για κάποια παιδιά οι απτικές διεπαφές φαίνονται δύσκολες και συνεπώς όχι τόσο ελκυστικές.

Ακόμη περισσότερο, αναφορικά με την καινοτομία και την πρωτοτυπία της απτικής διεπαφής Makey Makey, που στην περίπτωση της έρευνας των Mpiladeri και συνεργατών (2106) λειτούργησε θετικά σε παιδιά δημοτικού, στην περίπτωση του νηπιαγωγείου δεν φαίνεται αν ισχύει το ίδιο. Για κάποια παιδιά η σύνδεση του πραγματικού κόσμου με τον ψηφιακό προκάλεσε εντύπωση όπως φαίνεται από τις διατυπώσεις τους στην συνέντευξη. Για κάποια άλλα παιδιά όμως, η επαφή με πραγματικά αντικείμενα δεν αποτελεί καινοτομία, καθώς είναι μέρος της καθημερινότητας στο νηπιαγωγείο. Φαίνεται να αποτελεί έναν πολύ οικείο τρόπο κατάκτησης της γνώσης, σε αντίθεση με τα παιδιά δημοτικού ή τους ενήλικες. Σε αυτά τα παιδιά προσχολική ηλικίας, η χρήση του ποντικιού είναι αυτή που φαίνεται πιο πρωτότυπη και ελκυστική.

Ωστόσο, σε ότι αφορά το μαθησιακό κίνητρο, μπορούμε να πούμε ότι οι απτικές διεπαφές παρουσίασαν μεγαλύτερη εμπλοκή των παιδιών, από ότι οι εικονικές. Το στοιχείο αυτό στηρίζεται στα κατά πολύ μικρότερα ποσοστά αποφυγής διαφανειών που εμφάνισε η ομάδα Makey, συγκριτικά με αυτά της ομάδας GUI. Ως εκ τούτου, μπορεί να διατυπωθεί η άποψη πως ως προς αυτό το σκέλος, η ερευνητική υπόθεση επιβεβαιώνεται, αλλά πρέπει να ληφθεί υπόψη και η δομή του παιχνιδιού εικονικών διεπαφών, η οποία δεν επιτρέπει την μαζική αλλαγή διαφανειών.

## 6.2. Περιορισμοί

Κατά την διεξαγωγή της παρούσας έρευνας, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που δεν προσμετρήθηκαν ή παραλείφθηκε ο έλεγχός τους και ενδέχεται να επηρέασαν την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Κάποια από αυτά αφορούν στο δείγμα και την κατανομή του σε ομάδες. Αφενός το μέγεθος του δείγματος είναι σχετικά μικρό και δεν μας επιτρέπει ασφαλείς γενικεύσεις των συμπερασμάτων. Αφετέρου αν και το κοινωνικό-οικονομικό υπόβαθρο των παιδιών είναι κοντινό, δεν έγινε σχολαστικός έλεγχος για το κάθε παιδί ξεχωριστά. Επιπλέον, κατά τον διαχωρισμό των ομάδων, αλείφει υπόψη το κριτήριο του φύλλου, αλλά δεν ελέγχθηκε το επίπεδο κατάκτησης των αριθμητικών δεξιοτήτων των παιδιών. Συνεπώς, το μαθησιακό δυναμικό των δύο ομάδων δεν είναι ίδιο και αυτό ενδέχεται να επηρεάζει τόσο την εξέλιξη τους μέσω του παιχνιδιού όσο και την προτίμηση τους ως προς το είδος των διεπαφών. Τέλος, όπως φαίνεται από την μεγάλη διαφορά στην εικόνα που παρουσίασαν τα παιδιά της ομάδας ελέγχου στο pre και post test, καθώς τα test αυτά δόθηκαν από τους ίδιους του εκπαιδευτικούς του τμήματος προς διευκόλυνση του σχολικού προγράμματος, δεν υπάρχει γνώση σχετικά με την ποιότητα της συμμετοχής των παιδιών στην κάθε συνθήκη και αυτό επηρεάζει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Κατά την διαδικασία του παιχνιδιού με τις απτικές διεπαφές παρατηρήθηκαν κάποια ακούσια λάθη των παιδιών, καθώς κατά την μετακίνηση τους ακουμπούσαν και κάποια άλλη διεπαφή και το παιχνίδι έδινε άλλη εντολή από εκείνη που είχαν επιλέξει. Στην έρευνά των Lee και συνεργατών (2014), παρατηρήθηκε πως σε ότι αφορά την χρήση των χειριστηρίων για τα ψηφιακά παιχνίδια που κατασκεύασαν τα παιδιά, οι απτικές διεπαφές έπρεπε να έχουν τοποθετηθεί πιο κοντά μεταξύ τους. Η παρατήρηση αυτή, δεν φαίνεται να επιβεβαιώνεται από την παρούσα έρευνα, καθώς οι απτικές διεπαφές με πατούσες δεν έπρεπε να είναι τόσο κοντά. Η μετακίνηση στο χώρο που συντελείται μέσω της αδρής κίνησης, απαιτεί μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των διεπαφών, ώστε να αποφεύγονται λάθη. Αντίθετα, σε ένα χειριστήριο που αξιοποιεί την λεπτή κίνηση των παιδιών η μεγαλύτερη απόσταση φαίνεται να δυσκολεύει την διαδικασία.

Τέλος, η κατασκευή του παιχνιδιού με την πλακέτα Makey Makey απαιτούσε αναμονή 10 δευτερολέπτων στην διεπαφή που αντιστοιχούσε στην αλλαγή διαφάνειας. Μόνο ένα παιδί φάνηκε να έχει πρόθεση να αλλάξει διαφάνεια πιο

σύντομα από αυτό το διάστημα, ενώ στην περίπτωση των εικονικών διεπαφών τα παιδιά που το προσπάθησαν ήταν περισσότερα. Παρόλα αυτά, η ρύθμιση αυτή αποτέλεσε αποτρεπτικό παράγοντα στην συνεχόμενη αλλαγή διαφανειών και αυτό σίγουρα έχει επηρεάσει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Αυτός ο παράγοντας δεν μπόρεσε να προβλεφτεί κατά τον σχεδιασμό του παιχνιδιού, καθώς η φύση του παιχνιδιού εικονικών διεπαφών, δεν απαιτούσε κάποια τέτοια ρύθμιση.

### 6.3. Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, υπάρχουν δύο πολύ σημαντικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα της μαθησιακής διαδικασίας, το μαθησιακό κίνητρο και την προτίμηση των παιδιών.

Ο πρώτος παράγοντας αφορά στο επίπεδο κατάκτησης της έννοιας του αριθμού. Όπως φάνηκε από τις επιδόσεις των test, για τα περισσότερα παιδιά ηλικίας πέντε ετών, η διαδικασία της αναγνώρισης των αριθμών ήταν μια εύκολη διαδικασία. Το γεγονός αυτό σε κάποιο βαθμό, αιτιολογεί την προτίμηση κάποιων παιδιών στο παιχνίδι εικονικών διεπαφών. Σε αυτή την περίπτωση η χρήση του ποντικιού λειτούργησε ως πρόκληση, μιας και αυτά τα παιδιά ένοιωθαν ασφάλεια στις δοκιμασίες με τους αριθμούς. Από την άλλη πλευρά τα περισσότερα παιδιά που έδωσαν λάθος απαντήσεις κατά την συμπλήρωση του test, στην συνέντευξη δήλωσαν πως προτιμούν το παιχνίδι απτικών διεπαφών. Έτσι γεννιέται το ερώτημα, τι σχέση μπορεί να έχει το επίπεδο κατάκτησης της έννοιας του αριθμού με το είδος της διεπαφής. Μήπως οι απτικές διεπαφές είναι καταλληλότερη επιλογή σε παιδιά που δεν έχουν κατακτήσει σε ικανοποιητικό βαθμό την έννοια του αριθμού; Τι αποτελέσματα θα υπήρχαν αν η ίδια έρευνα γινόταν σε παιδιά τεσσάρων ετών, τα οποία δεν έχουν την ίδια εξοικείωση με τη χρήση των αριθμών; Θα μπορούσε να διατυπωθεί η άποψη ότι οι απτικές διεπαφές προηγούνται της χρήση εικονικών διεπαφών, βάζοντας ηλικιακό κριτήριο; Τι επίδραση θα είχε σε παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες ή Διάσπαση Ελλειμματικής Προσοχής- Υπερκινητικότητα;

Είναι δεύτερο στοιχείο που παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι το επίπεδο κινητικής ανάπτυξης των παιδιών. Κάποια παιδιά ανέφεραν πως τους ήταν δύσκολο ή κουραστικό να κινούνται στον χώρο κατά το παιχνίδι με τις απτικές διεπαφές.

Αντίθετα, άλλα παιδιά δήλωσαν πως ήταν δύσκολο να χειριστούν το ποντίκι. Οι δύο αυτές ομάδες παιδιών, παρουσιάζουν δυσκολία είτε στην αξιοποίηση της αδρής κίνησης, είτε στην αξιοποίηση της λεπτής κίνησης αντίστοιχα. Σε μελλοντικές έρευνες θα μπορούσε να μελετηθεί το ερώτημα αν το κινητικό προφίλ των παιδιών μπορεί να επιδράσει στο μαθησιακό κίνητρο που θα αναπτύξουν κατά την αλληλεπίδρασή τους με το κάθε είδος διεπαφής. Ποιο είδος διεπαφής είναι πιο αποτελεσματικό ανάλλαγα με το στάδιο κινητικής ανάπτυξη του κάθε παιδιού;

Συμπληρωματικά στα παραπάνω, τα παιδιά σε κάποιες περιπτώσεις επιχειρήσαν αν αναπτύξουν στρατηγικές επίλυσης προβλήματος υπολογίζοντας πόσα παιδιά πρέπει να προσθέσουν ή να αφαιρέσουν ώστε να σχηματίσουν το επιθυμητό σύνολο. Μια και δεν μπορεί στην παρούσα έρευνα να διαπιστωθεί αν είναι τυχαίο το γεγονός ότι αυτές οι στρατηγικές αναπτύχθηκαν μόνο όταν τα παιδιά έπαιζαν με το παιχνίδι απτικών διεπαφών, μια μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να ερευνήσει την επίδραση αυτού του είδους διεπαφών στην μάθηση των πράξεων. Θα παρατηρούνταν οι ίδιες συμπεριφορές και αντιδράσεις, σε μια έννοια με την οποία τα παιδιά δεν έχουν κατακτήσει σε τόσο καλό επίπεδο;

Τέλος, ένα ακόμη ερώτημα που προκύπτει είναι το τι ρόλο διαδραματίζει η εξοικείωση των παιδιών με τα μέσα τεχνολογίας. Θα προέκυπταν οι ίδιες δυσκολίες και προτιμήσεις σε παιδιά που δεν έχουν τις ίδιες ευκαιρίες έκθεσης στα τεχνολογικά μέσα;

## Βιβλιογραφία

Cohen L., Manion L., Morrison K. (2008), μτφρ: Κυρανάκης Σ. Μαυράκη Μ., Μητσοπούλοι Χ., Μπίθαρα Π., Φιλοπούλου Μ., *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*, Αθήνα: Μεταίχμιο.

Κολέζα Ευγενία (2017), *Θεωρία και πράξη στη διδασκαλία των μαθηματικών*, Β΄ Έκδοση, Αθήνα: Gutenberg.

Λεμονίδης Χαράλαμπος (2009), *Περίπατος στη μάθηση της στοιχειώδους αριθμητικής*, Αθήνα: Αδελφοί Κυριακίδη αε.

Παπανικολάου Κ., Γόγουλου Α., Ζυμπίδης Δ., Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης Α., Μπράτιτσης Θ., Χ. Παναγιωτακόπουλος (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 582-593, Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, 21-23 Απριλίου 2017. ISSN 2529-0924, ISBN 978-618-83186-0-1.

Σκουμπουρδή Χρυσάνθη (2012), *Σχεδιασμός ένταξης υλικών και μέσων στη μαθηματική εκπαίδευση των μικρών παιδιών*, Αθήνα: Πατάκης.

Τζεκάκη Μαριάννα (2007), *Μικρά παιδιά, μεγάλα μαθηματικά νοήματα*, Προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, Αθήνα: Gutenberg.

Χασάπης Δημήτρης (2000), *Διδακτική βασικών μαθηματικών εννοιών, Αριθμοί και αριθμητικές πράξεις*, Αθήνα: Μεταίχμιο.

Alexander, J., Roudaut, A., Steimle, J., Hornbæk, K., Bruns Alonso, M., Follmer, S., & Merritt, T. (2018, April). Grand challenges in shape-changing interface research. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (p. 299). ACM.

Angelini, L., Mugellini, E., Abou Khaled, O., & Couture, N. (2018, March). Internet of Tangible Things (IoTT): challenges and opportunities for tangible interaction with IoT. In *Informatics* (Vol. 5, No. 1, p. 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

- Antle, A. N., Droumeva, M., & Ha, D. (2009, June). Hands on what?: comparing children's mouse-based and tangible-based interaction. In *Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 80-88). ACM.
- Barrios, J. E. M., Becerra, D. A. I., Páucar, F. H. R., & Mendoza, F. M. T. (2018, January). Matelagic: interactive mathematical learning based on challenges. In *Proceedings of the 6th International Conference on Information and Education Technology* (pp. 61-65). ACM.
- Bruikman, H., van Drunen, A., Huang, H., & Vakili, V. (2009, June). Lali: exploring a tangible interface for augmented play for preschoolers. In *Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 174-177). ACM.
- Chen, Y. Y., Yip, J., Rosner, D., & Hiniker, A. (2019, March). Lights, Music, Stamps! Evaluating Mealtime Tangibles for Preschoolers. In *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction* (pp. 127-134). ACM.
- Cibrian, F. L., Weibel, N., & Tentori, M. (2016, September). Collective use of a fabric-based interactive surface to support early development in toddler classrooms. In *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing* (pp. 328-339). ACM.
- Dackermann, T., Fischer, U., Nuerk, H. C., Cress, U., & Moeller, K. (2017). Applying embodied cognition: from useful interventions and their theoretical underpinnings to practical applications. *Zdm*, 49(4), 545-557.
- Engel, M., Claessens, A., Watts, T., & Farkas, G. (2016). Mathematics content coverage and student learning in kindergarten. *Educational researcher*, 45(5), 293-300.
- George, R., Howitt, C., & Oakley, G. (2019). Young children's use of an augmented reality sandbox to enhance spatial thinking. *Children's Geographies*, 1-13.
- Silver, J., Rosenbaum, E., and Shaw, D. (2012). Makey Makey: improvising tangible and nature-based user interfaces. In *Proceedings of the sixth international conference on tangible, embedded and embodied interaction* (pp. 367-370). ACM.



- Fan, L., Yu, S., Wang, N., Yu, C., & Shi, Y. (2018, October). A Tangible Jigsaw Puzzle Prototype for Attention-Deficit Hyperactivity Disorder Children. In *The Euro-China Conference on Intelligent Data Analysis and Applications* (pp. 275-286). Springer, Cham.
- Fischer, U., Moeller, K., Bientzle, M., Cress, U., & Nuerk, H. C. (2011). Sensori-motor spatial training of number magnitude representation. *Psychonomic bulletin & review*, *18*(1), 177-183.
- Horn, M. & Bers, M. (2019). *Tangible Computing*. In *The Cambridge Handbook of Computing Education Research* (S.A.Fincher and A.V. Robins, Eds.). Cambridge University Press.
- Horn, M. S., Crouser, R. J., & Bers, M. U. (2012). Tangible interaction and learning: the case for a hybrid approach. *Personal and Ubiquitous Computing*, *16*(4), 379-389.
- Kafai, Y. B., & Vasudevan, V. (2015, November). Constructionist gaming beyond the screen: Middle school students' crafting and computing of touchpads, board games, and controllers. In *Proceedings of the workshop in primary and secondary computing education* (pp. 49-54). ACM.
- Kurniawan, D. E., Dzikri, A., Widyastuti, H., Sembiring, E., & Manurung, R. T. (2019, March). Smart mathematics: a Kindergarten student learning media based on the drill and practice model. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1175, No. 1, p. 012037). IOP Publishing.
- Lee, E., Kafai, Y. B., Vasudevan, V., & Davis, R. L. (2014). Playing in the arcade: Designing tangible interfaces with MaKey MaKey for Scratch games. In *Playful user interfaces* (pp. 277-292). Springer, Singapore.
- Lin, C. Y., & Chang, Y. M. (2014). Increase in physical activities in kindergarten children with cerebral palsy by employing MaKey–MaKey-based task systems. *Research in developmental disabilities*, *35*(9), 1963-1969.
- Locuniak, M. N., & Jordan, N. C. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of learning disabilities*, *41*(5), 451-459.

Marshall, P. (2007, February). *Do tangible interfaces enhance learning?. In Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction* (pp. 163-170). ACM.

Martin, F. G., & Roehr, K. E. (2010, January). A general education course in tangible interaction design. In *Proceedings of the fourth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction* (pp. 185-188). ACM.

Mattera, S., & Morris, P. (2017). Counting on Early Math Skills: Preliminary Kindergarten Impacts of the Making Pre-K Count and High 5s Programs. *MDRC*.

Mavilidi, M. F., Okely, A., Chandler, P., Domazet, S. L., & Paas, F. (2018). Immediate and delayed effects of integrating physical activity into preschool children's learning of numeracy skills. *Journal of experimental child psychology, 166*, 502-519.

McGookin, D., Robertson, E., & Brewster, S. (2010, April). Clutching at straws: using tangible interaction to provide non-visual access to graphs. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1715-1724). ACM.

Mpiladeri, M., Palaigeorgiou, G., & Lemonidis, C. (2016). Fractangi: A Tangible Learning Environment for Learning about Fractions with an Interactive Number Line. *International Association for Development of the Information Society*.

Palaigeorgiou, G., & Pouloulis, C. (2018). Orchestrating tangible music interfaces for in-classroom music learning through a fairy tale: The case of ImproviSchool. *Education and Information Technologies, 23*(1), 373-392.

Patten, J., & Ishii, H. (2000, April). A comparison of spatial organization strategies in graphical and tangible user interfaces. In *Proceedings of DARE 2000 on Designing augmented reality environments* (pp. 41-50). ACM.

Rante, H., Lund, M., & Caliz, D. (2018). The role of tangible interfaces in enhancing children's engagement in learning. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 164, p. 01013). EDP Sciences.

Rogers, Y., Paay, J., Brereton, M., Vaisutis, K. L., Marsden, G., & Vetere, F. (2014, April). Never too old: engaging retired people inventing the future with MaKey MaKey. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3913-3922). ACM.

Siemon, D., Plaumann, R., Regenber, A., Yuan, Y., Liu, Z., & Robra-Bissantz, S. (2016). “Tinkering for Creativity”: An Experiment to Utilize MaKey MaKey Invention Kit as Group Priming to Enhance Collaborative Creativity.

Silver, J., Rosenbaum, E., and Shaw, D. (2012). Makey Makey: improvising tangible and nature-based user interfaces. In *Proceedings of the sixth international conference on tangible, embedded and embodied interaction* (pp. 367-370). ACM.

Soleimani, A., Herro, D., & Green, K. E. (2019). CyberPLAYce—A tangible, interactive learning tool fostering children’s computational thinking through storytelling. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 20, 9-23.

Sullivan, A., Bers, M., & Pugnali, A. (2017). The impact of user interface on young children’s computational thinking. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16(1), 171-193.

Sullivan, A., & Johnson, E. K. (2019, March). BeadED Adventures: Crafting STEM Learning. In *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction* (pp. 351-358). ACM.

Sung, W., Ahn, J., & Black, J. B. (2017). Introducing computational thinking to young learners: Practicing computational perspectives through embodiment in mathematics education. *Technology, Knowledge and Learning*, 22(3), 443-463.

Sylla, C., Branco, P., Coutinho, C., & Coquet, E. (2012). TUIs vs. GUIs: comparing the learning potential with preschoolers. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16(4), 421-432.






Vasudevan, V., Kafai, Y. B., Lee, E., & Davis, R. L. (2013). Joystick designs: Middle School Youth Crafting Controllers with MaKey MaKey for Scratch Games in. *Proceedings of games, learning, and society*, 9.






Zuckerman, O., Arida, S., & Resnick, M. (2005, April). Extending tangible interfaces for education: digital montessori-inspired manipulatives. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 859-868). ACM.

# Παράρτημα

## Παράρτημα 1 pre και post test

**Μέτρησε τα κυκλάκια και χρωμάτισε τον αριθμό!**

	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ΟΝΟΜΑ:

## Παράρτημα 2 φόρμα παρατήρησης

### ομάδα GUI

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Λάθος										
Διόρθωσε										
Έφυγε										

ΚΡΙΣΗΜΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ                      ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Λάθος										
Διόρθωσε										
Έφυγε										

ΚΡΙΣΗΜΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ                      ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

## Ομάδα Makey

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Λάθος										
Διόρθωσε										
Έφυγε										

ΚΡΙΣΗΜΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ:                      ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Λάθος										
Διόρθωσε										
Έφυγε										

ΚΡΙΣΗΜΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ:                      ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

## Παράρτημα 3 φόρμα συνέντευξης

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Λάθος										
Διόρθωσε										
Έφυγε										

ΚΡΙΣΗΜΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ:                      ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ:

Ποιο παιχνίδι σου άρεσε περισσότερο;

Τι είναι αυτό που σε κάνει να το προτιμάς;

Τι έμαθες από αυτά τα παιχνίδια;

Υπάρχει κάτι που σε δυσκόλεψε;

Ποιο παιχνίδι θα ήθελες να παίξεις ξανά;

|

## Έγγραφο γονικής συγκατάθεσης

Στο πλαίσιο των μεταπτυχιακών μου σπουδών στο πρόγραμμά «Παιδικό Βιβλίο και Εκπαιδευτικό Υλικό», του Πανεπιστημίου Αιγαίου, εκπονείται η διπλωματική μου εργασία με θέμα «Ανάπτυξη μικτού ψηφιακού και συμβατικού εκπαιδευτικού υλικού για το Νηπιαγωγείο με την αξιοποίηση διάχυτου υπολογισμού φυσικών διεπαφών». Για τις ανάγκες αυτής της εργασίας θα υλοποιηθεί μια έρευνα με στόχο να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα της χρήσης ψηφιακών παιχνιδιών, στην εκμάθηση των αριθμών, σε παιδιά που φοιτούν στην τάξη του νηπιαγωγείου.

Πιο συγκεκριμένα, σε αυτή την έρευνα θα μελετήσουμε δύο εκδοχές του ίδιου παιχνιδιού. Πρόκειται για ένα σχολικό λεωφορείο που κάθε φορά έχει συγκεκριμένο αριθμό θέσεων και μόνο τόσοι μαθητές μπορούν να μπουν μέσα σε αυτό. Τα παιδιά καλούνται να μετρήσουν το πλήθος των παραθύρων που υπάρχουν στο σχολικό και έπειτα, να επιλέξουν το ανάλογο αριθμητικό ψηφίο. Όσα παιδιά θα συμμετάσχουν στην πρώτη εκδοχή του παιχνιδιού, πρέπει να μετρήσουν τα παράθυρα και να επιλέξουν τον αριθμό που βρίσκεται στην οθόνη. Όσα παιδιά θα συμμετάσχουν στην δεύτερη εκδοχή του παιχνιδιού, θα πρέπει να μετρήσουν τα παράθυρα και να πατήσουν με τα πόδια τους πάνω στον κατάλληλο αριθμό που θα βρίσκεται τοποθετημένος στο πάτωμα της τάξης. Αυτή η σύνδεση του ψηφιακού και του πραγματικού κόσμου θα γίνει με τη χρήση του πλακιδίου Makey Makey, που μας επιτρέπει να αντικαταστήσουμε το ποντίκι και το πληκτρολόγιο του υπολογιστή, με κάποια πραγματικά αντικείμενα όπως πλαστελίνη, αλουμινόχαρτο, λαχανικά κ.α. Σκοπός της έρευνας είναι από την μία να παρατηρήσουμε τις στρατηγικές που θα αναπτύξουν τα παιδιά για να κάνουν την επιλογή του αριθμού σε κάθε περίπτωση. Και από την άλλη, να παρατηρήσουμε τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που προσφέρουν οι δύο αυτές συνθήκες παιχνιδιού.

Τα αποτελέσματα της έρευνας θα δημοσιευτούν στην εργασία, χωρίς τα προσωπικά στοιχεία των παιδιών που συμμετέχουν σε αυτή. Για τις ανάγκες της καταγραφής των αποτελεσμάτων και την ανάλυση των δεδομένων, η διαδικασία του παιχνιδιού με το προαναφερθέν υλικό θα μαγνητοσκοπηθεί. Το οπτικό αυτό υλικό δεν θα δημοσιευτεί.

Τη σημερινή εποχή οι νέες τεχνολογίες είναι παρούσες στην καθημερινότητα όχι μόνο των ενηλίκων, αλλά συχνά και των ίδιων των παιδιών. Αποτελούν ένα ισχυρό κίνητρο για την μάθηση και η σωστή αξιοποίησή τους μπορεί να επιφέρει θετικά αποτελέσματα στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ας εξερευνήσουμε αυτό το

μονοπάτι της μάθησης με ευαισθησία και ενδιαφέρον. Η συμμετοχή είναι προαιρετική και μπορείτε να την αποσύρετε οποιαδήποτε στιγμή, αν το θελήσετε.

Διάβασα αυτό το έντυπο και συναινώ ο γιος/ η κόρη μου,  
..... να συμμετάσχει σε αυτή την έρευνα.

Ημερομηνία \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Ο/Η γονέας ή κηδεμόνας

.....