



Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και
Συστημάτων

*Διπλωματική εργασία προπτυχιακού προγράμματος
σπουδών με θέμα:*

*Διαδραστικό εκπαιδευτικό παιχνίδι για την εξοικείωση
μαθητών μέσης εκπαίδευσης με την παραγωγή μελιού.*

Τσιακαρδώνης Βασίλειος dpsd15113

Επιβλέπων: Παναγιώτης Κουτσαμπάσης

Τριμελής Επιτροπή: Σπύρος Βοσινάκης, Τζένη Δαρζέντα

Διαδραστικό εκπαιδευτικό παιχνίδι για την
εξοικείωση μαθητών μέσης εκπαίδευσης με
την παραγωγή μελιού



Honey 'I' Hive: Διαδραστικό εκπαιδευτικό
και πληροφοριακό παιχνίδι για παιδιά

Ευχαριστήρια

Ευχαριστώ όλους αυτούς που μου στάθηκαν κλώνα και εμπόδιο σε αυτή την σταδιοδρομία. Ήταν τα καλύτερα μου χρόνια με τις χειρότερες στιγμές. Πιο συγκεκριμένα τους φίλους μου και τους καθηγητές μου, την οικογένεια και την κοπέλα μου. Ευχαριστώ όλους σας για την στήριξη και την υπομονή σας.

Αφιερώσεις

Στον Πατέρα μου...και στην γιαγιά Βασιλική
Χωρίς εσάς δεν θα υπήρχα ακόμα στην Γη.

Περιεχόμενα

Ευχαριστήρια.....	2
Αφιερώσεις.....	2
Περιεχόμενα.....	3
Abstract	6
Ορολογία	7
Έρευνα Πεδίου	8
1.1 Ανάλυση προβληματικού χώρου	8
1.1.1 Επεξήγηση μεθοδολογίας και προσαρμογή.....	8
1.1.2 Ερωτηματολόγια μαθητών	11
1.1.3 Συνέντευξη εκπαιδευτικών	12
1.2 Εκπαιδευτικό παιχνίδι (Educational Game)	14
1.3 Κλασική εκπαίδευση	16
1.3.1 Μαθησιακοί Στόχοι και Διλήμματα.....	16
1.4 Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.....	17
1.5 Reflection - Ο ρόλος των καθηγητών κατά την διάδραση.....	18
1.6 Διαδραστικά εκπαιδευτικά παιχνίδια στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση	19
1.7 Διαδραστικές Μουσειακές Κατασκευές και Μάθηση.....	21
1.8 Κοινά στην σχεδίαση (Μουσεία & Σχολικές Τάξεις).....	23
1.9 Μελισσοκομία	24
1.9.1 Πρόλογος.....	24
1.9.2 Βιολογία της μέλισσας	24
1.9.3 Βασίλισσα.....	25
1.9.4 Εργάτρια	25
1.9.5 Η κατανομή εργασίας της εργάτριας μέλισσας	25
1.9.6 Η καθαρίστρια μέλισσα.....	26
1.9.7 Η τροφός, παραμάννα μέλισσα	26
1.9.8 Η μέλισσα αρχιτέκτονας.....	26
1.9.9 Η μέλισσα αποθηκάριος.....	27
1.9.10 Η αερίστρια μέλισσα	27
1.9.11 Η μέλισσα φρουρός.....	27
1.9.12 Η συλλέκτρια μέλισσα	27
1.9.13 Πώς παράγεται το μέλι από τις μέλισσες;.....	28

1.10 Μελισσοκομικός εξοπλισμός.....	28
1.10.1 Κυψέλη	28
1.10.2 Βασιλικό διάφραγμα	30
1.10.3 Γυρεοπαγίδα.....	30
1.10.4 Καπνιστήρι.....	31
1.10.5 Εργαλείο κυψέλης ή ξέστρο	31
1.10.6 Τροφοδότης.....	31
1.10.7 Μελισσοκομική στολή.....	32
1.10.8 Μελισσοκομική βούρτσα	32
1.10.9 Μελιτοεξαγωγέας.....	32
1.10.10 Μαχαίρι απολεπισμού	32
1.10.11 Πότε και πώς συγκομίζεται το μέλι ;	32
1.11 Παράγωγα και χρήσιμα υλικά της Μέλισσας.....	33
1.11.1 Μέλι.....	33
1.11.2 Γύρη	33
1.11.3 Κερί.....	34
1.11.4 Δηλητήριο.....	34
1.12 Διαδικασία και σημεία ανάδειξης.....	34
2 Αρχική Προσέγγιση.....	36
2.1 Μαθησιακοί στόχοι και τρόποι διάδρασης.....	37
2.1.1 Πρώτο Εισαγωγικό Βίντεο	41
2.1.2 Mini-Game 1 Συλλογή Νέκταρ & Γύρης	42
2.1.3 Δεύτερο Βίντεο	43
2.1.4 Mini-Game 2 Τροφάλλαξη.....	44
2.1.5 Mini-Game 3 Τοποθέτηση Μελιού.....	45
2.1.6 Mini- Game 4 Στέγνωμα Μείγματος.....	45
2.1.7 Τρίτο Βίντεο	47
2.1.8 Mini- Game 5 Καπνιστήρι.....	47
2.1.9 Mini- Game 6 Απολέπιση Κυψέλης.....	48
2.1.10 Mini- Game 7 Φυγοκέντρηση Πλαισίου	49
2.1.11 Mini- Game 8 Εμφιάλωση & Σφράγισμα.....	49
2.1.12 Σχεδιασμός Μακέτας και αναλώσιμα	50
2.1.13 Έξτρα τεχνολογίες και προσαρμογή	51
2.1.14 Αφήγηση Ιστορίας	53
2.2 Δυσκολίες και Συμβιβασμοί	54
2.3 Μέθοδος & Σκοπός Αξιολόγησης	54

2.3.1 Αξιολόγηση Παιχνιδιού και μαθησιακών στόχων	55
2.4 Συμπεράσματα Αξιολόγησης.....	61
3 Επανασχεδίαση	63
3.1 Προβληματικοί χώροι & Αλλαγές.....	63
3.1.1 Παιχνίδια διαδικασίας και οδηγίες	63
3.1.2 Βίντεο animation	65
3.2 Σχεδίαση νέων διαδράσεων.....	65
4 Τελική Αξιολόγηση.....	69
5 Συμπεράσματα	77
5.1 Μελλοντική Εργασία	77
Βιβλιογραφία.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Πίνακας Εικόνων.....	81

Abstract

Η παρούσα διπλωματική διατριβή παρουσιάζει την μελέτη σχεδίασης και βελτιστοποίησης μιας πρωτότυπης διαδραστικής μακέτας σε συνδυασμό με εφαρμογή κινητού ή tablet για την εκμάθηση της διαδικασίας της παραγωγής μελιού σε παιδιά δημοτικού . Η επιλογή του τρόπου παρουσίασης της διαδικασίας έγινε μέσω της μεθόδου User-Centered Design με εργαλεία όπως ερωτηματολόγια για την εύρεση και πλαισίωση του προβληματικού χώρου. Στις έρευνες συμμετείχαν εκπαιδευτικοί, μελισσοκόμοι και μαθητές έτσι ώστε να προσδιοριστεί η διαδικασία καθώς και το απαραίτητο γνωστικό επίπεδο που θα χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή. Η διαδικασία παρουσιάστηκε σαν μια προσομοίωση με μερικές αποκλίσεις οι οποίες ήταν απαραίτητες για την προσαρμογή του χρήστη στο περιβάλλον και την καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας και του σκοπού της. Το πλαίσιο που πραγματοποιήθηκε η μελέτη σχεδίασης όπως και το ηλικιακό εύρος είναι αντικείμενα τα οποία αλλάζουν και συγκεκριμενοποιούνται ανάλογα την ανατροφοδότηση όπως και οι διαδράσεις της εφαρμογής. Για την λήψη σημαντικών πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία όπως συνεντεύξεις, έρευνα πεδίου και επιτόπια παρατήρηση. Για την δημιουργία του πρωτότυπου χρησιμοποιήθηκαν τεχνολογίες όπως Vuforia, Krita, Unity Engine και Arduino. Οι αξιολογήσεις χρηστών μας έδειξαν ότι το σύστημα για την ώρα, είναι καταλληλότερο για παιδιά με μεγαλύτερη κατάρτιση σε βασικές γνώσεις του δημοτικού και σχετική εξοικείωση με τεχνολογία. Καταληκτικά μπορέσαμε να δημιουργήσουμε μια συσκευή εφαρμόσιμη στα δεδομένα των αξιολογήσεων αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο τα ποσοστά δημιουργικότητας, εκπαίδευσης και διασκέδασης (Vicuna February 8 2017).

Keywords: Interactive Beehive, Interactive Beekeeping, Honey Making, Bee Colony Simulations, Sensors, Educational Gaming, Information Systems

Ορολογία

- **Adventure Game:** Ένα παιχνίδι περιπέτειας είναι ένα είδος βιντεοπαιχνιδιού όπου οι παίκτες βυθίζονται σε μια ήδη γραμμένη ιστορία, λύνουν γρίφους, αλληλοεπιδρούν με χαρακτήρες και εξερευνούν φανταστικούς κόσμους για να προχωρήσουν και να επιτύχουν στόχους.
- **Simulation Game:** Είναι ένα είδος βιντεοπαιχνιδιού που αντιγράφει πραγματικές διαδικασίες, καταστάσεις ή δραστηριότητες, επιτρέποντας στους παίκτες να βιώνουν και να αλληλοεπιδρούν με ένα προσομοιωμένο περιβάλλον για να επιτύχουν συγκεκριμένους στόχους ή αποτελέσματα.
- **eco-education:** Είναι μια εκπαιδευτική προσέγγιση που επικεντρώνεται στην ευαισθητοποίηση και την εκπαίδευση των ανθρώπων σχετικά με τις περιβαλλοντικές προκλήσεις και τη βιωσιμότητα, προωθώντας τη φροντίδα και το σεβασμό προς το περιβάλλον.
- **User Interface:** Είναι το μέσο μέσω του οποίου ένας χρήστης αλληλοεπιδρά με μια συσκευή, εφαρμογή ή λογισμικό, συμπεριλαμβανομένων των γραφικών, των μενού και των ελέγχων, για να εκτελέσει εργασίες και να προηγηθεί μέσα σε αυτά.
- **κΩ:** μονάδα μέτρησης αντίστασης
- **Storytelling:** Είναι η τέχνη της αφήγησης ιστοριών, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο κατασκευάζουμε και μεταδίδουμε αφηγήσεις
- **Script:** Αρχείο που περιλαμβάνει κώδικα
- **Assets:** Αρχείο το οποίο είναι γραφιστικού τύπου
- **Tangible Interfaces (TI):** Απτές διεπαφές
- **Graphical User Interfaces (GUI):** διεπαφή χρηστών μέσω γραφικών περιβαλλόντων
- **Playful:** Διασκεδαστικό
- **Φωτοσένσορες:** Μικρά αντικείμενα τα οποία συνδέονται με το Arduino και προσμετρούν την ποσότητα του φωτός που αντανακλάτε πάνω στην επιφάνεια τους.

1 Έρευνα Πεδίου

1.1 Ανάλυση προβληματικού χώρου

Στην σύγχρονη κοινωνία, όπου η τεχνολογία και η πληροφορική κυριαρχούν, πολλές φορές ξεχνάμε να εκτιμήσουμε τη σημασία της φύσης και της γεωργίας στη ζωή μας. Στην Ελλάδα, η μελισσοκομία αποτελεί έναν σημαντικό κομμάτι της γεωργικής παράδοσης και της οικονομίας, αλλά παρά τη σημασία της, υπάρχει ένα πρόβλημα πρόσβασης στην εκπαίδευση για τη μελισσοκομία.

Σε αυτό το πλαίσιο, αποφασίσαμε να δημιουργήσουμε ένα παιχνίδι για παιδιά που να επιτρέπει σε όλους τους νέους να εξερευνήσουν τον κόσμο της μελισσοκομίας και της παραγωγής μελιού. Το ενδιαφέρον μας για αυτό το θέμα πηγάζει από το γεγονός ότι υπάρχει μόνο ένα μουσείο μελιού στη χώρα μας, και αυτό σημαίνει ότι μόνο λίγοι έχουν την ευκαιρία να επισκεφτούν και να μάθουν περισσότερα για αυτό το σημαντικό κομμάτι του ελληνικού πολιτισμού.

Επιπλέον, η μελισσοκομία είναι πολύ σημαντική για τη διατροφή μας και το περιβάλλον μας, αλλά συχνά δεν κατανοούμε πλήρως τη σημασία των μελισσών και τη διαδικασία παραγωγής του μελιού. Με αυτό το παιχνίδι, θέλουμε να εκπαιδεύσουμε τους νέους πώς λειτουργεί αυτή η διαδικασία, ποιοι είναι οι άνθρωποι που συμμετέχουν σε αυτή, και πώς μπορούν να συνεισφέρουν στη διατήρηση των μελισσών και του φυσικού μας περιβάλλοντος. (D. Sammataro 2011)

Το παιχνίδι μας δεν προορίζεται μόνο για τα παιδιά που έχουν πρόσβαση σε συμβατικά εκπαιδευτικά μέσα και μουσεία όπως αυτό της Ρόδου που είναι και το μοναδικό καθώς ένα μικρότερο στην Αθήνα έκλεισε πριν κάποια χρόνια. Αντίθετα, στοχεύει σε όλα τα παιδιά, ανεξαρτήτως της τοποθεσίας τους, ώστε να μπορούν να μάθουν και να εκτιμήσουν τη σημασία της μελισσοκομίας και του μελιού στη ζωή μας. (Donaldson 1976) Με αυτόν τον τρόπο, ελπίζουμε να ενισχύσουμε τη συνειδητοποίηση για το περιβάλλον και τη βιωσιμότητα, καθώς και να ενθαρρύνουμε τους νέους να ενδιαφερθούν για τη φύση και τη γεωργία.

Μέσα από το παιχνίδι αυτό, ελπίζουμε να εμπνεύσουμε τους νέους να ανακαλύψουν τον συναρπαστικό κόσμο της μελισσοκομίας και να κατανοήσουν τον ανεκτίμητο ρόλο που οι μελισσοκόμοι και οι μέλισσες παίζουν στη διατήρηση της φύσης και της ανθρώπινης διατροφής. Με αυτόν τον τρόπο, ελπίζουμε να δημιουργήσουμε μια νέα γενιά πολιτών που θα σέβονται και θα προστατεύουν τη φύση και τα οικοσυστήματα μας για το μέλλον.

1.1.1 Επεξήγηση μεθοδολογίας και προσαρμογή

Η δημιουργία ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού που αφορά τη μελισσοκομία απαιτεί μια συστηματική σχεδιαστική μεθοδολογία που να λαμβάνει υπόψη τις εκπαιδευτικές ανάγκες του κοινού και να εξασφαλίζει ότι το παιχνίδι είναι εκπαιδευτικά αποτελεσματικό. Η διαδικασία που ακολούθησα βασίστηκε σε πολλές διαφορετικές φάσεις, συμπεριλαμβανομένης της έρευνας, της σχεδίασης, της ανάπτυξης, της αξιολόγησης και της επανασχεδίασης.

Φάση Πρώτη: Έρευνα και Κατανόηση του Προβληματικού Χώρου

Αρχικά, πραγματοποιήσα έρευνα για την κατανόηση του προβληματικού χώρου, που είναι η έλλειψη πρόσβασης σε πληροφορίες σχετικά με τη μελισσοκομία στην Ελλάδα, κυρίως για παιδιά κάτω των 14 ετών. Αυτό περιλάμβανε τη μελέτη των υπάρχοντων παιχνιδιών και εκπαιδευτικών προγραμμάτων, καθώς και τη συνέντευξη ενός αριθμού παιδιών και εκπαιδευτικών, για τις γνώσεις τους στον τομέα της μελισσοκομίας. Ξεκινώντας με τις εκπαιδευτικές και μη εφαρμογές που αφορούν τις μέλισσες σε γενικό πλαίσιο, υπάρχει

σίγουρα ένα παιχνίδι το οποίο παρόλο που πραγματοποιεί ο χρήστης κινήσεις και εργασίες που είναι δανεισμένες από την βασική διαδικασία παραγωγής μελιού, είναι περισσότερο ένα adventure παιχνίδι. Κάποια ακόμα αξιοσημείωτα παιχνίδια είναι το Arico και το beekering τα οποία είναι simulation τύπου παιχνίδια με λεπτομέρειες και ορολογίες άρα στοχευμένα σε μεγαλύτερης ηλικίας ανθρώπους και εν τέλει ο βασικός "ανταγωνιστής" το BeeAmazed. Το συγκεκριμένο παρόλο που είναι στοχευμένο σε κοινό ηλικίας κάτω των δεκατεσσάρων (14) ετών (το συμπεραίνουμε αυτό από τις διαφημιστικές φωτογραφίες του προϊόντος) υπάρχουν διαφορές. Οι βασικές διαφορές είναι ο τρόπος εκπαίδευσης που επέλεξαν να στηρίξουν το παιχνίδι τους, τον οποίο ονομάζουν eco-education. Η οικολογική εκπαίδευση, γνωστή και ως "eco-education" ή "περιβαλλοντική εκπαίδευση," είναι ένας εκπαιδευτικός προσανατολισμός που έχει σκοπό την προώθηση της συνειδητοποίησης και της κατανόησης των περιβαλλοντικών ζητημάτων και την προετοιμασία των ατόμων να λαμβάνουν υπεύθυνες περιβαλλοντικές αποφάσεις (Donaldson 1976). Αντίθετα εμείς αποφασίσαμε να εστιάσουμε στην διαδικασία που παράγεται το μέλι με την μεθοδολογία του Learning-by-doing. Επίσης να αναφερθεί σαν διαφορά ότι το παιχνίδι BeeAmazed εστιάζει στους ρόλους και στην ιεραρχία των μελισσών.

Φάση Δεύτερη: Σχεδιασμός και Ανάπτυξη του Παιχνιδιού

Βάση των ευρημάτων από τη φάση της έρευνας, σχεδίασα το παιχνίδι, λαμβάνοντας υπόψη τις εκπαιδευτικές ανάγκες του κοινού. Χρησιμοποίησα τις εκπαιδευτικές θεωρίες, όπως η πολλαπλή εκμάθηση και το Learning-by-doing (Δημητριάδης 2015), για να διασφαλίσω ότι το παιχνίδι προσφέρει ευκαιρίες για ενεργό και βιωματικό μάθημα. Αρχικά το παιχνίδι είχε σχεδιαστεί σαν σχολική δραστηριότητα που θα διεξαγόταν εντός σχολικών ορών με την βοήθεια του εκπαιδευτικού. Θα απασχολούσε 5-6 παιδιά την φορά εκ των οποίων το καθένα θα είχε κάποια διεργασία είτε στο tablet-οθόνη είτε στην μακέτα. Αργότερα βάση της μεθοδολογίας και από μερικές αλλαγές βάση ανατροφοδότησης βγήκε ένα καταληκτικό πρωτότυπο που θα συζητηθεί και θα παρουσιαστεί παρακάτω.

Φάση Τρίτη: Αξιολόγηση με Συμμετέχοντες

Για την αξιολόγηση του παιχνιδιού, επέλεξα να συμμετάσχουν παιδιά σε δοκιμές παιχνιδιού. Καταγράφηκαν παρατηρήσεις και ανατροφοδοτήσεις από τα παιδιά σχετικά με την εμπειρία τους με το παιχνίδι, τις γνώσεις που αποκτήσανε, και το εάν το παιχνίδι προσέφερε αυτό που είχαμε σχεδιάσει. Επίσης ελέγχθηκε ποιοτικά η εφαρμογή έτσι ώστε λάθη και προβλήματα που μπορεί να υπάρχουν να διορθωθούν. Ακόμα μια πτυχή του παιχνιδιού που θέλαμε να ελέγξουμε στην πρώτη αξιολόγηση ήταν η δυνατότητα προσαρμογής στην τεχνολογία που χρησιμοποιήσαμε.

Φάση Τετάρτη: Επανασχεδίαση βάση Ανατροφοδότησης

Με βάση την ανατροφοδότηση από τα παιδιά και τις αναλύσεις που πραγματοποίησαν σχεδιαστές, επανασχεδίασα το παιχνίδι για να το βελτιώσω. Αυτό περιλάμβανε την προσθήκη νέων περιεχομένων, τη βελτίωση της δομής του παιχνιδιού, και την προσαρμογή των επιπέδων δυσκολίας.

Συνοψίζοντας, η σχεδιαστική μεθοδολογία που ακολούθησα συν-έπεσε από την ανάλυση των αναγκών του κοινού, τη σχεδίαση και την ανάπτυξη, μέχρι την αξιολόγηση και την επανασχεδίαση. Αυτή η διαδικασία εξασφάλισε ότι το εκπαιδευτικό παιχνίδι σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε με προσοχή στις ανάγκες του κοινού και τις εκπαιδευτικές αρχές, προσφέροντας μια πλούσια και αποτελεσματική εκπαιδευτική εμπειρία σχετικά με τη μελισσοκομία. Η μεθοδολογία που ακολούθησα για τη δημιουργία του εκπαιδευτικού παιχνιδιού βασίζεται στην "Σχεδίαση και Ανάπτυξη Βασισμένη στον Χρήστη" (User-Centered Design) μεθοδολογία. Αυτή η μέθοδος επικεντρώνεται στην κατανόηση των αναγκών, των διαφόρων περιβαλλοντικών παραγόντων και των αντιλήψεων του κοινού κατά τη διάρκεια όλου του κύκλου ζωής του

προϊόντος ή της υπηρεσίας, με στόχο τη δημιουργία προϊόντων που να προσφέρουν βέλτιστη εμπειρία στον χρήστη. (C. Abras 2004)

Παραδείγματα χρήσης αυτής της μεθοδολογίας περιλαμβάνουν:

- Σχεδίαση Διεπαφής Χρήστη (User Interface Design): Στην ανάπτυξη εφαρμογών και ιστοσελίδων, οι σχεδιαστές εφαρμόζουν την User-Centered Design για τον σχεδιασμό ενός χρηστικά φιλικού περιβάλλοντος (Κουτσαμπάσης 2011).
- Σχεδίαση Προϊόντων (Product Design): Η μεθοδολογία αυτή εφαρμόζεται στον σχεδιασμό φυσικών προϊόντων, όπως στον σχεδιασμό ενός smartphone ή ενός επίπλου.
- **Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού** (Educational Software Development): Στη δημιουργία εκπαιδευτικού λογισμικού, οι σχεδιαστές εφαρμόζουν την User-Centered Design για να εξασφαλίσουν ότι το λογισμικό είναι εκπαιδευτικά αποτελεσματικό και χρήσιμο.

Η μεθοδολογία "Σχεδίασης και Ανάπτυξης Βασισμένης στον Χρήστη" (User-Centered Design) ακολουθεί ένα σύνολο σαφών και συστηματικών βημάτων για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη προϊόντων ή υπηρεσιών που ικανοποιούν τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των χρηστών. Αυτά τα βήματα περιέλαβαν:

Έρευνα και Κατανόηση του Κοινού (User Research): Κατά την αρχή του έργου, πραγματοποιείται εκτενής έρευνα για να κατανοηθούν οι χρήστες, οι ανάγκες τους, οι προτιμήσεις και το περιβάλλον τους. Αυτό περιλαμβάνει συνεντεύξεις, παρατηρήσεις και άλλες τεχνικές συλλογής δεδομένων.

Καθορισμός Στόχων (Goal Definition): Με βάση τα δεδομένα της έρευνας, καθορίζονται σαφείς στόχοι για την διαδραστική εφαρμογή, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες των μαθητών και των μαθησιακών στόχων.

Σχεδίαση και Προτυποποίηση (Design and Prototyping): Βάσει των στόχων και των αναγκών των χρηστών, δημιουργούνται πρωτότυπα (prototypes) του προϊόντος για να αξιολογηθούν και να επικυρωθούν οι σχεδιαστικές επιλογές. Επίσης, σχεδιάζονται οι τρόποι αλληλεπίδρασης και οι διεπαφές.

Ανάπτυξη και Υλοποίηση (Development and Implementation): Βάσει των σχεδιαστικών προδιαγραφών και των απαιτήσεων αναπτύσσεται ένα λειτουργικό πρωτότυπο που καλύπτει τους στόχους σχεδίασης.

Αξιολόγηση (Evaluation): Το προϊόν αξιολογείται σε τεχνητό ή φυσικό περιβάλλον ή και ηλεκτρονικά από χρήστες της στενευμένης ομάδας προς σχεδίαση. Πραγματοποιούνται δοκιμές χρήστη και συλλέγονται ανατροφοδοτήσεις. Στην συγκεκριμένη περίπτωση και του ολοκληρωμένου παιχνιδιού αλλά και κάθε διεπαφή ξεχωριστά. Γι' αυτό η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι μία μίξη την formative evaluation και την User Experience evaluation.

Επανασχεδίαση (Re-design): Με βάση τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, το προϊόν επανασχεδιάζεται και βελτιώνεται για να ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες των χρηστών.

Αυτή η διαδικασία επανάληψης και βελτίωσης στοχεύει στην εξασφάλιση ότι το τελικό προϊόν ή η υπηρεσία είναι πραγματικά εξειδικευμένα στις ανάγκες των χρηστών και προσφέρει μια αποτελεσματική και ικανοποιητική εμπειρία χρήστη.

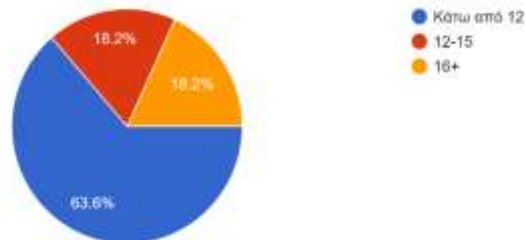
1.1.2 Ερωτηματολόγια μαθητών

Για τους μαθητές:

Ηλικία:

- Κάτω από 12
- 12-15
- 16+

Ηλικία
11 responses

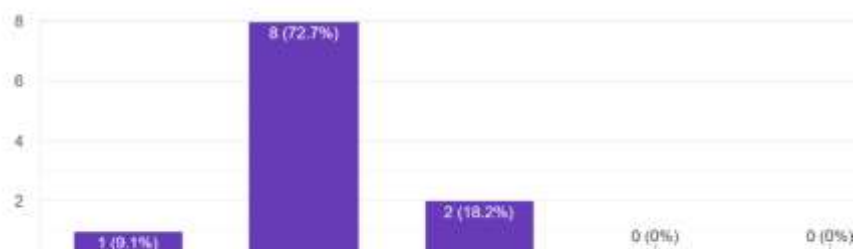


Πόσες φορές έχετε παίξει παιχνίδια εκπαιδευτικού περιεχομένου στην τάξη ή σε κάποιο μουσείο;

- Ποτέ
- Τουλάχιστον μια φορά
- Μερικές φορές (2-5)
- Πολλές φορές(5+)

Πόσες φορές έχετε παίξει παιχνίδια εκπαιδευτικού περιεχομένου στην τάξη ή σε κάποιο μουσείο;

11 responses

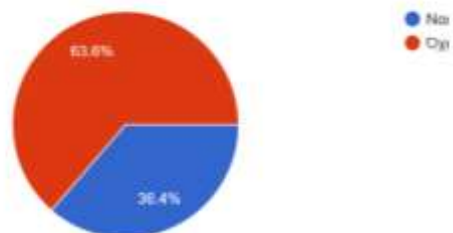


Έχετε παίξει παιχνίδια ή εφαρμογές που σχετίζονται με μέλισσες ή μελισσοκομία; (παράδειγμα: Bee Simulator)

- Ναι
- Όχι

Έχετε παίξει παιχνίδια ή εφαρμογές που σχετίζονται με μέλισσες ή μελισσοκομία; (παράδειγμα: Bee Simulator)

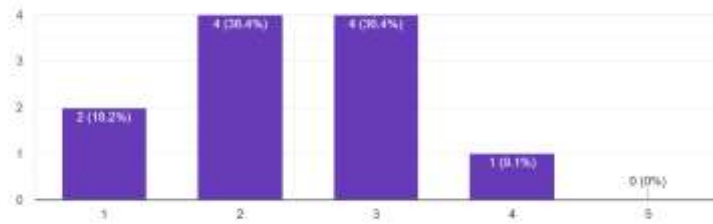
11 responses



Πόσο ενδιαφέρεστε για τη ζωή των μελισσών ή την παραγωγή μελιού;

- Πολύ
- Αρκετά
- Λίγο
- Καθόλου

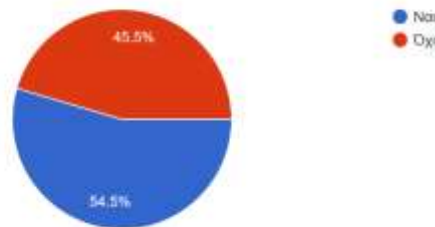
Πόσο ενδιαφέρεστε για τη ζωή των μελισσών ή την παραγωγή μελιού;
11 responses



Έχετε επισκεφθεί ποτέ ένα μελισσοκομείο ή συμμετάσχει σε εκδηλώσεις σχετικές με τη μελισσοκομία;

- Ναι
- Όχι

Έχετε επισκεφθεί ποτέ ένα μελισσοκομείο ή συμμετάσχει σε εκδηλώσεις σχετικές με τη μελισσοκομία;
11 responses



Βάση των απαντήσεων στις ερωτήσεις παρατηρούμε την έλλειψη διαδραστικών εμπειριών στην εκπαίδευση ακόμα και για άτομα που παρακολουθούν την διδακτέα ύλη σε πειραματικό σχολείο. Επίσης το ενδιαφέρον προς την ζωή των μελισσών ποικίλει πράγμα που διαδραστικές εφαρμογές σαν την δική μας μπορούν αλλάξουν αν εκτελεστούν σωστά. Αντικειμενικά όλοι οι άνθρωποι έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν ένα νέο ενδιαφέρον μέσω ενός ερεθίσματος, υπό την προϋπόθεση ότι κάποιος, κάτι ή κάποια κατάσταση θα το παράξει (Wainwright 2016). Βάση της έλλειψης της πληροφορίας και του ερεθίσματος από την ζωή των παιδιών βλέπουμε ότι γίνεται δυσκολότερη η μεταβίβαση πληροφορίας φυσικά, γεγονός που ενισχύει την άποψη των εκπαιδευτικών που θεωρούν ότι μια τέτοια εφαρμογή θα βοηθούσε και στους μαθησιακούς στόχους που θέσαμε εμείς δημιουργώντας την εφαρμογή αυτή αλλά και την γενικότερη εκπαίδευση των μαθητών εντός της τάξης.

1.1.3 Συνέντευξη εκπαιδευτικών

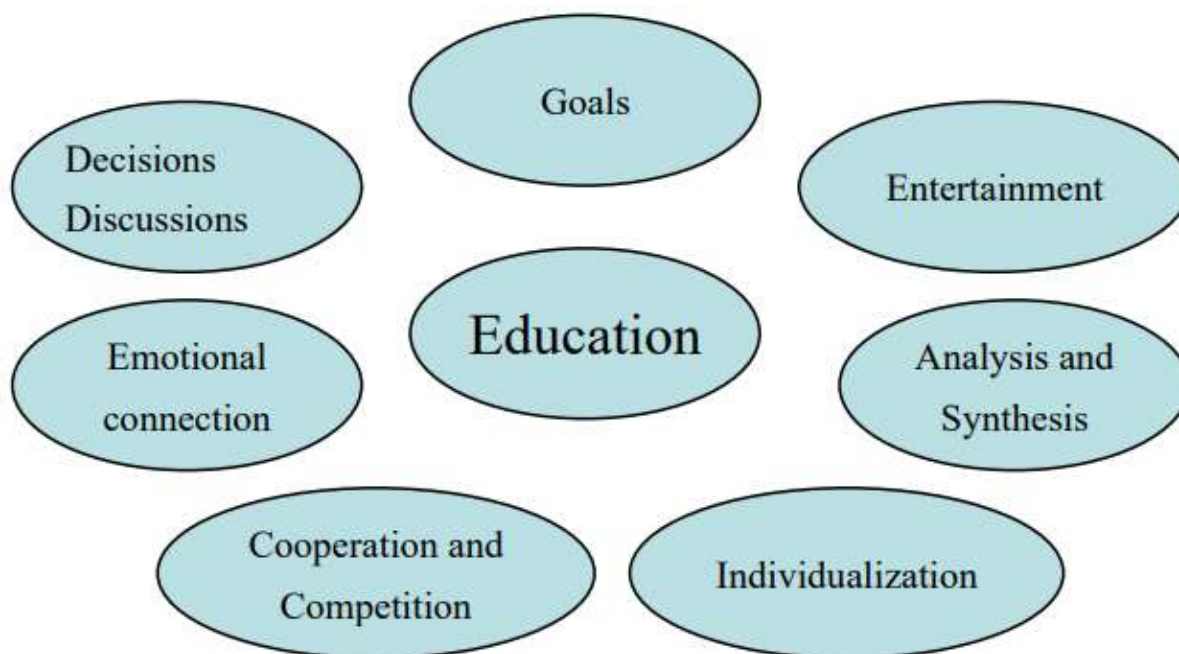
Δημιουργήσαμε το παρακάτω ερωτηματολόγιο έτσι ώστε να μπορούμε να διακρίνουμε την γνώμη που έχουν οι εκπαιδευτικοί απέναντι στην μάθηση με τεχνολογικές βοηθητικές εφαρμογές αλλά και για να παρατηρήσουμε κατά πόσο οι ίδιοι έχουν χρησιμοποιήσει μια τέτοια εφαρμογή. Πολλοί εκπαιδευτικοί και σχολεία έχουν καταφέρει να συνεργαστούν με μουσειακούς εκπαιδευτές και να φέρουν τα παιδιά σε επαφή με ερεθίσματα διαδραστικού περιεχομένου. Εμείς ρωτήσαμε καθηγητές από όλη την Ελλάδα έτσι ώστε να μπορούμε να δημιουργήσουμε μια άποψη για το ενδιαφέρον των καθηγητών στην μελισσοκομεία αλλά και την διαδραστική εκπαίδευση. Ωστόσο θα πρέπει να αναφερθεί ότι εμείς γνωρίζουμε πως υπάρχει μόνο το μουσείο της Ρόδου που έχει ως θέμα την μελισσοκομεία, οπότε ρωτήσαμε αν έχουν παρευρεθεί σε άλλες εκπαιδευτικές αποδράσεις ή δραστηριότητες έτσι ώστε να μπορούμε να κρίνουμε την δεκτικότητα αλλά και

τις επιλογές διαφόρων εκπαιδευτικών σε θέματα αν κάποιος είχαν πάρει μέρος με την τάξη τους σε κάποια διάδραση. Το ερωτηματολόγιο ήταν το εξής:

- Ποια είναι η εκπαιδευτική σας εμπειρία και περιοχή ειδίκευσης;
- Έχετε χρησιμοποιήσει ποτέ παιχνίδια ή εφαρμογές για να διδάξετε σχετικά με την περιβαλλοντική εκπαίδευση, τις μέλισσες ή τη μελισσοκομία; (παράδειγμα: εκπαιδευτικά παιχνίδια ή εφαρμογές που περιλαμβάνουν μελισσοκομικό περιεχόμενο)
- Πώς θεωρείτε ότι η τεχνολογία, και ειδικότερα τα παιχνίδια και οι εφαρμογές, μπορούν να συμβάλλουν στην εκπαίδευση σχετικά με το περιβάλλον και τη μελισσοκομία;
- Θα σκεφτόσασταν να συμπεριλάβετε περισσότερο περιβαλλοντικό περιεχόμενο στο διδακτικό πρόγραμμά σας, όπως την περιβαλλοντική εκπαίδευση και τη μελισσοκομία, χρησιμοποιώντας τεχνολογικά εργαλεία;
- Ποιος είναι ο βασικός στόχος ή τα μαθησιακά αποτελέσματα που θα θέλατε να επιτύχετε χρησιμοποιώντας τεχνολογία και παιχνίδια στην εκπαίδευσή σας σχετικά με το περιβάλλον και τη μελισσοκομία;

Ο μέσος όρος των καθηγητών που απαντήσαν είχαν 17 χρόνια εμπειρίας σε σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το 66.7% των δασκάλων δεν είχε χρησιμοποιήσει ποτέ κανενός είδους περιβαλλοντική εκπαιδευτική διαδραστική εφαρμογή και από το υπόλοιπο 33.3% οι περισσότεροι από τους μισούς δεν είχαν ασχοληθεί με την μελισσοκομία. Παρόλο που δεν είχαν χρησιμοποιήσει όλοι εκπαιδευτικές εφαρμογές στην τάξη στην ερώτηση αν «Θα σκεφτόσασταν να συμπεριλάβετε περισσότερο περιβαλλοντικό περιεχόμενο στο διδακτικό πρόγραμμά σας, όπως την περιβαλλοντική εκπαίδευση και τη μελισσοκομία, χρησιμοποιώντας τεχνολογικά εργαλεία;», το 100% των απαντήσεων ήταν θετικές. Σαν εκπαιδευτικοί αλλά και σαν άνθρωποι τους ρωτήσαμε αν θεωρούν ότι η τεχνολογία μπορεί να συμβάλει θετικά στην εκπαίδευση στην μελισσοκομία. Οι απαντήσεις κατά κύριο λόγο εξηγούσαν τον ρόλο των συστημάτων στην εκπαίδευση και την ικανότητα τους να αυξήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών για το περιβάλλον και την μελισσοκομία όπως και μερικές περιπτώσεις όπου το οπτικοακουστικό υλικό μπορεί να βοηθήσει παιδιά με μαθησιακές ή κινητικές δυσκολίες (Chinedu Obikwelu 2012). Τέλος τους ρωτήσαμε ποιους μαθησιακούς στόχους θα ήθελαν να επιτύχουν χρησιμοποιώντας τεχνολογία και παιχνίδια και πήραμε αρκετές διαφορετικές απαντήσεις. Οι κυριότερες απολαβές που είχαμε και αφορούσαν την συγκεκριμένη ερώτηση ήταν η βιωματική προσέγγιση της μελισσοκομίας όπως και σημασία τους στην τροφική αλυσίδα. Το κυριότερο από όλα τα μαθησιακά αποτελέσματα θα είναι η ανάδειξη της συνεργατικότητας που είναι και το κυριότερο εργαλείο των μελισσών στην επιβίωσή τους. Συμπερασματικά οι εκπαιδευτικοί πιστεύουν πως η τεχνολογία μπορεί να επηρεάσει θετικά την εκπαίδευση στην τάξη με πολλαπλούς τρόπους και να κάνει ευκολότερο τον τρόπο μάθησης διάφορων πτυχών της διδακτικής ύλης (Herold 2016). Βέβαια αυτό αποδεικνύει τον προβληματικό χώρο που έχουμε θέσει καθώς όλοι οι καθηγητές πιστεύουν και αναζητούν

τρόπους να διδάξουν με την χρήση της τεχνολογίας αλλά είτε δεν γνωρίζουν τον τρόπο είτε για κάποιο λόγο δεν μπορούν.



Εικόνα 1 Οι πτυχές της εκπαίδευσης

Όλες αυτές οι πτυχές χρησιμοποιούνται και εμπεριέχονται στα εκπαιδευτικά παιχνίδια για να μπορέσουν οι μαθητές να κατανοήσουν τις διαφορές μεταξύ αρχών και εννοιών. Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς να έχουν απαραίτητα και τα επτά αυτά στοιχεία όπως για παράδειγμα κάποια εκπαιδευτικά παιχνίδια προγραμματισμού διαφόρων γλωσσών που δεν εμπεριέχουν απαραίτητα κάποια συναισθηματική σύνδεση στον χρήστη αλλά προσφέρουν όλα τα υπόλοιπα (Plass 2020).

1.2 Εκπαιδευτικό παιχνίδι (Educational Game)

Ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι μπορεί να επιτύχει πολλούς πολύτιμους στόχους σε μια τάξη, εμπλουτίζοντας τη μαθησιακή εμπειρία και υποστηρίζοντας τόσο τους μαθητές όσο και τους δασκάλους. "Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια δίνουν στους μαθητές τη δυνατότητα να μάθουν με πολύ πιο αποτελεσματικό και διασκεδαστικό τρόπο." (Ρίτσαρντ Κολιέρ, ειδικός στην εκπαιδευτική τεχνολογία). Εδώ είναι μερικά από τα επιτεύγματα που μπορεί να επιτύχει ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι σε μια τάξη:

- Διάδραση: Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να τραβήξουν την προσοχή των μαθητών και να τους κρατήσουν συμμετέχοντες στη μαθησιακή διαδικασία. **Η διαδραστική και διασκεδαστική φύση των παιχνιδιών μπορεί να κάνει τη μάθηση ευχάριστη, παρακινώντας τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά και πρόθυμα** (Alexia 2011).
- Ενεργητική μάθηση: Τα παιχνίδια συχνά περιλαμβάνουν επίλυση προβλημάτων, κριτική σκέψη και λήψη αποφάσεων, προάγοντας την ενεργητική μάθηση. **Οι μαθητές μαθαίνουν κάνοντας, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε βαθύτερη κατανόηση του θέματος.** Σύμφωνα με το Learning Games Network, η χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών αυξάνει τον ρυθμό της επιτυχίας στην εκπαίδευση κατά 30-40%.

- Εξατομικευμένη μάθηση: Ορισμένα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να προσαρμοστούν στην πρόοδο και στα στυλ μάθησης των μεμονωμένων μαθητών, παρέχοντας εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες. Αυτή η προσαρμοστικότητα επιτρέπει σε κάθε μαθητή να μαθαίνει με τον δικό του ρυθμό, ενισχύοντας τα δυνατά σημεία και αντιμετωπίζοντας τις αδυναμίες.
- Άμεση ανατροφοδότηση δεδομένων: Πολλά εκπαιδευτικά παιχνίδια προσφέρουν **άμεση ανατροφοδότηση** δεδομένων για την απόδοση των μαθητών. Η γρήγορη ανατροφοδότηση επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν τα λάθη τους και να μάθουν από αυτά σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας σωστές έννοιες και πρακτικές (PALIOKAS και SYLAIΟΥ 2016).
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων: Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να σχεδιαστούν για να στοχεύουν σε συγκεκριμένες δεξιότητες και τομείς γνώσεων. Μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη ιδιοτήτων όπως η επίλυση προβλημάτων, η κριτική σκέψη, τα μαθηματικά, η γλώσσα και άλλα (Wainwright 2016).
- Εφαρμογές σε πραγματικό κόσμο: Ορισμένα εκπαιδευτικά παιχνίδια χρησιμοποιούν προσομοιώσεις για την **αναπαραγωγή πραγματικών καταστάσεων, επιτρέποντας στους μαθητές να εφαρμόσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους σε πρακτικά πλαίσια** (Karr 2019). Αυτό μπορεί να βοηθήσει να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ των θεωρητικών εννοιών και των πραγματικών σεναρίων.
- Συνεργασία και ανταγωνισμός: Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια για πολλούς παίκτες ή συλλογικά παιχνίδια μπορούν να προωθήσουν την ομαδική εργασία και τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών.
- Παρακολούθηση δεδομένων και προόδου: Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια με ενσωματωμένα αναλυτικά στοιχεία μπορούν να παρέχουν πολύτιμα δεδομένα για την πρόοδο και την απόδοση των μαθητών. Οι δάσκαλοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα δεδομένα για να εντοπίσουν τα μαθησιακά κενά, να παρακολουθήσουν τη βελτίωση και να λάβουν τεκμηριωμένες διδακτικές αποφάσεις (Δημητριάδης 2015).
- Καλλιέργεια της περιέργειας και της εξερεύνησης: Τα παιχνίδια μπορούν να ενθαρρύνουν την περιέργεια και την εξερεύνηση παρουσιάζοντας νέες προκλήσεις και επιτρέποντας στους μαθητές να ανακαλύψουν μόνοι τους λύσεις. Αυτό καλλιεργεί την αίσθηση της περιέργειας και την αγάπη για τη μάθηση.
- Συμπληρωματική διδασκαλία στην τάξη: Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να χρησιμεύσουν **ως συμπληρωματικά εργαλεία** για τη διδασκαλία στην τάξη, ενισχύοντας έννοιες που διδάσκονται στα παραδοσιακά μαθήματα και παρέχοντας πρόσθετη πρακτική (Slate 2016).
- Συμμετοχικότητα: Τα παιχνίδια μπορούν να σχεδιαστούν για να φιλοξενούν διαφορετικά στυλ και ικανότητες μάθησης, καθιστώντας τα περιεκτικά για διαφορετικούς μαθητές.
- Κίνητρα και ενθάρρυνση: Τα παιχνίδια συχνά περιλαμβάνουν ανταμοιβές, επιτεύγματα και **παρακολούθηση προόδου**, παρέχοντας ενθάρρυνση και παρακινώντας τους μαθητές να συνεχίσουν να μαθαίνουν και να βελτιώνονται.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, ενώ τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορεί να είναι εξαιρετικά ωφέλιμα στην τάξη, θα πρέπει να συμπληρώνουν ένα καλά στρογγυλεμένο και ολοκληρωμένο πρόγραμμα σπουδών. Δεν θα πρέπει να αντικαθιστούν άλλες βασικές εκπαιδευτικές μεθόδους αλλά να ενσωματώνονται απρόσκοπτα για να δημιουργήσουν ένα πιο ελκυστικό και αποτελεσματικό περιβάλλον μάθησης. **Συνεπώς μαθητές ηλικιών 10 με 12 χρονών θα δώσουν μεγαλύτερη σημασία σε κάτι που είναι διασκεδαστικό και εύκολο στην διάδραση παρά σε κάτι που θα είναι απόλυτα προσομοιωτικά ή με αρκετή ωμή πληροφορία όπως τα άλλα δύο.** Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να επιλέγουν τα παιχνίδια προσεκτικά, διασφαλίζοντας ότι ευθυγραμμίζονται με τους μαθησιακούς στόχους και ανταποκρίνονται στις ανάγκες του συγκεκριμένου μαθητικού πληθυσμού τους. Στην δική μας περίπτωση το παιχνίδι αυτό σχεδιάστηκε

περισσότερο για να μπορέσουν οι χρήστες να κατανοήσουν τις πτυχές του μελιού. Κανονικά τα παιχνίδια έχουν ξεκάθαρους κανόνες παιχνιδιού, είναι απαιτητικά και ενθαρρύνουν τους παίκτες να παίξουν το παιχνίδι (Plass 2020). Επιπλέον τα εκπαιδευτικά παιχνίδια είναι αναγνωρισμένα για την ιδιότητα τους να προσφέρουν γνώσεις μέσω αυτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πραγματική ζωή. Ακόμα βοηθούν τους μαθητές να δημιουργήσουν κριτική σκέψη πράγμα που είναι χρήσιμο και την εκπαίδευση τους τομείς του STEM. (Klopfer 2020)

1.3 Κλασική εκπαίδευση

Οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας συνήθως περιλαμβάνουν μια δασκαλοκεντρική προσέγγιση, όπου ο δάσκαλος ενεργεί ως η κύρια πηγή γνώσης και παρέχει πληροφορίες στους μαθητές μέσω διαλέξεων, σχολικών βιβλίων και επιδείξεων. Οι μαθητές συχνά ακούν, κρατούν σημειώσεις και συμμετέχουν σε συζητήσεις στην τάξη ή σε συνεδρίες Q&A.

Σε αυτή τη μέθοδο, οι μαθητές αναμένεται να ακολουθήσουν ένα δομημένο πρόγραμμα σπουδών και να ολοκληρώσουν εργασίες και αξιολογήσεις για να δείξουν ότι κατανοούν το υλικό. Ο δάσκαλος αξιολογεί την απόδοση των μαθητών μέσω τεστ, κουίζ και εξετάσεων.

Οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας χρησιμοποιούνται συνήθως στα σχολεία παγκοσμίως, αλλά αξίζει να σημειωθεί ότι τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μια στροφή προς πιο μαθητοκεντρικές και διαδραστικές προσεγγίσεις. Αυτές οι νεότερες μέθοδοι στοχεύουν στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία και να προωθήσουν την κριτική σκέψη, τη συνεργασία και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (Δημητριάδης 2015).

1.3.1 Μαθησιακοί Στόχοι και Διλήμματα

Η κλασική εκπαίδευση και ο τρόπος διεκπεραίωσης μαθησιακών στόχων επιφέρουν αρκετά διλήμματα ένα από αυτά είναι η απομνημόνευση και η στοχαστικότητα πολλά πειράματα έγιναν σε αυτό τον τομέα τα οποία δείξαν ότι **η στοχαστικότητα έχει τη δυνατότητα να καλλιεργήσει τον τρόπο σκέψης ενός παιδιού και να αφαιρέσει τη μηχανικότητα που προκαλεί η απομνημόνευση** φυσικά η δεξιότητα της απομνημόνευσης χρειάζεται αλλά σε πολύ συγκεκριμένες και μη εκτεταμένες δεξιότητες (Saxena 2016).

Ένα άλλο δίλημμα στον τρόπο διεκπεραίωσης μαθησιακών στόχων είναι η ανάθεση ενός ολοκληρωμένου έργου έναντι συνιστωσών δεξιοτήτων όπου συνιστώσες δεξιοτήτων εννοούνται επιμέρους προβλήματα. **Το αρνητικό της ανάθεσης ολοκληρωμένου έργου είναι ότι δυσκολεύει την εστίαση στις συγκεκριμένες αδυναμίες των μαθητών, δυσχεραίνει την ταυτόχρονη διαχείριση όλων των σταδίων μιας διαδικασίας και υπάρχει πάντα η πιθανότητα αποτυχίας στην περίπτωση που το έργο είναι εξαιρετικά σύνθετο.** Παράλληλα τα **οφέλη της ανάθεσης ολοκληρωμένου έργου υπάρχουν στο γεγονός ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται ευκολότερα το νόημα της άσκησης, εξασκούνται στις απαραίτητες υποκατηγορίες και αναπτύσσουν σπανιότερα λανθασμένες στρατηγικές για την εκτέλεση του ολοκληρωμένου έργου**, όπως συχνά συμβαίνει με τους μαθητές που εστιάζουν σε συγκεκριμένες επιμέρους δεξιότητες. Άρα **η κατάλληλη στρατηγική θα είναι η παροχή υποστήριξης στα πρώτα στάδια της εκτέλεσης του ολοκληρωμένου έργου από τους καθηγητές**, (Colins, Brown, & Newman 1989) ή η προοδευτική εστίαση σε συγκεκριμένη δεξιότητα όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο (Palincsar & Brown 1984). Ένα τρίτο δίλημμα παρόμοιο σχεδόν με το προηγούμενο είναι το εύρος ή βάθος γνώσης δηλαδή οι μαθητές θα μάθουν λίγο από όλα (Hirsch 1987) ή λίγα και εις βάθος. Η κοινωνία τείνει να επιβραβεύει τους ειδικούς, οπότε και όλες οι μηχανές εκπαίδευσης προσπαθούν να εξειδικεύσουν τους μαθητές σε ότι αυτοί επιλέξουν. Το εύρος γνώσης έχει ως αρνητικά το γεγονός ότι οι μαθητές δεν αναπτύσσουν κανένα προσανατολισμένο ενδιαφέρον σε κάποιο συγκεκριμένο μάθημα και ότι εν τέλει στη διεκπεραίωση κάποιου σχεδιαστικού έργου θα χρειαστούν επιπλέον συγκεκριμένες γνώσεις.

Βέβαια το εύρος γνώσης έχει και τα θετικά του, με το ένα από αυτά να είναι η επικοινωνία και ένα άλλο να είναι η έκθεση του μαθητή σε πολλές διαφορετικές ιδέες (Klorfer 2020). Κάτι που έχει ως αποτέλεσμα τη διεύρυνση του ορίζοντα των επιλογών του ως προς τα ενδιαφέροντα και τις επιδιώξεις του. Με αυτά τα εργαλεία μπορεί να οδηγηθεί σε συνδυασμό διαφόρων ιδεών, ευκολότερη πρώτοτυποποίηση και παραγωγή νέων ιδεών. Ο πιθανός συμβιβασμός μεταξύ εύρους και βάθους είναι να συνδυαστεί η εμβάθυνση σε ορισμένα θέματα με την ευρύτερη κάλυψη μεγάλης ποικιλίας θεμάτων. Αλλιώς τα σχολεία να μπορούσαν να καλύψουν τους μαθητές που θα αναζητήσουν εμβάθυνση στη γνώση και αντίστοιχα όποιους ζητήσουν γενικότερη μόρφωση.

Επιπλέον στα σχολεία υπάρχει το θέμα της εγκυκλίου που καθιστά την δυσκολία των εκπαιδευτικών να αναλάβουν εύκολα μια νέα πρωτοβουλία στον τρόπο εκπαίδευσης. Έτσι καθίσταται η έλλειψη ποικιλομορφίας από το εκπαιδευτικό πρόγραμμα των σχολείων. Τα αρνητικά της απόκτησης ποικίλων γνώσεων σε ειδικούς τομείς είναι η αδυναμία του μαθητή να ενταχθεί και να συμμετάσχει σε μια κοινότητα με παρόμοιο γνωστικό υπόβαθρο αλλά και η αδυναμία των καθηγητών να έχουν εύστοχη αξιολόγηση των δυνατοτήτων του μαθητή αυτού. Τέλος η παροχή των ισχυρών εργαλείων στους μαθητές εξ' αρχής μπορεί να έχει άσχημα αποτελέσματα καθώς δεν θα μπορέσουν να αναπτύξουν την ιδιότητα της κατανόησης των ιδεών και των διεργασιών που μπορούν να φέρουν εις πέρας αυτά τα εργαλεία. Με το μειονέκτημα ότι δεν θα μπορέσουν να εκτιμήσουν την ισχύ των εργαλείων αλλά και τις δυνατότητες αυτών, δεν θα είναι σε θέση να κατανοήσουν και να εκτιμήσουν τι παράγεται με αυτά. Αντιθέτως έχοντας ισχυρά εργαλεία εξ' αρχής δίνεται το πλεονέκτημα στους μαθητές που θα μπορέσουν να εξειδικευτούν και να προσαρμοστούν στα εργαλεία αυτά ώστε να τους είναι χρήσιμα μελλοντικά.

1.4 Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Η μαθητοκεντρική μέθοδος διδασκαλίας εστιάζει στην τοποθέτηση των μαθητών στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας, ενθαρρύνοντας την ενεργό δέσμευση, την κριτική σκέψη και τη συνεργασία. Ακολουθούν ορισμένα βασικά στοιχεία και διαδραστικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται συνήθως στη διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή:

1. **Ενεργητική μάθηση:** Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, αντί να λαμβάνουν παθητικά πληροφορίες.

Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως ομαδικές συζητήσεις, **πρακτικά πειράματα, ασκήσεις επίλυσης προβλημάτων και μάθηση βάσει έργου** (R.Haworth 2011).

2. **Μάθηση με βάση την έρευνα:** Οι μαθητές ενθαρρύνονται να κάνουν ερωτήσεις, να εξερευνούν θέματα και να αναζητούν απαντήσεις ανεξάρτητα. Οι δάσκαλοι λειτουργούν ως όργανα διευκόλυνσης, καθοδηγώντας τους μαθητές στη μαθησιακή διαδικασία και βοηθώντας τους να αναπτύξουν τη δική τους κατανόηση.

3. **Συνεργατική μάθηση:** Οι μαθητές εργάζονται μαζί σε ομάδες ή ζευγάρια για να λύσουν προβλήματα, να ολοκληρώσουν έργα ή να συζητήσουν ιδέες. Αυτό προάγει τις δεξιότητες συνεργασίας, επικοινωνίας και ομαδικής εργασίας.

4. **Ένταξη τεχνολογίας:** **Η χρήση τεχνολογικών εργαλείων και πόρων, όπως εκπαιδευτικές εφαρμογές, διαδικτυακές πλατφόρμες, παρουσιάσεις πολυμέσων και διαδραστικές προσομοιώσεις, μπορεί να ενισχύσει τη συμμετοχή των μαθητών και να παρέχει πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα εκπαιδευτικού υλικού** (ALL, CASTELLAR και VAN LOOY 2014).

5. **Διαφοροποιημένη διδασκαλία:** Αναγνωρίζοντας ότι οι μαθητές έχουν διαφορετικά στυλ μάθησης, ικανότητες και ενδιαφέροντα, οι δάσκαλοι προσαρμόζουν τη διδασκαλία για να ανταποκρίνονται στις

ατομικές ανάγκες. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την **παροχή διαφόρων μαθησιακών υλικών, την προσφορά επιλογών και την προσαρμογή διδακτικών στρατηγικών για την υποδοχή διαφορετικών μαθητών.**

6. Διαμορφωτική Αξιολόγηση: Αντί να βασίζονται αποκλειστικά σε εξετάσεις ή κουίζ, οι δάσκαλοι χρησιμοποιούν συνεχείς διαμορφωτικές αξιολογήσεις για να μετρήσουν την πρόοδο των μαθητών και να προσαρμόσουν ανάλογα τις οδηγίες. Αυτό μπορεί να **περιλαμβάνει άτυπους ελέγχους για κατανόηση, αξιολογήσεις από ομότιμους, αυτοστοχασμό και βρόχους ανατροφοδότησης** (C. Abras 2004).

7. Συνδέσεις στον πραγματικό κόσμο: Η σύνδεση της μάθησης στην τάξη με εφαρμογές πραγματικού κόσμου βοηθά τους μαθητές να δουν τη συνάφεια και την πρακτικότητα αυτών που μαθαίνουν. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει προσκεκλημένους ομιλητές, εκδρομές, μελέτες περιπτώσεων ή ενσωμάτωση επίκαιρων γεγονότων στα μαθήματα.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η προσέγγιση με επίκεντρο τον μαθητή δεν είναι μια μέθοδος που ταιριάζει σε όλους και μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το μάθημα, το επίπεδο του βαθμού και το στυλ του κάθε δασκάλου. Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα περιεκτικό και ελκυστικό περιβάλλον μάθησης που θα δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να οικειοποιηθούν την εκπαίδευσή τους.

1.5 Reflection - Ο ρόλος των καθηγητών κατά την διάδραση

Η μαθησιακή διαδικασία στην κατασκευή της γνώσης για τα παιδιά συνήθως ξεκινά με τη μοντελοποίηση. Η μοντελοποίηση είναι μια μορφή **επίδειξης που ακολουθείται από μίμηση** (M. Niegemann 2009), που χρησιμοποιείται συχνά ως τρόπος βοήθειας του εκπαιδευόμενου να προχωρήσει μέσω του Zone of Proximal Development (ZPD). Αυτό περιλαμβάνει την παροχή στο παιδί, γνώσεων σχετικά με τους μαθησιακούς στόχους του παιχνιδιού, έτσι ώστε να μπορέσει ο επιβλέπων να βγάλει πόρισμα για της δυνατότητα επίτευξης του στόχου χωρίς βοήθεια ή την αδυναμία να βγάλει εις πέρας τον στόχο αυτού ακόμα και με βοήθεια (Jiang & Li, 2021). Αυτό μπορεί να λυθεί μέσω επίδειξης, εικονογραφήσεων ή βίντεο, καθώς αυτά «κεντρίζουν» το ενδιαφέρον στα παιδιά. Τα **ίδια μετά, είναι σε θέση να παρατηρήσουν και να οικοδομήσουν ένα εννοιολογικό μοντέλο της διαδικασίας** που απαιτείται για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων μέσω του παιχνιδιού (Chinedu Obikwelu 2012).

Αυτό συνεπάγεται τη δυνατότητα στα παιδιά να συγκρίνουν τις δικές τους διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων με εκείνες ενός εμπειρογνώμονα, ενός άλλου παιδιού και, τελικά, ενός εσωτερικού γνωστικού μοντέλου εμπειρογνωμοσύνης. Σύμφωνα με τη μαθησιακή θεωρία του Bandura, οι παρατηρητές λειτουργούν ως δραστικοί παράγοντες που μετασχηματίζουν, ταξινομούν και οργανώνουν τα ερεθίσματα μοντελοποίησης σε σχέδια που θυμούνται εύκολα. Κατά τη διάρκεια του προβληματισμού (Reflection) υπάρχει έλεγχος της ορθότητας της σκέψης του μαθητή με βάση αυτά τα παραγόμενα σχέδια. Ο προβληματισμός στη βάση της άρθρωσης συνήθως αναφέρεται ως κοινωνική επαλήθευση συμβαίνει όταν οι άνθρωποι αξιολογούν την ορθότητα των απόψεών τους ελέγχοντας τις σε σχέση με αυτό που πιστεύουν οι άλλοι. Οι άνθρωποι οργανώνουν τις σκέψεις τους έτσι ώστε να έχουν νόημα, διαχωρίζοντας τις πιο σημαντικές σκέψεις από τις λιγότερο σημαντικές και συνδέοντας τη μία ιδέα με την άλλη. Το αποτέλεσμα της φάσης προβληματισμού μπορεί να είναι η προσωπική σύνθεση της γνώσης, η επικύρωση της υπόθεσης ή μια νέα στρατηγική παιχνιδιού που θα δοκιμαστεί. Κάτι ακόμα που διαπιστώνεται στην κατάσταση της μοντελοποίησης μετά από την πλαισίωση του προβληματικού χώρου στην μάθηση είναι αν το γνωστικό επίπεδο των μαθητών μπορεί να ισοσταθμιστεί με τις απαραίτητες δεξιότητες, τη λογική σκέψη και τη δημιουργικότητα για την παροχή αυθεντικών λύσεων στα προβλεπόμενα προβλήματα (Boon et al., 2022).

1.6 Διαδραστικά εκπαιδευτικά παιχνίδια στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Οι εκπαιδευτικές διαδραστικές εφαρμογές προσφέρουν πολλά θετικά στη μάθηση και την κατανόηση στο σχολείο. Προάγουν μια ενδιαφέρουσα και συναρπαστική εκπαιδευτική εμπειρία, καθώς το παιχνίδι και ο ανταγωνισμός κρατούν τα παιδιά ενθουσιασμένα. Επιπλέον, επιτρέπουν την προσαρμοστική μάθηση, δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να απορροφήσουν την γνώση με τον δικό τους ρυθμό.

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές ενθαρρύνουν τη συμμετοχή και την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών, ενώ παρέχουν οπτικοποίηση και αφήγηση για να καταστήσουν τις πληροφορίες πιο κατανοητές. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα είναι η άμεση ανατροφοδότηση που παρέχουν, επιτρέποντας στα παιδιά να δουν αμέσως αν έχουν καταλάβει ένα θέμα ή χρειάζονται περισσότερη εξάσκηση ή επεξήγηση.

Υπάρχουν στατιστικά στοιχεία που υποστηρίζουν τη χρήση διαδραστικών εφαρμογών στην εκπαίδευση, συμπεριλαμβανομένων μελετών που δείχνουν αύξηση των επιδόσεων των μαθητών, αυξημένο ενδιαφέρον και συμμετοχή στο μάθημα, καθώς και βελτίωση της αυτοεκτίμησης των παιδιών. Το 50%+ των δασκάλων που πήραν μέρος σε μια έρευνα εκπαιδευτικών στην Αμερική αναφέρει ότι χρησιμοποιεί παιχνίδια στην τάξη μία φορά την εβδομάδα (Takeuchi 2014).

Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται οι εκπαιδευτικές εφαρμογές με σύνεση και να συμπληρώνουν την παραδοσιακή διδασκαλία, προκειμένου να επιτυγχάνεται ισορροπία μεταξύ των διαφόρων μεθόδων εκπαίδευσης. Κάποιες εφαρμογές που χρησιμοποιούν με παραλλαγές ή όχι στις τάξεις ανά τον κόσμο είναι αυτές:

1. Kahoot!:

1. Εκπαιδευτικοί Στόχοι: Το Kahoot! βοηθά στην ενίσχυση της μάθησης μετατρέποντας τις διακοπές και τις έρευνες σε διαδραστικά παιχνίδια που οι μαθητές μπορούν να απολαύσουν.
2. Περιοχές Γνώσης: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σχεδόν οποιοδήποτε μάθημα, ανάλογα με τα διαγωνίσματα που δημιουργούν οι δάσκαλοι, καθιστώντας το υψηλά ευέλικτο.

2. Quizizz:

1. Εκπαιδευτικοί Στόχοι: Το Quizizz εξυπηρετεί παρόμοιο σκοπό με το Kahoot!, μετατρέποντας τα διαγωνίσματα σε ανταγωνιστικά παιχνίδια για τη μάθηση.
2. Περιοχές Γνώσης: Καλύπτει μια ευρεία γκάμα θεμάτων με βάση τα διαγωνίσματα που δημιουργούν οι δάσκαλοι.

3. Carmen Sandiego: Εκδοχή Google Earth:

1. Εκπαιδευτικοί Στόχοι: Αυτό το παιχνίδι συνδυάζει γεωγραφικές και ιστορικές γνώσεις για να ενθαρρύνει τους μαθητές σε ένα παγκόσμιο κυνήγι θησαυρού.
2. Περιοχές Γνώσης: Επικεντρώνεται στη γεωγραφία, τον πολιτισμό των παγκόσμιων λαών, την ιστορία και τις δεξιότητες ανάγνωσης χαρτών.

4. GeoGuessr:

1. Εκπαιδευτικοί Στόχοι: Το GeoGuessr βελτιώνει τη γεωγραφική γνώση και τις δεξιότητες ανάγνωσης χαρτών μέσω ενός παιχνιδιού συλλογικού σκεπτικισμού.
2. Περιοχές Γνώσης: Η γεωγραφία, η ανάγνωση χαρτών και ο συλλογικός σκεπτικισμός είναι κυρίαρχα στοιχεία.

Αυτά τα παιχνίδια καλύπτουν μια ευρεία γκάμα εκπαιδευτικών στόχων και περιοχών γνώσης, καθιστώντας τα πολύτιμα εργαλεία για την ενίσχυση της μάθησης στην τάξη με έναν διασκεδαστικό και διαδραστικό τρόπο. Οι δάσκαλοι μπορούν να επιλέξουν παιχνίδια που είναι συμβατά με τους εκπαιδευτικούς τους στόχους και τις αντίστοιχες εκπαιδευτικές περιοχές. Μερικές ελληνικές εκδόσεις και μετατροπές των παραπάνω είναι:

1. Το Jeopardy: Η Δημιουργία ενός παιχνιδιού σε στυλ Jeopardy με ερωτήσεις που σχετίζονται με το μάθημα. Χωρίζεται η τάξη σε ομάδες και οι μαθητές απαντούν σε ερωτήσεις για να κερδίσουν πόντους. Είναι πολύ απλός ο τρόπος διάδρασης και συνήθως στο εξωτερικό έχουν κάποιο μέσω όπως προβολέας ή τηλεόραση για να προβάλουν το πρόγραμμα με τις ερωτήσεις που βασίζονται στην διδακτική ύλη του μαθήματος. Τα παιδιά δεν έχουν κάποια άμεση διάδραση ή διεπαφή με τον πίνακα των ερωτήσεων παρόλα αυτά είναι ένα διασκεδαστικό παιχνίδι που οι εκπαιδευτικοί μπορούν εύκολα να χρησιμοποιήσουν στην τάξη.

2. Κυνήγι Θησαυρού: Οι καθηγητές δημιουργούν ένα κυνήγι θησαυρού όπου οι μαθητές πρέπει να βρουν αντικείμενα ή πληροφορίες που σχετίζονται με το μάθημα. Τα αντικείμενα ή πληροφορίες που πρέπει να μαζέψουν συνήθως είναι κρυμμένα πίσω από γρίφους και προβλήματα που οι μαθητές καλούνται να λύσουν κατά την διάρκεια του παιχνιδιού. Συνήθως αυτή η δραστηριότητα είναι εξωτερικού χώρου αλλά μπορεί να γίνει και σε εσωτερικό με μερικές αλλαγές. Χρησιμοποιώντας κρυμμένα στοιχεία για να βγει στην επιφάνεια εν τέλει το τελικό που είναι και ο στόχος του παιχνιδιού προωθεί την έρευνα και την κριτική σκέψη. Συνήθως οι διεπαφές μπορεί να είναι απλές όπως η λύση μιας εξίσωσης σε χαρτί ή πολύπλοκες όπως η συνεργασία πολλών μαθητών για να επιτύχουν κάποιο δοκιμασία αθλητικού τύπου. Μια άλλου τύπου εκτέλεση αυτού του παιχνιδιού είναι το εκπαιδευτικό υλικό να συγκεντρωθεί στις επιμέρους δοκιμασίες και το τελικό λύσιμο του γρίφου να προσφέρει κάποια επιβράβευση. Η μεθοδολογία της επιβράβευσης με την διεκπεραίωση της συνολικής δοκιμασίας, μπορεί να ενθαρρύνει τους μαθητές να παράγουν περισσότερο έργο αλλά και να συνδέσουν τέτοιου τύπου εκπαίδευση με θετικά συναισθήματα.

3. Το παιχνίδι της Ρητορικής (Flashcard Relay): Αρχικά χωρίζουμε τους μαθητές σε δύο διαφορετικές ομάδες και τους βάζουμε σε σειρά. Αφού μπουκ στην σειρά μπροστά από την γραμμή εκκίνησης έχοντας το βλέμμα τους στραμμένο προς τον τερματισμό. Οι καθηγητές μοιράζουν στον χώρο ανάμεσα στην αρχή και τον τερματισμό τις κάρτες και ο πρώτος στην σειρά τρέχει και επιλέγει μία κάρτα της οποίας το περιεχόμενο διαβάζει και αναλύει στην ομάδα του, το κάνουν και οι επόμενοι στην σειρά. Η ομάδα που θα τελειώσει και απαντήσει όλες τις ρητορικές συστάσεις κερδίζει. Οι ρητορικές συστάσεις συνήθως είναι ένας όρος με παράδειγμα όπως ο όρος «σύγκριση» έχοντας για παράδειγμα «Η σύγκριση είναι μια ρητορική τεχνική σύστασης όπου συγκρίνουμε δύο διαφορετικά πράγματα για να αναδείξουμε τις ομοιότητες και τις διαφορές τους.» και οι υπόλοιπες κάρτες περιέχουν κάτι αντίστοιχο με άλλους όρους. Οι μαθησιακοί στόχοι που επιτυγχάνονται με αυτό το παιχνίδι είναι η κατανόηση των ρητορικών συστάσεων από τους μαθητές και η αδιάλειπτη χρήση τους από τους μαθητές κατανοώντας το πλαίσιο χρήσης τους. Επίσης ενισχύει την επικοινωνία μεταξύ των μαθητών και την ομαδικότητα καθώς πρέπει οι μαθητές με την κάρτα να μπορέσουν να περιγράψουν στους υπόλοιπους το περιεχόμενο και να βρουν την λύση.

4. Παιχνίδια με τον Χάρτη (Geography Games): Παίξτε παιχνίδια γεωγραφίας όπου οι μαθητές πρέπει να αναγνωρίσουν χώρες, πρωτεύουσες ή γεωγραφικά χαρακτηριστικά σε χάρτες. Για παράδειγμα ένα παιχνίδι που θα αποτελούνταν από 2 ομάδες και κάρτες όπως το παιχνίδι ρητορικής αλλά αντί για ρητορικές συστάσεις τα παιδιά είχαν στις κάρτες γεωγραφικές συντεταγμένες. Με συγκεκριμένο χρόνο θα πρέπει οι ομάδες να βρουν όλες τις πόλεις που βρίσκονται στις γεωγραφικές συντεταγμένες της κάρτας. Κάποιοι μαθησιακοί στόχοι αντίστοιχοι του δικού μας παιχνιδιού θα ήταν: Κατανόηση των γεωγραφικών συντεταγμένων: Το παιχνίδι βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο οι γεωγραφικές

συντεταγμένες (γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος) χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την τοποθεσία μιας τοποθεσίας στον πλανήτη.

- Αναγνώριση των γεωγραφικών χαρακτηριστικών: Όπως πόλεις, ποτάμια, βουνά και άλλα γεωγραφικά χαρακτηριστικά, αυτό βελτιώνει την ικανότητά τους να αναγνωρίζουν και να προσδιορίζουν τα στοιχεία στον χάρτη.
- Χρήση του χάρτη ως εργαλείο για την εύρεση πληροφοριών και την ανάλυση τοποθεσιών, βελτιώνοντας τις δεξιότητες τους στη χρήση γεωγραφικών πόρων.
- Συνεργασία και Ανταγωνισμός: Το παιχνίδι μπορεί να προωθεί τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, καθώς οι ομάδες συνεργάζονται για να βρουν τις σωστές απαντήσεις. Επίσης, υπάρχει στοιχείο ανταγωνισμού, καθώς οι ομάδες ανταγωνίζονται για την εύρεση των σωστών απαντήσεων σε συγκεκριμένο χρονικό όριο.

1.7 Διαδραστικές Μουσειακές Κατασκευές και Μάθηση

Οι διαδραστικές μουσικές κατασκευές προσφέρουν μια μοναδική και εκπαιδευτική εμπειρία στη μάθηση. Αναφέρονται συχνά σε διαδραστικά μουσικά εκθέματα σε μουσεία, γκαλερί, εκπαιδευτικά προγράμματα και ακόμη και στην δημόσια τέχνη.

Εξερεύνηση της Ιστορίας της Μουσικής: Διάφορα μουσικά μουσεία και εκθέσεις χρησιμοποιούν διαδραστικές κατασκευές για να βοηθήσουν τους επισκέπτες να εξερευνήσουν την ιστορία της μουσικής. Αυτές οι κατασκευές μπορεί να περιλαμβάνουν αντικείμενα όπως αρχαία μουσικά όργανα που μπορούν να αγγίξουν οι επισκέπτες.

1. Μουσική Εκπαίδευση: Οι διαδραστικές μουσικές κατασκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πλαίσιο της εκπαίδευσης για να διδάξουν τα θεμέλια της μουσικής, όπως οι νότες, οι ρυθμοί και οι μουσικές κλίμακες. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για να εκπαιδεύσει τους νέους μουσικούς.
2. Προώθηση της Δημιουργικότητας: Διάφορες διαδραστικές κατασκευές ενθαρρύνουν τη δημιουργικότητα στη μουσική. Οι επισκέπτες μπορούν να παίξουν με διάφορα μουσικά εργαλεία και να δημιουργήσουν τη δική τους μουσική.
3. Κατανόηση της Τεχνολογίας: Ορισμένες διαδραστικές μουσικές κατασκευές χρησιμοποιούν τεχνολογία όπως αισθητήρες κίνησης και ήχου. Αυτές οι εκθέσεις βοηθούν τους επισκέπτες να κατανοήσουν πώς η τεχνολογία συνδυάζεται με τη μουσική.
4. Προσέλκυση Νέων Κοινών: Οι διαδραστικές κατασκευές μπορούν να βοηθήσουν στην προσέλκυση νέων κοινών στα μουσεία και στην μουσική. Η διασκεδαστική εμπειρία που προσφέρουν μπορεί να κάνει τη μουσική πιο προσιτή και ενδιαφέρουσα για τους νέους.

Συνολικά, οι διαδραστικές μουσικές κατασκευές προσφέρουν έναν ενδιαφέρον και εκπαιδευτικό τρόπο για να εξερευνήσουμε τη μουσική, να ενθαρρύνουμε τη δημιουργικότητα και να κατανοήσουμε τη σχέση της μουσικής με την τεχνολογία.

Αυτά τα παιχνίδια μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με το θέμα και την εστία του μουσείου. Εδώ είναι μερικά παραδείγματα:

- **Κυνήγι Θησαυρού:** Συχνά τα μουσεία προσφέρουν κυνήγι θησαυρού όπου οι επισκέπτες δίνονται μια λίστα αντικειμένων ή στοιχείων για να βρουν κατά τη διάρκεια των εκθεμάτων. Αυτό προωθεί την εξερεύνηση και την αλληλεπίδραση με τις εκθέσεις.
- **Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR):** Ορισμένα μουσεία έχουν αναπτύξει εφαρμογές AR που οι επισκέπτες μπορούν να κατεβάσουν στα smartphones ή τα tablet τους. Αυτές οι εφαρμογές επικαλύπτουν ψηφιακές πληροφορίες ή animations πάνω στα εκθέματα όταν προβάλλονται μέσω της κάμερας της συσκευής.
- **Διαδραστικές Οθόνες Αφής:** Πολλά μουσεία διαθέτουν διαδραστικές οθόνες αφής κοντά στα εκθέματα. Οι επισκέπτες μπορούν να αγγίξουν την οθόνη για να έχουν πρόσβαση σε επιπρόσθετες πληροφορίες, βίντεο, εικόνες ή κουίζ που σχετίζονται με τα αντικείμενα ή τα έργα τέχνης.
- **Προκλήσεις Escape Room:** Ορισμένα μουσεία έχουν δημιουργήσει προκλήσεις στο στυλ του escape room στο εσωτερικό των εγκαταστάσεών τους. Οι συμμετέχοντες πρέπει να λύσουν παζλ και γρίφους που σχετίζονται με το περιεχόμενο του μουσείου για να "αποδράσουν" από ένα θεματικό δωμάτιο.
- **Εκπαιδευτικά Παιχνίδια:** Τα μουσεία μπορεί να δημιουργήσουν σταθμούς με εκπαιδευτικά παιχνίδια ή προσομοιώσεις που σχετίζονται με τις συλλογές τους. Για παράδειγμα, ένα επιστημονικό μουσείο μπορεί να έχει ένα σταθμό όπου οι επισκέπτες μπορούν να προσομοιώσουν μετεωρολογικά φαινόμενα ή να διεξάγουν εικονικά πειράματα.
- **Χώροι Στολισμού ή Χρήσης Κοστουμιών:** Σε ιστορικά μουσεία, μπορεί να υπάρχουν χώροι όπου οι επισκέπτες μπορούν να ντυθούν με περιοδικά κοστούμια ή να ασχοληθούν με δραστηριότητες ρόλων για να βυθιστούν σε ένα συγκεκριμένο χρόνο ή τόπο.
- **Κυνήγι QR Code:** Τα μουσεία μπορούν να χρησιμοποιούν QR codes δίπλα στα εκθέματα. Οι επισκέπτες μπορούν να σκανάρουν αυτούς του κωδικούς με τα smartphones τους για να έχουν πρόσβαση σε πρόσθετες πληροφορίες ή στο πολυμέσο περιεχόμενο σχετικά με αυτό που βλέπουν.
- **Διαδραστικές Καλλιτεχνικές Εγκαταστάσεις:** Ορισμένα μουσεία τέχνης περιλαμβάνουν μερικές διαδραστικές καλλιτεχνικές εγκαταστάσεις που επιτρέπουν στους επισκέπτες να δημιουργήσουν τη δική τους τέχνη ή να χειρίζονται ψηφιακές εικόνες με hands-on τρόπο.
- **Περιπάτους με Gamification:** Ορισμένα μουσεία προσφέρουν περιπάτους με Gamification, όπου οι επισκέπτες ακολουθούν μια ιστορία ή λύνουν γρίφους καθώς κινούνται ανάμεσα στις εκθέσεις. Αυτοί οι περιπάτοι συνήθως εξυπηρετούν διάφορες ηλικιακές ομάδες και ενδιαφέροντα.
- **Εκπαιδευτικά Εργαστήρια:** Τα μουσεία μπορεί να διοργανώνουν εργαστήρια όπου οι επισκέπτες μπορούν να συμμετάσχουν σε χειρωνακτικές δραστηριότητες, όπως εργαστήρια τέχνης, επιστημονικά πειράματα ή ιστορικές αναπαραστάσεις.

Μέσα στον τρόπο που προσεγγίζονται τα μουσεία και τα εκθέματα συμπεριλαμβάνεται και η λογική ότι το λάθος είναι απλά μια ανακάλυψη της γνώσης. Έτσι ο μαθητής και η εκπαίδευση που λαμβάνει συμβάλουν στην αυτονόμηση του. Αυτός ο τρόπος μάθησης λέγεται διερευνητικός και βάση ενός πειράματος που έγινε από τον Dewey τα στάδια μιας τέτοιας μάθησης είναι τα εξής:

- Διατύπωση του προβλήματος
- Αναζήτηση του λογικού περιεχομένου
- Διατύπωση υποθέσεων
- Διαλογισμός
- Έλεγχος υποθέσεων

Μέσω αυτού του πειράματος και κάποιων παρομοίων αποδείχθηκε οι μαθητές μπορούν να λάβουν μέρος στην διαδικασία ανακάλυψης της γνώσης κάτι που δημιουργεί αυτονομία στο φυσικό περιβάλλον τους (Τσιακαρδώνη 2009)

1.8 Κοινά στην σχεδίαση (Μουσεία & Σχολικές Τάξεις)

Εκπαιδευτικά παιχνίδια τόσο στα μουσεία όσο και στην τάξη κοινοποιούν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά παρά τις διαφορετικές τους ρυθμίσεις. Οι Εκπαιδευτικοί Στόχοι και των δύο ειδών εκπαιδευτικών παιχνιδιών σχεδιάζονται με συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς στόχους. Είτε σε ένα μουσείο είτε στην τάξη, ο βασικός στόχος είναι να **διευκολύνει την μάθηση και την κατανόηση ενός συγκεκριμένου θέματος**. Η παιχνιδοποίηση αυτή στα μουσεία στοχεύει επίσης στη ενεργή εμπλοκή των συμμετεχόντων στη διαδικασία μάθησης. Χρησιμοποιούν **μηχανισμούς παιχνιδιού, διαδραστικότητα και προκλήσεις για να κατακτήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους κινητοποιήσουν να εξερευνήσουν και να αφομοιώσουν πληροφορίες** (Dierking (2016)). Η διαδραστικότητα είναι ένα ακόμα κεντρικό στοιχείο και στα δύο είδη παιχνιδιών. Στην τάξη, οι μαθητές αλληλοεπιδρούν με το παιχνίδι για να ενισχύσουν αυτό που έχουν μάθει. Στα μουσεία, οι επισκέπτες αλληλοεπιδρούν με τις εκθέσεις και τα ψηφιακά στοιχεία για να εμβαθύνουν στην κατανόησή τους. Ένα από τα κύρια δεδομένα που λαμβάνουν οι χρήστες από αυτά είναι η ανατροφοδότηση η οποία είναι κρίσιμη στα εκπαιδευτικά παιχνίδια. Οι παίκτες λαμβάνουν ανατροφοδότηση σχετικά με την απόδοσή τους, είτε πρόκειται για σωστές απαντήσεις, πρόοδο, είτε υποδείξεις για βελτίωση. **Αυτό βοηθά τους χρήστες να παρακολουθούν το ποσοστό κατανόησής τους και προάγει τη συνεχή μάθηση. Ταυτόχρονα οι σχεδιαστές ή οι αντίστοιχοι διαχειριστές (ανάλογα το παιχνίδι) λαμβάνουν ανατροφοδότηση για τα θέματα που αναζητούν ή θέλουν να μάθουν** (Macdonald 2006). Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια και στις δύο ρυθμίσεις μπορούν συχνά να προσαρμοστούν στις συγκεκριμένες ανάγκες και τα επίπεδα των συμμετεχόντων. Οι δάσκαλοι και οι εκπαιδευτικοί των μουσείων μπορούν να προσαρμόσουν τη δυσκολία, το περιεχόμενο ή την εστίαση των παιχνιδιών για να ταιριάζουν στο κοινό τους.

Οι εφαρμογές για την τάξη αλλά και τα μουσεία παρέχουν ευκαιρίες για πλαίσιο μάθησης. Στην τάξη, τα παιχνίδια μπορούν να προσομοιώνουν πραγματικές καταστάσεις ενώ στα πλαίσια του μουσείου, τα παιχνίδια μπορούν να βοηθήσουν τους επισκέπτες να συνδέσουν ιστορικές ή επιστημονικές έννοιες με τα αντικείμενα που βλέπουν. Το ίδιο ισχύει και για τα ενσωματωμένα πολυμέσα. Ενσωματώνουν βίντεο, εικόνες, ήχος και διαδραστικές προσομοιώσεις, για να μεταδώσουν πληροφορίες πιο αποτελεσματικά και να εμπλέξουν πολλές αισθήσεις. **Ακόμα, προωθούν τη συνεργασία μεταξύ των συμμετεχόντων**. Στην τάξη, αυτό προάγει την ομαδική εργασία και τη συζήτηση. Σε ένα μουσείο, μπορεί να διευκολύνει την ομαδική εξερεύνηση και την μάθηση. Πολλές φορές εμπεριέχουν αξιολόγηση γνώσεων για τους χρήστες, αυτό μπορεί να είναι κουίζ ή προκλήσεις για τον έλεγχο της γνώσης. Αλλιώς μπορεί να περιλαμβάνει διαδραστικές εκθέσεις που αξιολογούν την κατανόηση.

Τελικά, και τα δύο είδη παιχνιδιών στοχεύουν στο να κάνουν τη μάθηση ευχάριστη. **Όταν οι μαθητές απολαμβάνουν την μάθηση, είναι πιο πιθανό να είναι κινητοποιημένοι και να διατηρούν τις πληροφορίες** (YIANNOUTSOU 2009). Επιπλέον ξανακοιτώντας την θεωρία που δημιουργήσαν οι Dewey και J Bruner σχετικά με την εμπλοκή των μαθητών στην ανακάλυψη της μάθησης, κάποια από τα χαρακτηριστικά που εφαρμόζονται στην καθημερινή εκπαίδευση είναι:

- Ο μαθητής να δίνει περισσότερη σημασία στις έννοιες και στις ιδέες και όχι μόνο στις πληροφορίες.
- Τη χρησιμοποίηση «εργαλείων» που παρακινεί τους μαθητές/χρήστες να μπορούν να μαθαίνουν μέσω της πράξης (Learning by Teaching)

- Ότι όχι μόνο η διαδικασία αλλά και το περιεχόμενο είναι μέρη της μάθησης. (Τσιακαρδώνη 2009)

Κάπως έτσι ξεκίνησαν να σχεδιάζονται εκπαιδευτικά προγράμματα μουσειοπαιδαγωγείας από μουσεία για παιδιά πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αυτά είτε μπορεί να υλοποιούνται και οργανώνονται έτσι ώστε κάποια σχολική τάξη να μπορεί να παρευρεθεί στον χώρο του μουσείου ή το μουσείο να φέρει το εξοπλισμό στο σχολείο και να πραγματοποιηθεί εκεί η δραστηριότητα. Με οποιοδήποτε τρόπο το σχολείο επιλέξει να πραγματοποιήσει αυτή την δραστηριότητα το περιεχόμενο της δεν παύει να είναι εντός του σχολικού προγράμματος.

1.9 Μελισσοκομία

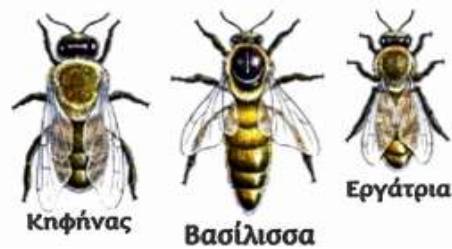
1.9.1 Πρόλογος

Η μελισσοκομία σαν τέχνη βοηθάει στην επίτευξη ορισμένων αποτελεσμάτων όπως μέλι, γύρη, πολτός κτλ. Μέσω φυσικών ικανοτήτων όπως η επιτηδειότητα και η αξιοσύνη. Βέβαια είναι και επιστήμη καθώς χρειάζεται γνώσεις και εμπειρίες που αφορούν τις μέλισσες και τι χρειάζεται για την αποτελεσματική φροντίδα που οι μέλισσες χρειάζονται. Η μελισσοκομεία δεν είναι μόνο ένα επάγγελμα για τους μελισσοκόμους αλλά και διασκέδαση για τους ερασιτέχνες μελισσοκόμους. Τα κοινά των ερασιτεχνών και των επαγγελματιών βέβαια είναι γνώσεις όπως βιολογία, χημεία και μετεωρολογία αλλά και αρκετά άλλα. Μερικά ιστορικά στοιχεία που αφορούν το μέλι όπως η πρώτη φορά που εξήχθηκε ή από που ακριβώς ήρθε είναι δύσκολο να προσδιοριστούν απευθείας. Αρκετοί αρχαίοι λαοί όπως οι Αιγύπτιοι, οι Ασσυριοι, οι Χετταίοι και οι Σουμέριοι είχαν ήδη συμπεριλάβει στο διαιτολόγιό τους το μέλι σύμφωνα με αρχαίες ανεσκαμμένες γραφές. Σε αυτές βρέθηκαν επίσης μερικές επισημάνσεις πως οι λαοί αυτοί το χρησιμοποιούσαν ως φαρμακευτικό και θεραπευτικό αντίδοτο. Είχε πολλές θεραπευτικές ιδιότητες, εκ των οποίων τις περισσότερες από αυτές τις ανακαλύψαν οι Αιγύπτιοι και το χρησιμοποιούσαν για να θεραπεύσουν αρκετές ασθένειες αλλά και σαν προσφορές στους θεούς ή σε τελετές και γιορτές. Πλέον το μέλι και άλλα διατροφικά παράγωγα αυτού αποτελούν εδέσματα αλλά και θεραπευτικά μέσα ακόμα και σήμερα.

1.9.2 Βιολογία της μέλισσας

Η μέλισσα είναι έντομο που εντάσσεται στο είδος των υμενόπτερων και από όλα τα άλλα έντομα είναι το πιο σπουδαίο και χρήσιμο στον άνθρωπο και στην φύση. Οι μέλισσες γονιμοποιούν περίπου το 60-65% των φυτών στην φύση και το πραγματοποιεί αυτό τα τελευταία 15 εκατομμύρια χρόνια, το οποίο κάνει την μέλισσα το πιο παλιό κάτοικο της Γης που υπάρχει μέχρι σήμερα. Η μέλισσα είναι από τα λίγα έντομα που ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται οικονομικά και γι' αυτό προσπαθεί πλέον να ευαισθητοποιήσει την νέα γενιά και να κρατήσει τον πληθυσμό σε σταθερή ροή αύξησης. Οι μέλισσες είναι ομαδικές και σαν είδος είναι ιεραρχημένες μέσα στις κυψέλες. Ως αναφορά τα είδη τους είναι οι κηφήνες που είναι τα μόνα αρσενικά εντός τις κυψέλης και από τα θηλυκά υπάρχουν μία βασίλισσα και οι εργάτριες, οι οποίες κατέχουν την συντριπτική πλειοψηφία του πληθυσμού. Η βασίλισσα έχει σαν σκοπό της τον πολλαπλασιασμό της οικογένειας μέσα στην κυψέλη με την βοήθεια των κηφήνων και πραγματοποιεί αυτή την διαδικασία καθημερινά εναποθέτοντας 1500 αυγά ημερησίως και για δυο με πέντε χρόνια. Ένας αυτοσυντήρητός πληθυσμός μελισσών μπορεί να ξεπεράσει τις 40000 μέλισσες εργάτριες ανάλογα το έτος και το κλίμα αυτού.

Ένα μελίσσι λειτουργεί σαν ένα σύστημα κοινωνικών τάξεων που έχει στόχο να πολλαπλασιαστεί και να αντιδράσει στα εξωτερικά ερεθίσματα που αφορούν την επιβίωση.



Εικόνα 2 Οι διαφορές στην βιολογία της κάθε μέλισσας ανάλογα τον ρόλο

1.9.3 Βασίλισσα

Η βασίλισσα είναι η μητέρα όλων των μελισσών. Είναι ξεχωριστή γιατί είναι η μόνη θηλυκή μέλισσα που είναι μεγαλύτερη, έχει μακρύτερη κοιλιά, πιο κοντά φτερά και πιο ανοιχτό χρώμα. Μπορεί να ζήσει έως και πέντε χρόνια και η μόνη της δουλειά είναι να γεννά αυγά. Η βασίλισσα έχει την δυνατότητα να παράγει χημικές ουσίες που βοηθούν τις μέλισσες εργάτριες να συνεννοηθούν μεταξύ τους και να μείνουν μαζί ως ομάδα. Ακόμα αυτές οι χημικές ουσίες διασφαλίζουν ότι οι εργάτριες μέλισσες δεν αναπαράγονται με τα αρσενικά καθώς σε περίπτωση που εμφανιζόταν μια δεύτερη βασίλισσα μέσα στην οικογένεια μελίσσι θα υπήρχε “εμφύλιος πόλεμος” μεταξύ του μελισσιού. Μπορούμε να καταλάβουμε πόσο χρονών είναι η βασίλισσα κοιτάζοντας τα αυγά που γεννά, αν τα αυγά είναι κοντά, είναι νεαρή, αλλά εάν διασπαστούν ή λείπουν, είναι ηλικιωμένη ή άρρωστη. Οι μεγαλύτερες βασίλισσες έχουν επίσης κάποια σημεία του σώματός τους που φαίνονται φθαρμένα σε αντίθεση με τις νεαρές βασίλισσες είναι μικρότερες σε μέγεθος και μπορούν να μετακινούνται πιο εύκολα αν δεν έχουν κάνει ακόμη μωρά (D. Sammataro 2011).

1.9.4 Εργάτρια

Η εργάτρια είναι μία θηλυκή μέλισσα με υπανάπτυκτα αναπαραγωγικά όργανα. Σε σύγκριση με τη βασίλισσα και τον αρσενικό κηφήνα, είναι μικρότερη σε φυσικό ανάστημα. Τον πρώτο καιρό ζωής της, έχει ένα χνουδωτό σώμα και αστραφτερά φτερά. Ωστόσο, καθώς ωριμάζει, η γούνα της μειώνεται, αφήνοντας πίσω της ένα κομψό μαύρο εξωτερικό χρώμα, ελάχιστα γυαλιστερό. Εντός της κυψέλης, η εργάτρια μέλισσα αποτελεί τη μεγαλύτερη μερίδα του πληθυσμού. Κατά τη διάρκεια των αρχικών φάσεων της ζωής της, αφιερώνεται σε πολλές ευθύνες, όπως η διατροφή της βασίλισσας και των συντρόφων της, η κατασκευή κελιών, η ωρίμανση του μελιού, ο αερισμός θαλάμων, η παραγωγή ζεστασίας, η σφράγιση των κυττάρων εκκόλαψης και η φύλαξη της κυψέλης από διάφορους εχθρούς. Τους χειμερινούς μήνες, η εργάτρια μέλισσα μπορεί να αντέξει έως και έξι μήνες, ενώ η διάρκεια ζωής της μειώνεται σε περίπου έναν μήνα κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου.

1.9.5 Η κατανομή εργασίας της εργάτριας μέλισσας

Τα καθήκοντα που ανατίθενται στις εργάτριες μέλισσες υπόκεινται σε αλλαγές καθώς μεγαλώνουν ηλικιακά. Αμέσως μετά τη γέννηση τους, οι ευθύνες τους περιλαμβάνουν μόνο τον καθαρισμό των κυττάρων εκκόλαψης. Καθώς περνά ο καιρός, προχωρούν στο σφράγιση των κελιών του γόνου, στη φροντίδα του γόνου και της βασίλισσας και στην κατασκευή και συντήρηση των κρηθρών. Επιπλέον, προστατεύουν και υπερασπίζονται ανιδιοτελώς την αποικία χρησιμοποιώντας τα κεντριά τους. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι εργαζόμενοι αναλαμβάνουν πολλαπλές εργασίες σε μια μέρα με βάση τις ανάγκες της κοινότητας των μελισσών (D. Sammataro 2011).

1.9.6 Η καθαρίστρια μέλισσα

Όπως προαναφέρθηκε η πρώτη δραστηριότητα της εργάτριας λίγες ώρες αφού γεννηθεί είναι να προετοιμάσει τα κελιά για: την υποδοχή αυγών που θα γεννήσει η βασίλισσα ή την αποθήκευση τροφής. Αυτή την εργασία μπορεί να την πραγματοποιεί μέχρι την ηλικία των 30 με 50 ημερών. Η εργασία της περιλαμβάνει την απομάκρυνση των υπολειμμάτων των κελιών από κομμάτια κεριού, κόκκους γύρης, αποπερατώσεις και ακαθαρσίες από τις νύμφες, γυαλίζοντας τον πάτο και τα τοιχώματα των κελιών. Καθώς η εργάτρια μέλισσα μεγαλώνει, τα καθήκοντά της επεκτείνονται και περιλαμβάνουν τον καθαρισμό του κάτω μέρους της κυψέλης. Αυτή η περιοχή μπορεί μερικές φορές να συσσωρεύσει ξένα σώματα, τα οποία οι εργάτριες μέλισσες αφαιρούν επιμελώς και απορρίπτουν έξω από την κυψέλη, διατηρώντας ένα καθαρό και υγιεινό περιβάλλον για την αποικία.

1.9.7 Η τροφός, παραμάνα μέλισσα

Οι εργάτριες μέλισσες διαθέτουν την αξιοσημείωτη ικανότητα να διακρίνουν την ηλικία και την κοινωνική τάξη των προνυμφών ανιχνεύοντας τις φερομόνες που απελευθερώνονται από τα αυγά, τις προνύμφες και τις νύμφες. Έχει παρατηρηθεί ότι οι μέλισσες αρχίζουν να τρέφουν τον γόνο από την ηλικία των τριών ή τεσσάρων ημερών και αυτή η φροντίδα μπορεί να συνεχιστεί για πάνω από 15 ημέρες. Μόλις φτάσουν στην ηλικία των έξι ημερών ή μεγαλύτερες, μεταβαίνουν στην φροντίδα των βασιλικών προνυμφών που στεγάζονται στα ειδικά βασιλικά κελιά. Οι εργάτριες μέλισσες επιθεωρούν επιμελώς ένα κελί που περιέχει μια προνύμφη περισσότερες από 6000 φορές και του παρέχουν τροφή έως και 1000 φορές.

1.9.8 Η μέλισσα αρχιτέκτονας

Οι εργάτριες μέλισσες ηλικίας μεταξύ 5 και 20 ημερών έχουν την ικανότητα να παράγουν κερι από τους κηρογόνους αδένες τους προκειμένου να κατασκευάσουν και να επισκευάσουν μια αξιοσημείωτη δομή γνωστή ως κηρήθρα. Αυτές οι κηρήθρες είναι χτισμένες σε σειρές και αποτελούνται από εξαγωνικά κελιά και στις δύο πλευρές. Το μέγεθος των κελιών ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο της μέλισσας. Τα μικρότερα κελιά, τα οποία είναι περισσότερα, προορίζονται για εργάτριες μέλισσες, ενώ τα μεγαλύτερα κελιά προορίζονται για κηφήνες. Τα βασιλικά, από την άλλη πλευρά, είναι λίγα σε αριθμό και συνήθως βρίσκονται στο κάτω μέρος ή στο κέντρο του πλαισίου. Συνολικά, η κηρήθρα είναι ένα ουσιαστικό στοιχείο εντός της αποικίας των μελισσών, χρησιμεύει ως βάση για τις δραστηριότητες των μελισσών και διασφαλίζει την επιβίωση και την παραγωγικότητα της κυψέλης. Η κηρήθρα παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποικία των μελισσών. Χωρίς αυτό, οι μέλισσες δεν θα μπορούσαν να εκθρέψουν γόνο, να αποθηκεύσουν μέλι και γύρη ή να διατηρήσουν τη συνολική λειτουργικότητα της κυψέλης. Για να δημιουργήσουν την κηρήθρα, οι μέλισσες χρησιμοποιούν κερι που εκκρίνεται με τη μορφή μικρών φολιδών. Στη συνέχεια προσθέτουν σάλιο στο κερι, καθιστώντας το πιο εύκαμπτο και εύπλαστο. Οι μέλισσες συνεργάζονται σε ομάδες, σχηματίζοντας μια αλυσίδα και δημιουργώντας μια θερμοκρασία που ξεπερνά τους 35 °C, η οποία είναι ιδανική για την έκκριση κεριού. Συγκεκριμένες εργασίες που σχετίζονται με την κατασκευή κηρήθρας ανατίθενται με βάση την ηλικία των μελισσών. Οι μέλισσες ηλικίας μεταξύ 5 και 25 ημερών είναι υπεύθυνες για το σφράγισμα των κυττάρων που περιέχουν προνύμφες εργατριών μελισσών. Οι μέλισσες άνω των 25 ημερών, από την άλλη πλευρά, είναι υπεύθυνες για το κλείσιμο τυχόν ρωγμών στην κυψέλη χρησιμοποιώντας πρόπολη. Όταν μια προνύμφη είναι έτοιμη να εξελιχθεί σε νύμφη, σκαρφαλώνει στο κελί και εκπέμπει φερομόνες που δίνουν σήμα στις εργάτριες μέλισσες να σφραγίσουν το κελί. Κάθε εκκολαπτικό κύτταρο χρησιμοποιείται πολλές φορές, με τα κατεστραμμένα να επισκευάζονται και να επαναχρησιμοποιούνται.

1.9.9 Η μέλισσα αποθηκάριος

Όταν η μέλισσα επιστρέφει στην κυψέλη με τροφή, αναζητά άλλες εργάτριες μέλισσες που θα παραλάβουν την τροφή, περνώντας την ο ένας στον άλλο χρησιμοποιώντας το μακρύ στόμα τους, το οποίο ονομάζεται προβοσκίδα. Οι μέλισσες που είναι επιφορτισμένες με τη διαχείριση της τροφής είναι περίπου 15 ημερών σε ηλικία ενώ οι μέλισσες που συλλέγουν τη γύρη την τοποθετούν απευθείας σε ειδικούς χώρους αποθήκευσης και μετά επιστρέφουν στις δουλειές τους. Οι μέλισσες που είναι υπεύθυνες για την αποθήκευση προσθέτουν λίγο σάλιο και μέλι στη γύρη και τη βάζουν στο κάτω μέρος του χώρου αποθήκευσης χρησιμοποιώντας τα σαγόνια τους και όταν γεμίσει ο χώρος αποθήκευσης, τον σκεπάζουν με λίγο μέλι για να είναι ασφαλής.

1.9.10 Η αερίστρια μέλισσα

Οι μέλισσες έχουν την ειδική ικανότητα να ελέγχουν τη θερμοκρασία της ομάδα τους, ακόμα και όταν έξω έχει κακές καιρικές συνθήκες όπως πολύ ζεστή ή πολύ κρύο. Μερικές εργάτριες μέλισσες, που είναι περίπου 18 έως 20 ημερών, βοηθούν σε αυτό στέκοντας κοντά στην είσοδο της κυψέλης για να κινήσουν τα φτερά τους πολύ γρήγορα και ανασηκώνοντας το κάτω μέρος τους, κάτι που βοηθά στη δημιουργία ροής αέρα που διατηρεί την θερμοκρασία ίδια και σταθερή για όλες τις μέλισσες στην κυψέλη.

1.9.11 Η μέλισσα φρουρός

Οι μέλισσες φρουροί εξασφαλίζουν την ασφάλεια της κυψέλης. Θα τις συναντήσουμε συνήθως στην είσοδο της, να παρατηρούν τις κινήσεις των άλλων μελισσών. Η μέση ηλικία τους υπολογίζεται μεταξύ 13 και 24 ημερών. Άπαξ και πλησιάζει ένας πιθανός κίνδυνος, οι φρουροί λαμβάνουν μια χαρακτηριστική στάση: η κάθε μέλισσα φρουρός στέκεται στα τέσσερα πίσω πόδια της, κρατώντας το μπροστινό ζευγάρι ποδιών τεντωμένο στον αέρα και ανοιγοκλείνει τα σαγόνια της. Επιπλέον εκκρίνουν φερομόνες συναγερμού και επιθετικότητας δίνοντας έτσι τις υπόλοιπες μέλισσες στρατιώτες που βρίσκονται στο εσωτερικό της κυψέλης σήμανση ότι ξεκίνησε η μάχη. Στο πίσω μέρος της κοιλιάς βρίσκεται το κεντρί, το οποίο φέρει πολλά μικρά άγκιστρα που δεν φαίνονται με γυμνό μάτι και χρησιμοποιείται για άμυνα και επίθεση. Όταν η μέλισσα κεντρίσει τον εχθρό διαχέει το δηλητήριο στον εχθρικό οργανισμό και μετά πεθαίνει. Το κεντρί παραμένει στο σώμα του εχθρού σαν ξενιστής έτσι ώστε να διοχετευτεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα δηλητηρίου στον οργανισμό του.

1.9.12 Η συλλέκτρια μέλισσα

Η τροφή συλλέγεται από μέλισσες ηλικίας πάνω από 20 ημερών. Στη λίστα συλλογής σίγουρα θα υπάρχουν η γύρη, το νέκταρ και το νερό που περιέχουν απαραίτητα συστατικά θρεπτικού περιεχομένου, για την ανάπτυξη της αποικίας. Πιο συγκεκριμένα κάποιες μέλισσες έχουν την αποκλειστική εργασία να βρουν και να συλλέξουν μόνο νέκταρ, γύρη, νερό ή πρόπολη ενώ κάποιες άλλες εργάζονται ως μεικτές συλλέκτριες που μαζεύουν και γύρη και νέκταρ. Για να μπορέσει να βγάλει εις πέρας αυτή την εργασία ή μέλισσα δημιουργεί μονοπάτια για να μην χαθεί από την κυψέλη λίγο-λίγο καθημερινά χρησιμοποιώντας τις πτήσεις προσανατολισμού που πραγματοποιούσε πριν ξεκινήσει να εργάζεται ως συλλέκτρια. Ανάλογα την απόσταση που θα διανύσει η μέλισσα σε κάθε διαδρομή της επηρεάζει την μακροζωία της. Το διαιτολόγιο των εργατριών περιέχει πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, βιταμίνες νερό και διάφορα άλλα συστατικά, πράγμα που καθιστά το μέλι ιδανική τροφή για αυτές. Πιο συγκεκριμένα κατά συλλογή νέκταρ από λουλούδια μια

μέλισσα συνήθως τοποθετεί την προβοσκίδα της στο άνθος του λουλουδιού και ρουφώντας την γύρη την τοποθετεί στον πρόβολο της. Όταν δεν μπορεί να κουβαλήσει άλλο γυρίζει πίσω στην κυψέλη και εναποθέτει το φορτίο της στα χέρια των εργατριών όπου με την διαδικασία της τροφάλλαξης το μεταφέρουν στην αποθήκη. Ταυτόχρονα η συλλογή του μελιτώματος, γίνεται από εκκρίσεις μελιτογόνων εντόμων που ζουν σε πεύκα και έλατα. Το μελίτωμα είναι πλούσιο σε σάκχαρα, πρωτεΐνες και αμινοξέα. Σε καλές περιπτώσεις αν οι πτήσεις προσανατολισμού βρεθούν μπροστά σε κάποιο φυτό με μεγάλες ποσότητες νέκταρ, μια ολόκληρη αποικία μπορεί να μαζέψει έως και 5 κιλά γύρη την ημέρα. Η γύρη βοηθάει την σωστή και γρήγορη ανάπτυξη του γόνου καθώς είναι υψηλό σε περιεκτικότητα πρωτεΐνης. Η μεταφορά της γύρης γίνεται με τα πίσω πόδια και αφού γίνουν μικρές μπάλες και ύστερα τοποθετούνται στο κατάλληλο κελί. Ανά χρόνο ένα μελίσι μπορεί να καταναλώσει 15 με 30 κιλά γύρη αλλά σε περίπτωση που δεν μπορούν να βρουν άλλη γύρη η εκτροφή γόνου και η ωτοκία της βασίλισσας σταματάει απευθείας.

1.9.13 Πώς παράγεται το μέλι από τις μέλισσες;

Οι εργάτριες μέλισσες είναι υπεύθυνες για την παράγωγή μελιού. Οι μέλισσες δεν μπορούν μόνες τους να παράγουν μέλι. Με λίγα λόγια, αφού ολοκληρωθεί η εργασία της συλλέκτριας μέλισσας και φτάσουν



Εικόνα 3 Διαδικασία Τροφάλλαξης

στην κυψέλη, παραδίδουν το νέκταρ σε μια άλλη ομάδα μελισσών για να μασηθεί. Οι μέλισσες που πραγματοποιούν αυτή την δουλειά για 30 λεπτά. Όσο οι μέλισσες με τα σαγόνια τους μασούν το νέκταρ εκκρίνονται κάποια ένζυμα που μετατρέπουν το νέκταρ σε μια ουσία που περιέχει μέλι μαζί με αρκετό νερό. Μετά από το μάσημα, οι εργάτριες τοποθετούν την ουσία σε κηρήθρες, και αφού εξατμιστεί το νερό, το μέλι γίνεται πιο πυκνό και παχύρευστο. Το νερό εξατμίζεται με την βοήθεια των φτερών των μελισσών που οι ίδιες τα χτυπάνε πάνω από την κηρήθρα. Μόλις η διαδικασία αυτή τελειώσει, μια άλλη ομάδα μελισσών σφραγίζει τις κυψελίδες με κερί, έτσι ώστε το προϊόν να προστατεύεται. Σε περίπτωση που η γύρη δεν είναι διαθέσιμη σε αυτές και δεν έχουν κάτι να φάνε κατά την διάρκεια του χειμώνα μπορούν να επιβιώσουν από το μέλι που παρήγαγαν το καλοκαίρι. Οι μελισσοκόμοι στην πραγματικότητα “κλέβουν” ένα μέρος αυτού του αποθέματος έκτακτης ανάγκης, όταν συγκομίζουν το μέλι. Σε κάθε περίπτωση αν η “κλοπή” μελιού από τον άνθρωπο γίνεται σε λογικά πλαίσια και είναι μετρημένη η ποσότητα την φορά οι μέλισσες θα εξισορροπήσουν την διαφορά του μελιού που πάρηκε από τον άνθρωπο (D. Sammataro 2011).

1.10 Μελισσοκομικός εξοπλισμός

1.10.1 Κυψέλη

Στην Ελλάδα ο πιο γνωστός τύπος κυψέλης λέγεται Standard Langarth, αν και κάποιοι ερασιτέχνες έχουν και πιο παλαιού τύπου κυψέλες. Οι κυψέλες αυτού του τύπου έχουν κάποια συγκεκριμένα σημεία. Κάποια από αυτά ονομαστικά είναι:

- Πυθμένα
- Πάτωμα
- Βασιλικό διάφραγμα
- Εσωτερικό καπάκι
- Εξωτερικό καπάκι

Οι μελισσοκόμοι προτιμούν να κατασκευάζουν τις κυψέλες από άριστα υλικά και πρέπει να έχουν συγκεκριμένες διαστάσεις για να μπορεί ο μελισσοκόμος να διευκολυνθεί στον χειρισμό της. Ο πυθμένας συνήθως είναι κινητός για να μπορεί ο μελισσοκόμος να αποφράξει το πέρασμα σε περίπτωση που γεμίσει με μέλισσες και περιττώματα. Το πάτωμα μπορεί να είναι είτε ρηχό είτε βαθύ με το ρηχό να χρησιμοποιείτε για την ευκολότερη συλλογή μελιού και τα βαθιά για όλες τις χρήσεις, πράγμα που αποτέλεσε τα βαθιά πατώματα πλέον να είναι η νόρμα των επιλογών των μελισσοκόμων. Από τα δύο καπάκια το εσωτερικό είναι πάνω από το τελευταίο πάτωμα ενώ το εξωτερικό καλύπτει το εσωτερικό με επίστρωση γαλβανιζέ λαμαρίνας (Heath 2022). Ως μια καλύτερη λύση υπάρχει πλέον το αυστραλιανό καπάκι, θεωρείται ένα αντί για δύο και καλύπτει τις λειτουργίες αυτών ταυτόχρονα. Μία άλλου είδους κυψέλη είναι η Καθεδρική ή οποία ως πρώτη και αρκετά εύκολα διακριτή αλλαγή σε σχέση με την κλασική είναι το σχήμα της. Η καθεδρική κυψέλη είναι ένας εξαγωνικός κύλινδρος έχει 2 καπάκια σε δύο διαφορετικά σημεία, ένα στο πάνω μέρος και ένα στο κάτω πλάι το οποίο βοηθάει στον τρύγο. Κάποια θετικά τα οποία λειτουργούν ως βελτιώσεις των προβλημάτων που παράγονται από την χρήση της κλασικής κυψέλης είναι:



Εικόνα 4 Κλασική κυψέλη που χρησιμοποιείτε κατά κύριο λόγο στην Ελλάδα



Εικόνα 5 Καθεδρική κυψέλη

1. Το γεγονός ότι οι μέλισσες παραμένουν ευκολότερα πάνω την κηρήθρα παρά στην ξύλινη μπάρα όπως συμβαίνει συχνά στις κλασικές κυψέλες.
2. Είναι δυσκολότερο για τις μέλισσες να δημιουργήσουν γέφυρα από κηρήθρα σε κηρήθρα και δημιουργούν ίσιο πλέγμα ανά εξάγωνο
3. Μπορεί να είναι ακόμα και διπλάσιο σε χωρητικότητα
4. Οι κυψέλες είναι ασφαλισμένες σε 3 σημεία αντί για ένα στο πάνω μέρος
5. Βάση παρατήρησης οι μέλισσες χρησιμοποιούν περισσότερο το πάτωμα καθώς είναι ευκολότερο να μετακινηθούν.

1.10.2 Βασιλικό διάφραγμα

Το βασιλικό διάφραγμα είναι ένα πλέγμα το οποίο έχει μόνο ένα άνοιγμα πλάτους 4,1 μμ. το οποίο δεν επιτρέπει στην βασίλισσα να περάσει έτσι ώστε να μπορέσει ο μελισσοκόμος να μαζέψει το μέλι αλλά επιτρέπει την πρόσβαση σε εργάτριες και κηφήνες. Απομονώνοντας την βασίλισσα από το μελιτοθάλαμο εξασφαλίζουμε ότι δεν θα επηρεάσει την διαδικασία του τρύγου γεννώντας σε σημεία που θα τρυγηθούν και ταυτόχρονα ότι θα παραμείνει ασφαλής. Συνήθως όμως επειδή κάποιες από τις εργάτριες δυσκολεύονται να περάσουν από τον διάφραγμα αυτό υπάρχει μια δεύτερη είσοδος μόνο για αυτές στο πάτωμα που συλλέγεται το μέλι (Bell 2017).

1.10.3 Γυρεοπαγίδα

Γυρεοπαγίδα ονομάζεται η συσκευή που μαζεύει την γύρη και προσκολλάται στην είσοδο της κυψέλης έτσι ώστε να μαζέψει την γύρη από τα πόδια των συλλεκτών μελισσών. Ο τρόπος λειτουργίας της συσκευής έχει να κάνει με το μικρό μέγεθος του περάσματος των μελισσών στην είσοδο που αναγκάζει τις συλλέκτριες να στριμωχτούν για περάσουν και κάνοντας αυτό η γύρη πέφτει από τα πόδια τους στην θήκη που υπάρχει από κάτω. Μια Γυρεοπαγίδα μπορεί να μαζέψει περίπου το 50% της γύρης των μελισσών που περνάνε μέσα σε επτά με δέκα μέρες και αυτό ισοδυναμεί περίπου με διακόσια γραμμάρια γύρης. Το υλικό



Εικόνα 6 Ένα είδος γυρεοπαγίδας

μπορεί να είναι οτιδήποτε από πλαστικό και μέταλλο και χρησιμοποιούνται περισσότερο για να μπορέσει το μελίσι να παράγει περισσότερο γόνο. Βέβαια αυτό σημαίνει ότι η παραγωγή μελιού θα μειωθεί δραστικά για όσο καιρό χρησιμοποιείται.

1.10.4 Καπνιστήρι

Το καπνιστήρι είναι ένα μεταλλικό αντικείμενο στο σχήμα ενός ποτιστικού με μια τρύπα στην μέση του. Οι μελισσοκόμοι το χρησιμοποιούν βάζοντας εύφλεκτο υλικό και ανάβοντας φωτιά στον πάτο του. Αφού αρχίσει το αντικείμενο να παράγει καπνό τόσο όσο για να μην προκαλέσει κακό στις μέλισσες. Το εύφλεκτο υλικό συνήθως είναι πευκοβελόνες ή κάποια άλλα φύλλα κατά προτίμηση ξερά, και το καπνιστήρι είναι από αλουμίνιο για να είναι ελαφρύ και ανθεκτικό. Οι μελισσοκόμοι χρησιμοποιούν τον καπνό για να αποδιοργανώσουν τις μέλισσες και να εμποδίσουν αυτές από το να αισθανθούν την φερομόνη συναγερμού ώστε να είναι οι ίδιοι ελεύθεροι να πραγματοποιήσουν τις αλλαγές που επιθυμούν. (Richard S. Vetter 1995)



Εικόνα 7 Το καπνιστήρι

1.10.5 Εργαλείο κυψέλης ή ξέστρο

Το ξεστό είναι μια μεταλλική λαβή η οποία έχει στις 2 απολήξεις τις 2 διαφορετικού τύπου κόφτες. Η μια πλευρά είναι λεπτή και χρησιμοποιείται για να αποκλείσει το καπάκι από την κυψέλη και η άλλη για τραβήξει προς τα πάνω την κηρήθρα. Χρησιμοποιείτε επίσης και για να καθαρίσει από την πρόπολη το πλαίσιο ή για να καθαρίσει τον πυθμένα από ακαθαρσίες. Συνήθως είναι χρωματισμένη με έντονες αποχρώσεις για να μην χάνεται όπου και να πέσει ακόμα και σε χόρτα (Newton 1968).



Εικόνα 8 Εργαλείο που ονομάζεται Ξεστό

1.10.6 Τροφοδότης

Οι τροφοδότες είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για να τροφοδοτηθούν οι μέλισσες με σιρόπι σε περίπτωση που οι μέλισσες ξεμείνουν από φαγητό. Είναι μια κατασκευή συνήθως από πλαστικό η οποία τοποθετείται στην άκρη μαζί με τα άλλα πλαίσια ή σαν καπάκι. Είναι γεμάτο με σιρόπι και έχει μικρά πλωτά σταθμά για να μην πνίγονται οι μέλισσες και να μπορούν να κάτσουν όσο τρώνε. Στον τροφοδότη καπακιού οι μέλισσες βρίσκουν πρόσβαση στο σιρόπι περνώντας από μια σχισμή στην άκρη. Το πλεονέκτημα του πλαισίου και του καπακιού σε σχέση με τον τροφοδότη εισόδου είναι ότι ταΐζονται οι μέλισσες χωρίς να ανοιχτεί η κυψέλη οπότε αποφεύγονται οι λεηλασίες.

1.10.7 Μελισσοκομική στολή

Η καθιερωμένη στολή ενός μελισσοκόμου είναι μια μάσκα, τα γάντια και την φόρμα. Η μάσκα είναι ένα καπέλο αρκετά πλατύ με παχύ τούλι να κρέμεται προς τα κάτω για να προστατεύεται ο μελισσοκόμος από τα τσιμπήματα. Την ίδια δουλειά εξυπηρετούν και τα γάντια και η στολή, με τα γάντια να έχουν άλλον ένα λόγο ύπαρξης καθώς η γύρη και η πρόπολη είναι ουσίες που δύσκολα αφαιρούνται από το δέρμα ενός ανθρώπου. Από την άλλη η στολή όπως και όλος ο εξοπλισμός είναι λευκά και έχουν λάστιχα στις άκρες για να διασφαλίζουν τον μελισσοκόμο από εισβολές των μελισσών κάτω από την στολή. Αρκετοί μελισσοκόμοι επιλέγουν βέβαια να μην φορούν γάντια γιατί δυσκολεύονται με κάποιες διεργασίες που χρειάζονται ακρίβεια.

1.10.8 Μελισσοκομική βούρτσα

Είναι μια κοινή βούρτσα, με μαλακές και λεπτές τρίχες, και χρησιμοποιείται για να απομακρυνθούν οι μέλισσες χωρίς όμως να τραυματιστούν για να μπορεί να συνεχιστεί ο τρύγος.

1.10.9 Μελιτοεξαγωγέας

Ο μελιτοεξαγωγέας είναι μια κατασκευή ή οποία είναι κατασκευασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να τοποθετούνται τα πλαίσια με ασφαλή τρόπο πάνω σε μια θέση. Τα πλαίσια πρέπει να είναι απολεπισμένα πριν ξεκινήσει η διαδικασία και αφού τοποθετηθούν αρχίζει η φυγοκέντρωση με τέτοια δύναμη ώστε να τραβήξει να ρίξει κάτω το μέλι από την κηρήθρα. Το μέλι συγκεντρώνεται στον πυθμένα και με μια κάνουλα βγαίνει έξω. Ο μελιτοεξαγωγέας πλέον είναι ηλεκτροκίνητος.

1.10.10 Μαχαίρι απολεπισμού

Το μαχαίρι απολεπισμού χρησιμοποιείται για να αφαιρεθεί το κερι σφραγίσματος των κηρηθρών πριν μπουν στον μελιτοεξαγωγέα. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά εργαλεία που κάνουν την ίδια δουλειά με δυο Design να είναι τα πιο χρησιμοποιημένα, ένα που μοιάζει με μυστρί και ένα άλλο που είναι ουσιαστικά ένα σκουπάκι με μια λεπίδα στο τέλος της λαβής. Η λεπίδα ζεσταίνεται με ζεστό νερό για να μπορέσει να κόψει την κηρήθρα.



Εικόνα 9 Ηλεκτρικό μαχαίρι απολεπισμού

1.10.11 Πότε και πώς συγκομίζεται το μέλι ;

Το μέλι εξάγεται με μια απλή αλλά και απαιτητική διαδικασία από τον μελισσοκόμο. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι να εξαχθεί αλλά εμείς θα αναλύσουμε τον πιο απλό τρόπο, που θα χρησιμοποιηθεί και για εκπαιδευτικούς λόγους. Για να εξάγουμε το μέλι θα πρέπει να διακρίνουμε ποιες κηρήθρες περιέχουν έτοιμο και ώριμο μέλι. Αφού μπορέσουμε και διακρίνουμε ποιες κηρήθρες είναι κατάλληλες για συγκομιδή οι μελισσοκόμοι “καπνίζουν” γύρω από την κυψέλη έτσι ώστε να μπορούν να αφαιρέσουν τα πλαίσια με ασφάλεια και για τους ίδιους και για τις μέλισσες. Αφού φέρουμε όλα τα πλαίσια σε ασφαλές μέρος που άλλα έντομα αλλά ούτε και οι ίδιες οι μέλισσες έχουν πρόσβαση τότε θερμαίνουμε το μαχαίρι απολέπισης

και με αργές κινήσεις κόβουμε το κερί που σφραγίζει την κηρήθρα. Αμέσως μετά τοποθετούμε τα απολεπισμένα πλαίσια στο μελιτοεξαγωγέα και με την βοήθεια της φυγοκέντρωσης το μέλι πέφτει από την κηρήθρα και ρέει στα βάζα στο κάτω μέρος του μελιτοεξαγωγέα (D. Sammataro 2011).

Η κατάλληλη εποχή για να συμβεί η εξαγωγή μελιού είναι συνήθως οι καλοκαιρινοί και οι φθινοπωρινοί μήνες πάντα με την άνοιξη που γίνεται ή μεγαλύτερη παραγωγή νέκταρ. Οι μελισσοκόμοι αποφασίζουν ποια πλαίσια θα αφαιρεθούν βάση της ποσότητας του μελιού που υπάρχει ήδη εντός της κυψέλης καθώς πάντα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον 20 κιλά μελιού (σε περίπτωση που ο χειμώνας είναι βαρύς πρέπει να αφεθούν περίπου 60 κιλά) για να μπορέσει το μελίσσι να προσπεράσει προβλήματα ξηρασίας ή έλλειψη τροφής. Ένα άλλο κριτήριο επιλογής πλαισίου προς απολέπιση είναι το ποσοστό του πλαισίου που είναι κερωμένο (θα πρέπει να είναι πάνω από 75%) σε περίπτωση που αυτό το κριτήριο δεν πληρείται τότε η κηρήθρα δεν είναι έτοιμη για συγκομιδή και πρέπει να αφεθεί ώστε να αφυδατωθεί περισσότερο και δείχνει ότι δεν έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία βιομηχανικής διεργασίας ενζύμων. Την ημέρα της συγκομιδής οι μέλισσες είναι πολύ επιθετικές οπότε οι μελισσοκόμοι πρέπει να φορούν όλη την στολή μαζί με τα γάντια για να είναι όσο τον δυνατόν περισσότερο προστατευμένοι και να μην έχουν πάνω κανενός είδους άρωμα ή έντονη οσμή. Εκείνη την ημέρα είναι απαραίτητη η χρήση καπνιστήριου αλλιώς οι μέλισσες δεν θα μπορέσουν να ηρεμήσουν και θα γίνουν περισσότερο επιθετικές. Το επόμενο βήμα μετά το κάπνισμα που δεν αναφέρθηκε πάνω γιατί δεν θα χρησιμοποιηθεί από εμάς κατά την διάρκεια της εκπαίδευσης είναι το κούνημα της κυψέλης για να απομακρυνθούν οι μέλισσες. Αφού το μέλι έχει πέσει από όλες τις κηρήθρες στον μελιτοεξαγωγέα τότε μπορούμε να αφήσουμε το μέλι να τρέξει ανοίγοντας το βρυσάκι στο κάτω μέρος και γεμίζουμε τα βάζα μας. Το μέλι συνήθως φυλάσσεται σε στεγνά και σφραγισμένα καλά βάζακια έτσι ώστε να μην αλλοιωθεί.

1.11 Παράγωγα και χρήσιμα υλικά της Μέλισσας

1.11.1 Μέλι

Πέρα από το γεγονός ότι υπάρχει νομοθεσία με τις ακριβείς λέξεις για το τι θεωρείται μέλι, Το κοινό μέλι δεν είναι Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης (ΠΟΠ) αλλά υπάρχουν πολλές “εκδόσεις” μελιού στην Ελλάδα που είναι ΠΟΠ. Την βιολογία της μέλισσας την γνωρίζουμε από τα αρχαία χρόνια και από πολιτισμούς όπως της Αιγύπτου, Μεσοποταμίας και Ελλάδας μέσω των αρχαίων κειμένων που άφησαν πίσω. Στην Ελλάδα παράγεται περίπου 13.000 τόνοι μέλι τον χρόνο και ο μέσος Έλληνας καταναλώνει ένα κιλό τον χρόνο. Το μέλι παράγεται από αρκετά διαφορετικά λουλούδια και με την βοήθεια από έντομα που δημιουργούν μελιτώδεις εκκρίσεις η οποίες περιέχουν νερό και σάκχαρα όπως σουκρόζη. Μερικά παραδείγματα φυτών είναι η λεβάντα, το θυμάρι και η αμυγδαλιά. Για να πραγματοποιηθεί η ωρίμανση του μελιού θα πρέπει να διασπαστεί η σουκρόζη σε γλυκόζη και φρουκτόζη και η υγρασία να είναι σταθερή στα 17%. Ακόμα κατά την διάρκεια της ωρίμανσης οι μέλισσες προσθέτουν δικά τους ένζυμα όπως η ιμπερτάση που έχει την ικανότητα να διασπά την σουκρόζη. Για να στεγνώσει το μέλι, οι μέλισσες χτυπάνε τα φτερά τους από πάνω το μέλι για να στεγνώσει (1.9.10) και ύστερα καλύπτεται με κερί. Το μέλι συνήθως λαμβάνει το όνομα του από το υλικό που προήλθε το μελίτωμα, εξού και το θυμαρίσιο ή κυπαρίσιο ή ακόμα και πεύκου. Άπαξ και είναι αμιγές τότε λέγεται ανθόμελο.

1.11.2 Γύρη

Η γύρη προέρχεται από φυτά και είναι συνήθως τα αρσενικά τα οποία με την σειρά τους χρησιμοποιούν τον αέρα, νερό και διάφορα μικρά ζώα αλλά και την μέλισσα που είναι από τους πιο σημαντικούς επικονιαστές για να μεταφερθούν στα θηλυκά φυτά έτσι ώστε να επιτευχθεί η διαδικασία της επικονίασης. Η μέλισσα μεταφέρει την γύρη στα πίσω της πόδια σε μορφή σβόλων και τις αποθηκεύει στις κηρήθρες, ο τρόπος που γίνεται ο σβόλος από τις εργάτριες είναι με την παραγωγή νέκταρ και σάλιου. Σαφώς οι τρίχες που έχει η μέλισσα πάνω της βοηθάνε στην συλλογή της γύρης αλλά και στην επικονίαση αυτή καθ' αυτή. Στη φύση χάρη στην επικονίαση των μελισσών παράγεται μια σταθερή κατάσταση στα άνθη που επιτυγχάνεται με τον σβόλο της γύρης ο οποίος είναι κατά 95% από το ίδιο φυτό. Η γύρη αποτελεί επίσης βασικό μέρος της διατροφής των μελισσών, κυρίως των κηφήνων και της βασίλισσας.

1.11.3 Κερί

Οι νεαρές εργάτριες μέλισσες έχουν τέσσερα σείτ από κηρογόνους αδένες που παράγουν κερί το οποίο χρησιμοποιείται για να δομηθούν οι κηρήθρες. Το κερί όπως και το μέλι παράγεται με την διαδικασία της ζυμώσεως. Επιπλέον το κερί που παράχθηκε ειδικά για να καλυφθεί το μέλι περιέχει αντιβιοτικές ουσίες για να μπορέσει να διατηρηθεί. Για να δημιουργηθεί ένα κιλό κερί θα πρέπει να καταναλωθούν οκτώ μισή κιλά μελιού και παράγεται σε μορφή λεπιών με λευκό χρώμα. Για να πάρει το κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα του ευθύνεται η γύρη η οποία προστίθεται από τις μέλισσες αργότερα.

1.11.4 Δηλητήριο

Το δηλητήριο της μέλισσας παράγεται από την ίδια την μέλισσα και αποθηκεύεται στον σάκο του δηλητηρίου που υπάρχει κάτω από το στομάχι της μέλισσας. Η παραγωγή δηλητηρίου ξεκινάει από τις μέλισσες εργάτριες λίγο πριν ή λίγο μετά την εκκόλαψη τους και η μέγιστη ποσότητα που μπορούν να παράγουν είναι 0,3 mg και αυτή η ποσότητα συνήθως παράγεται μέσα σε 20 μέρες. Το κύριο “συστατικό” του δηλητηρίου είναι ένα πεπτίδιο που ονομάζεται Μελιτίνη που δημιουργεί το πόνο και το οίδημα από το κέντρισμα.

1.12 Διαδικασία και σημεία ανάδειξης

Όπως προαναφέρθηκε υπάρχει μια συγκεκριμένη ροή στον τρόπο παραγωγής μελιού. Αρχικά οι μέλισσες ψάχνουν γύρη σε συγκεκριμένα φυτά γιατί υπάρχουν και κάποια τα οποία είναι δηλητηριώδη για αυτές. Αμέσως μετά γυρίζουν την γύρη στην κυψέλη και την αναμειγνύουν με νερό και νέκταρ που άλλες μέλισσες συλλέξαν και αποθηκεύσαν στην κυψέλη. Το αερίζουν για να στεγνώσει και το αποθηκεύουν σε κελιά καλά σφραγισμένα από κερί. Εδώ τελειώνουν οι διεργασίες των μελισσών και οι μελισσοκόμοι έχουν σειρά, παρόλο που στην πραγματικότητα θα πρέπει να περάσει κάποιος καιρός πριν οι μελισσοκόμοι απόσφραγίσουν την κηρήθρα στο παιχνίδι θα γίνει άμεσα έτσι ώστε να προχωρήσει το ροή των γεγονότων (D. Sammataro 2011). Οι μελισσοκόμοι με την σειρά τους συνεχίζοντας την διαδικασία θα ανοίξουν την κυψέλη και θα αφαιρέσουν την κηρήθρα, μετά με την σειρά του το κερί με το ειδικό εργαλείο. Τέλος θα τοποθετήσουν την κηρήθρα στην μηχανή που ονομάζεται μελιτοεξαγωγέας (Εικόνα 10 Μελιτοεξαγωγέας) και με την δύναμη της στροφορμής θα πέσει το μέλι σε ένα μεγάλο χωνί. Από το χωνί, ανοίγοντας μια μικρή κάνουλα στα αρχίσει να ρέει το μέλι οπότε οι μελισσοκόμοι τοποθετούν ένα βάζο και μαζεύουν το μέλι για να το συσκευάσουν. Αυτή είναι τα κομμάτια της διαδικασίας τα οποία πρέπει να αναδειχθούν και είναι από τα βασικότερα μη πολύπλοκα σημεία τα οποία ένα παιδί της συγκεκριμένη ηλικιακής ομάδας μπορεί να καταλάβει αλλά και μπορούν να αποδοθούν με παιχνιδιάρικο χαρακτήρα. Πιο συγκεκριμένα από την

διαδικασία της συλλογής γύρης, νερού και νέκταρ θα ήταν καλύτερο να αφοσιωθούμε στην επιλογή των ανθών από τις μέλισσες και όχι στον τρόπο με τον οποίο αυτές αφαιρούν από το ανθός τα υλικά και τα αποθηκεύουν στο σώμα τους. Η επιλογή αυτή έγινε για να μπορέσει ο χρήστης δώσει σημασία στην διαδικασία και όχι στις τεχνικές λεπτομέρειες ή την βιολογία της μέλισσας αυτής καθ' αυτής. Ακολουθώντας την ίδια λογική δώσαμε έμφαση στην αλλαγή του χρώματος μετά την ανάμειξη της γύρης με το νέκταρ και το νερό και αναφέραμε το όνομα της διαδικασίας έτσι ώστε να μην είναι κάτι ξένο. Για να επιτευχθεί κάτι κατανοητό από τα παιδιά αλλά και να είναι κοντά στον τρόπο απεικόνισης μιας προσομοίωσης πρέπει να δείξουμε στους χρήστες την συνεργατικότητα των μελισσών επιφανειακά και το τελικό αποτέλεσμα της αλλαγής του χρώματος. Τα επόμενα κομμάτια που πρέπει να προστεθούν στο παιχνίδι είναι ο αερισμός και το σφράγισμα του μελιού, τα οποία μπορούμε να τα υλοποιήσουμε ακολουθώντας την λογική της προσομοίωσης. Θα χρειαστεί να απλοποιήσουμε την πληροφορία που θέλουμε να περάσουμε στους χρήστες καθώς μιλάμε για ένα παιχνίδι εκπαιδευτικού χαρακτήρα αλλά ταυτόχρονα δεν πρέπει να αλλοιώσουμε το αποτέλεσμα. Πιο συγκεκριμένα στην διαδικασία αερισμού αποφασίσαμε να βάλουμε τα παιδιά να βοηθήσουν τις μέλισσες να αερίσουν το μέλι. Στην συνέχεια στο κομμάτι του σφραγίσματος θα παραθέσαμε στα παιδιά την δραστηριότητα να σφραγίσουν την κυψέλη με μια διεπαφή ακολουθώντας την λογική της μίμησης της διεργασίας (Chinedu Obikwele 2012). Αλλάζοντας ρόλο από μέλισσα σε μελισσοκόμο τα παιδιά έπρεπε να πραγματοποιήσουν την αντίστροφη δραστηριότητα από αυτή που μόλις φέραν εις πέρας και να “αφαιρέσουν” το κερύ από την κηρήθρα με το εργαλείο που ονομάζεται ξεστό. Αμέσως μετά οι μελισσοκόμοι τοποθετούν την κηρήθρα στον μελιτοεξαγωγέα και με έναν μοχλό κινούν κυκλικά την κηρήθρα ώστε να πέσει όλο το μέλι από τα κελιά της. Τέλος, οι μελισσοκόμοι μαζεύουν και παρασκευάζουν το μέλι ανοίγοντας μια κάνουλα ώστε τρέξει στις συσκευασίες αποθήκευσης.



Εικόνα 10 Μελιτοεξαγωγέας



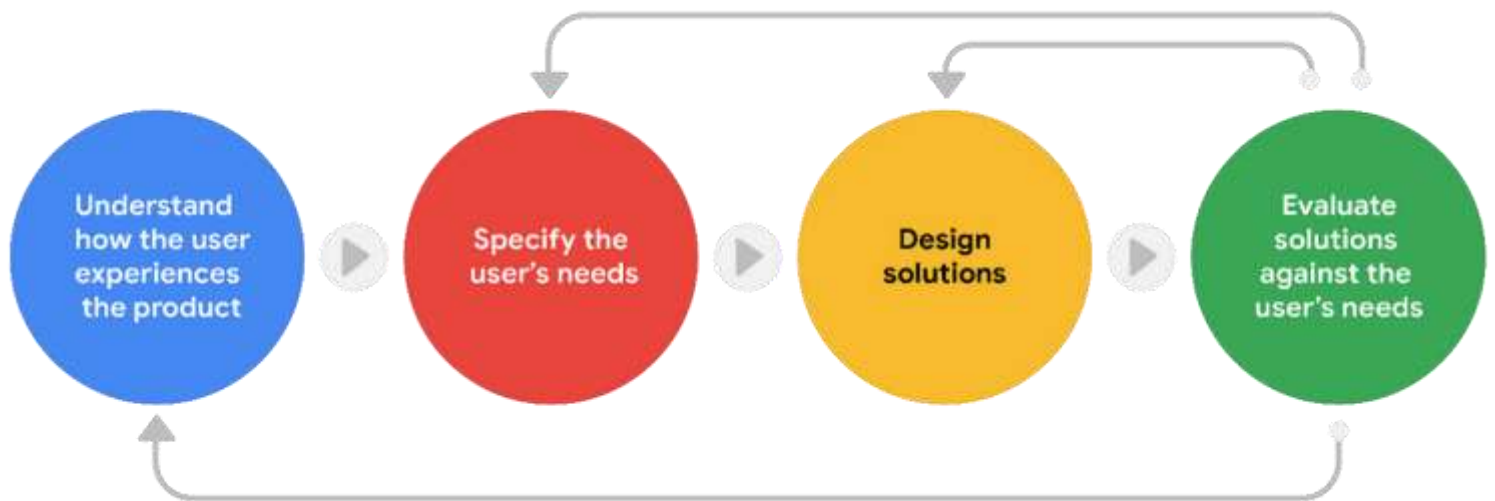
Εικόνα 11 Μελιτοεξαγωγέας γεμάτος με κηρήθρες

2 Αρχική Προσέγγιση

Η Μεθοδολογία σχεδιασμού που θα ακολουθηθεί ονομάζεται "Σχεδίαση και Ανάπτυξη Βασισμένη στον Χρήστη με Αξιολόγηση Σταδιακής Βελτίωσης" (User-Centered Design with Formative Evaluation). Η διαδικασία ανάπτυξης ενός εκπαιδευτικού συστήματος που περιλαμβάνει τη διαδικασία αξιολόγησης "Formative Evaluation" περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Καθορισμός των Στόχων και των Μαθησιακών Στόχων

Στο αρχικό στάδιο, καθορίζουμε ποιοι είναι οι στόχοι και οι μαθησιακοί στόχοι του εκπαιδευτικού συστήματος. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να στοχαστούμε, Ποια γνώση ή δεξιότητες επιδιώκουμε να μεταφέρουμε στους μαθητές; Για ποιο λόγο πιστεύουμε ότι οι μαθητές το χρειάζονται αυτό και ποιος είναι ο καταλληλότερος τρόπος. Εργαλεία όπως ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις και παρατήρηση είναι βασικά για να μπορέσουμε να διακρίνουμε το βέλτιστο και περισσότερο αποτελεσματικό τρόπο να διαβιβάσουμε την γνώση που έχουμε καθορίσει ότι πληροί τους μαθησιακούς στόχους αλλά και για να μπορέσουμε να διακρίνουμε ποιοι θα είναι αυτοί.



Εικόνα 12 User-centered design & other frameworks

Βήμα 2: Σχεδιασμός του Εκπαιδευτικού Συστήματος

Στη συνέχεια, σχεδιάζουμε το εκπαιδευτικό σύστημα, περιλαμβανομένου του περιεχομένου, της δομής, των διδακτικών μεθόδων και των εκπαιδευτικών υλικών.

Αφού μπορέσουμε δηλαδή να απαντήσουμε τα ερωτήματα που τέθηκαν στο προηγούμενο βήμα, θα πρέπει ανάλογα την θεματική να κρίνουμε και να ερευνήσουμε τον σωστότερο δυνατό τρόπο να περάσουμε την πληροφορία. Έναν διασκεδαστικό αλλά και αποτελεσματικό τρόπο που να μπορεί να αναδυθεί το περιεχόμενο με την δομή που η πληροφορία συνήθως παρουσιάζεται. Για παράδειγμα κάποιες πληροφορίες μπορούν να διαβιβαστούν και να παρουσιαστούν σειριακά όπως η διαδικασία παραγωγής μελιού αλλά και άτακτα πολλές μικρές ανεξάρτητες εργασίες όπως ποια άνθη μια μέλισσα επισκέπτεται και γιατί.

Βήμα 3: Κατασκευή του Πρωτοτύπου (Prototype)

Δημιουργούμε ένα πρωτότυπο του εκπαιδευτικού συστήματος. Αυτό μπορεί να είναι ένα απλό δοκιμαστικό μοντέλο του συστήματος. Συνήθως είναι χαμηλής ποιότητας και κατασκευάζεται για να μπορεί ο δημιουργός να κρίνει αν κινείται στην κατεύθυνση που θέλει και αν αυτό που έχει σκεπτεί ότι θέλει πραγματοποιήσει πληροί της προϋποθέσεις που τέθηκαν εξ αρχής.

Βήμα 4: Εφαρμογή Πρωτοτύπου στο Περιβάλλον Μάθησης

Εφαρμόζουμε το πρωτότυπο εκπαιδευτικού συστήματος στο πραγματικό περιβάλλον μάθησης με τους μαθητές.

Βήμα 5: Συλλογή Δεδομένων

Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του πρωτοτύπου, συλλέγουμε δεδομένα σχετικά με την απόδοση του εκπαιδευτικού συστήματος, την επίδρασή του στους μαθητές και την αντίδρασή τους. Η συλλογή στην δίκη μας περίπτωση μιας και θα χρησιμοποιήσουμε το formative evaluation method θα γίνει κατά κύριο λόγο με την χρήση των εργαλείων της παρατήρησης, των συνεντεύξεων και των ερωτηματολογίων

Βήμα 6: Formative evaluation

Αναλύουμε τα δεδομένα που συλλέγονται κατά τη διάρκεια της εφαρμογής. Χρησιμοποιούμε τη διαδικασία αξιολόγησης "Formative Evaluation" για να εντοπίσουμε πιθανά προβλήματα και ανεπάρκειες στο εκπαιδευτικό σύστημα.

Βήμα 7: Εφαρμογή Βελτιώσεων

Βασιζόμενοι στα αποτελέσματα της αξιολόγησης, προχωρούμε στην εφαρμογή βελτιώσεων στο εκπαιδευτικό σύστημα.

Βήμα 8: Επανάληψη της Διαδικασίας

Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία, ξεκινώντας από το Βήμα 4 και συνεχίζοντας με την εφαρμογή των βελτιώσεων.

Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζουμε τη συνεχή βελτίωση και προσαρμογή του εκπαιδευτικού συστήματος καθώς αναπτύσσεται, εξασφαλίζοντας ότι πληροί τους στόχους του και ότι είναι αποτελεσματικό για τους μαθητές.

2.1 Μαθησιακοί στόχοι και τρόποι διάδρασης

Ο βασικός ρόλος αυτής της συσκευής που σχεδιάσαμε είναι **να βοηθήσει και να χτίσει ένα γνωστικό υπόβαθρο για τα παιδιά που θέλουν να μάθουν πως φτιάχνεται το μέλι αλλά δεν έχουν πρόσβαση σε κάποιο μουσείο**. Αποφασίσαμε ότι ο καλύτερός τρόπος για να το πετύχουμε αυτό θα ήταν να σχεδιάσουμε ένα σύστημα βασισμένο στη παιγνιώδη μάθηση με σκοπό να πυροδοτήσουμε το ενδιαφέρον των παιδιών και να τους δημιουργήσουμε απορίες που θα απαντηθούν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Οι συνεντεύξεις που πήραμε μας έδειξαν, ότι ειδικότερα στις τάξεις του **δημοτικού προωθείται η ομαδικότητα και τα παιδιά μαθαίνουν καλύτερα όταν χρησιμοποιούν τα χέρια τους για να λύσουν προβλήματα ή γρίφους, γεγονός το οποίο οδήγησε τη σχεδιαστική διαδικασία προς απτικές διεπαφές** στο φυσικό κόσμο και ομαδικά παιχνίδια αλλά και μερικά ατομικά. Έτσι και το παιχνίδι αυτό έχει ως **στόχο να χρησιμοποιήσει αυτές τις μεθόδους εκπαίδευσης για μία ποιο αποτελεσματική και διασκεδαστική μάθηση**. Ένα μεγάλο κομμάτι των εκπαιδευτικών παιχνιδιών είναι ο τρόπος παρουσίασης της πληροφορίας, οι διαδραστικές διεπαφές με μεγάλο βαθμό διασκέδασης και οι απτές εμπειρίες. Η παραγωγή μελιού χωρίζεται σε πολλά μικρά στάδια τα οποία φροντίσαμε να αξιοποιήσουμε και να εντάξουμε στο χρονοδιάγραμμά ροής. Το αρχικό πλάνο ήταν να απασχολεί όλη την τάξη με ένα καθηγητή και να μην αφιερώνει παραπάνω από μία (1) διδακτική ώρα πάνω στο παιχνίδι. Κατά συνέπεια μια τάξη θα έπρεπε να έχει τρεις (3) συσκευές έτσι ώστε η κάθε μια να απασχολεί έξι (6) παιδιά την φορά. Άρα δεκαοχτώ (18) παιδιά για τριάντα (30) λεπτά. Έχοντας ως σκοπό να

προσπαθήσουμε να καλύψουμε όσο πιο απλά και ολοκληρωμένα την διαδικασία παραγωγής μελιού κατασκευάσαμε οκτώ μικρά (υπό)παιχνίδια μαζί με 3 διαφορετικά βίντεο. Τα βίντεο θα εξηγούν τι κάνει ο κάθε ρόλος που έχουμε επιλέξει εμείς ότι τα παιδιά θα υποδύονται από την διαδικασία.

Ο κάθε ρόλος έχει την δική του σημασία και καλείτε σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Οι ρόλοι είναι τρεις (3) και είναι οι εξής:

1. Μέλισσα συλλέκτρια
2. Μέλισσα εργάτρια
3. Μελισσοκόμος

Αυτό το πραγματοποιήσαμε για να δέσουμε με κάποιο ρόλο/ χαρακτήρα τα παιδιά/ παίκτες ώστε να νιώσουν και να καταλάβουν καλύτερα τον ρόλο και την σημασία που έχουν μέσα σε μια εικονική κυψέλη. Με τον παραπάνω τρόπο ουσιαστικά βοηθάμε το παιδί να κατανοήσει καλύτερα έμμεσα τον τρόπο παραγωγής μελιού χωρίς άμεσα να νιώθει ότι είναι σε κάποιου είδους εκπαιδευτικό μέσο. Σε αυτό παίζουν σημαντικό ρόλο και τα βίντεο που προαναφέραμε καθώς χρησιμοποιήσαμε τον τρόπο του animation για να μπορέσουν και τα παιδιά να νιώσουν ποιο οικία και εμείς να επιτύχουμε τον σκοπό μας.

Απαιτήσεις Σχεδιασμού:

1. Εκπαιδευτικοί στόχοι: Να μπορούν οι χρήστες να καταλάβουν τα βήματα των μελισσών και των μελισσοκόμων κατά την διεργασία και παρασκευή μελιού. Δεν χρειάζεται να διαθέτει προηγούμενες εμπειρίες και γνώσεις σχετικά με τον κλάδο της μελισσοκομίας
2. Διαδραστικά στοιχεία: Να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία Arduino ή παρόμοια για διαδραστικές δραστηριότητες που προσομοιώνουν τη μελισσοκομική διαδικασία.
3. Σενάριο και αφήγηση: Να υπάρχει ένας σαφής τρόπος να παρουσιάσουμε την διαδικασία με οπτικοακουστικό τρόπο καθώς είναι ευκολότερο για παιδιά της συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας.
4. Οπτικός σχεδιασμός: Να δημιουργήσουμε ένα οπτικά ελκυστικό παιχνίδι με πολύχρωμα γραφικά και animations, αλλά όχι εκτός θέματος
5. Διεπαφή χρήστη (UI): Οι διεπαφές να είναι ξεκάθαρες και εμφανείς στον χρήστη.
6. Μέτρα Ασφαλείας: Δίνουμε προτεραιότητα στην ασφάλεια όταν χρησιμοποιείτε φυσικά στοιχεία όπως το Arduino.
7. Εκπαιδευτικοί Πόροι: Περιλάβετε συμπληρωματικό υλικό ή συνδέσμους προς πρόσθετους πόρους για παιδιά και γονείς.

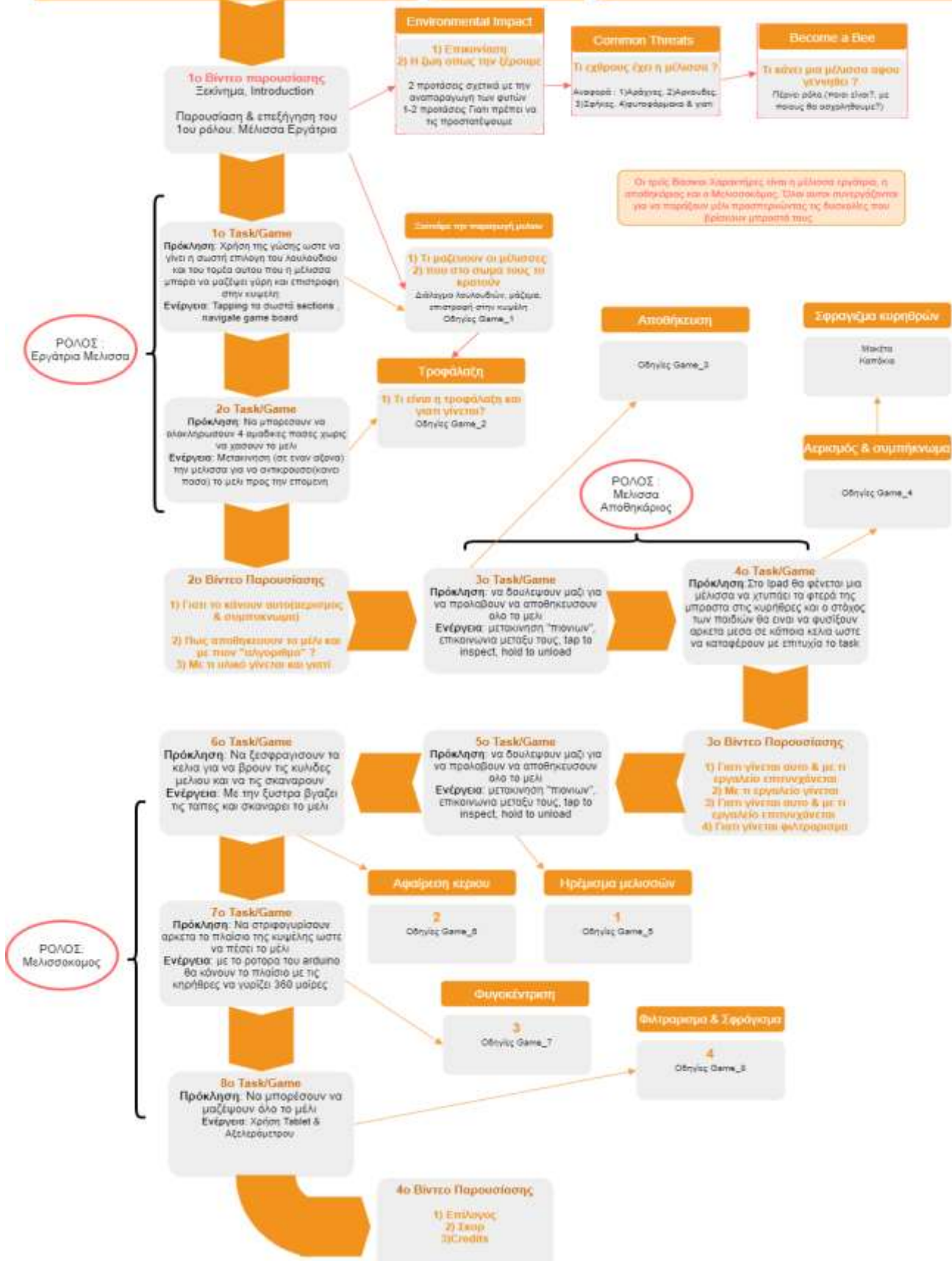
Προδιαγραφές Σχεδιασμού:

1. Διαδραστικά Στοιχεία: Καθορισμός των ειδών των αλληλεπιδράσεων και δραστηριοτήτων που θα υποστηρίζονται με τη χρήση του Arduino, όπως η συλλογή νέκταρ ή ο έλεγχος εξοπλισμού.
2. Οπτικός Σχεδιασμός: Καθορίζουμε τη χρήση εικονογραφήσεων, διαγραμμάτων και του συνολικού οπτικού στυλ του παιχνιδιού.
3. Διεπαφή Χρήστη (UI): Καθορίζουμε τη διάταξη, τα στοιχεία σχεδιασμού και τη δομή πλοήγησης της διεπαφής χρήστη.
4. Προσβασιμότητα: Καθορίζουμε τα χαρακτηριστικά προσβασιμότητας που θα εφαρμοστούν, όπως η δυνατότητα μετατροπής κειμένου σε ομιλία.

5. Συμμετοχή και Κίνητρα: Τα στοιχεία της δημιουργίας παιχνιδιού να είναι λεπτομερή, όπως πώς θα κερδίζονται και θα χρησιμοποιούνται οι πόντοι ή οι ανταμοιβές.
6. Εκπαιδευτικοί Πόροι: Να καταλογίσουμε τους πρόσθετους πόρους που θα συμπεριληφθούν και παράσχετε πληροφορίες για τον τρόπο ενσωμάτωσής τους στο παιχνίδι.
7. Δοκιμές και Επανάληψη: Καθορίζουμε τη διαδικασία δοκιμής, συμπεριλαμβανομένων των στόχων χρήστη και των κριτηρίων για την αναγνώριση περιοχών βελτίωσης.
8. Μηχανισμός Ανατροφοδότησης: Να περιγράψουμε πώς οι χρήστες μπορούν να παρέχουν ανατροφοδότηση ή να αναφέρουν προβλήματα μέσα στο παιχνίδι.
9. Συμμετοχή των Εκπαιδευτικών και των Γονέων: Να καθορίσουμε στρατηγικές για την ενθάρρυνση των εκπαιδευτικών και των γονέων να χρησιμοποιούν το παιχνίδι ως εκπαιδευτικό εργαλείο και παράσχετε καθοδήγηση για την ενσωμάτωσή του στις δραστηριότητες μάθησης.

Έτσι σχεδιάστηκε η εφαρμογή με οκτώ παιχνίδια σαν μικρές εργασίες που οδηγούν και παρουσιάζουν στον χρήστη την ροή με την οποία το μέλι κατασκευάζεται βήμα - βήμα. Η διαδικασία ξεκινάει από το σημείο που οι μέλισσες μαζεύουν την γύρη μέχρι το σημείο που ο μελισσοκόμος συσκευάζει το μέλι. Το παιχνίδι ξεκινάει με την πρώτη εργασία που πρέπει να ολοκληρώσουν που είναι το μάζεμα της γύρης από τα φυτά και αντίστοιχα τελειώνει με τον μελισσοκόμο να μαζεύει και συσκευάζει το μέλι. Σαφώς θα υπάρχουν και ενημερωτικά βίντεο και οδηγίες χρήσης. Μετά από συζητήσεις με εκπαιδευτικούς και μερικούς μελισσοκόμους καταλήξαμε σε μια βασική ροή πληροφορίας με ένα διάγραμμα της διαδικασίας όπως φαίνεται στην Εικόνα 13 Διάγραμμα σεναρίου παιχνιδιού. Λόγω περιορισμένου χρόνου κατά την δημιουργία της πρώτης υλοποίησης με την ομάδα που είχαμε χωρίσαμε τις διεργασίες και προσπαθήσαμε να κατασκευάσουμε μερικά παιχνίδια που πιστεύαμε ότι θα ήταν διασκεδαστικά, συμπεριλαμβάνοντας την διαδικασία παραγωγής μελιού. Ο αρχικός καταιγισμός ιδεών παρουσιάστηκε και συζητήθηκε με καθηγητές δημοτικού, οι οποίοι δέχτηκαν την πρόταση και προχωρήσαμε στην υλοποίηση του παιχνιδιού.

Story Honey Bee



Εικόνα 13 Διάγραμμα σεναρίου παιχνιδιού

2.1.1 Πρώτο Εισαγωγικό Βίντεο

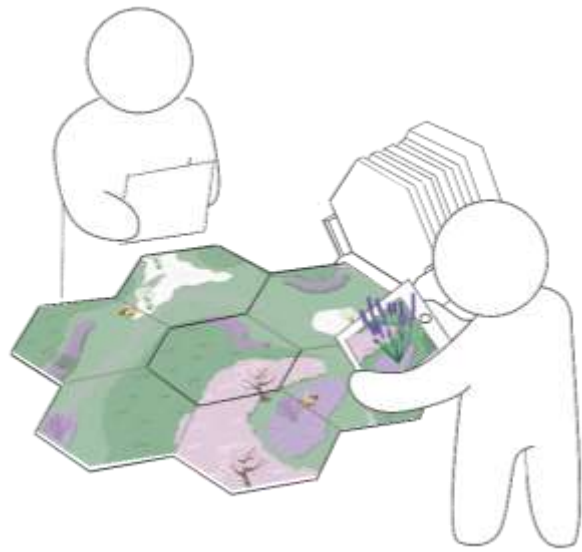
Στο πρώτο βίντεο αναλύουμε ουσιαστικά τι συμβαίνει στο minigame 1 αλλά θίγουμε και κάποια συγκεκριμένα προβλήματα που οι μέλισσες αντιμετωπίζουν στην διαδικασία παραγωγής μελιού αλλά και στην ζωή τους. Αυτό συνεπάγεται στην ευαισθητοποίηση και στην εκμάθηση των παιδιών της σημαντικότητας των μελισσών στο περιβάλλον. Κοντά στο τέλος του βίντεο εισάγουμε τον ρόλο της μέλισσας συλλέκτριας και τον σκοπό της στην διαδικασία για να ξεκινήσουν να μπαίνουν στο «πετσί» του ρόλου. Μετά το τέλος του βίντεο έχουμε ορίσει την κατάσταση επιβεβαίωσης ρόλου έτσι ώστε το κάθε παιδί που θα υποδύεται τον κάθε ρόλο να επικυρώσει ότι θα παίξει σαν μέλισσα συλλέκτρια έτσι ώστε να του γίνει και αυτού γνωστό ότι είναι μια μέλισσα της αγέλης και έχει κάποιες συγκεκριμένες αρμοδιότητες.



Εικόνα 14 Στιγμιότυπο από το πρώτο animation

2.1.2 Mini-Game 1 Συλλογή Νέκταρ & Γύρης

Έχοντας αποκτήσει τον ρόλο της μέλισσας συλλέκτριας πλέον τα δύο παιδιά που θα παίξουν θα πρέπει να μαζέψουν Νέκταρ και Γύρη από τα φυτά όντας μέλισσες. Το παιχνίδι αυτό είναι με επαυξημένη πραγματικότητα και τα παιδιά θα πρέπει να συνεργαστούν για να καταφέρουν να προσπελάσουν αυτό το επίπεδο. Το παιχνίδι παίζεται ως εξής, ένα παιδί θα πρέπει να χειρίζεται την κάμερα και ένα παιδί την μέλισσα, ο χρήστης που θα χειρίζεται την κάμερα θα πρέπει να καθοδηγεί τον παίκτη που χειρίζεται την μέλισσα μέσα από την κάμερα. Το ταμπλό της μακέτας είναι έξι εξάγωνα και έχουν μέσα τον χάρτη στον οποίο θα είναι τα φυτά για την συλλογή νέκταρ και γύρης. Κάθε φορά που η μέλισσα θα ήταν πάνω από τα φυτά ο παίκτης με το tablet/κινητό θα πρέπει να διαδράσει με το πλήκτρο του UI που αναφέρει το «μάζεψε» έτσι ώστε όταν ο παίκτης μαζέψει αρκετά να ολοκληρώνεται το επίπεδο. Το πλήκτρο «μάζεψε» εμφανιζόταν κάθε φορά που ο χρήστης θα ήταν πάνω από κάποιο φυτό και αυτό το ελέγξαμε με την χρήση photoresistor μέσα στην μακέτα.



Εικόνα 15 Τρόπος παιχνίματος πρώτου παιχνιδιού



Εικόνα 16 Πως φαίνεται μέσα από την κάμερα της επαυξημένης πραγματικότητας

2.1.3 Δεύτερο Βίντεο

Στο βίντεο αυτό αναφέρεται λεπτομερώς η διαδικασία της Τροφάλλαξης και τον τρόπο που οι μέλισσες τοποθετούν το μέλι στα εξάγωνα των κηρηθρών και το αερίζουν. Επιλέξαμε να αναφέρουμε και να αναλύσουμε τα συγκεκριμένα σημεία διότι είναι τα πιο βασικά της διαδικασίας της παραγωγής μελιού. Η διαδικασία της τροφάλλαξης ήταν παιδαγωγικά από τα πιο «λεπτά» θέματα που έπρεπε να αναλυθούν καθώς δεν πρέπει να αναφέρουμε λεπτομερώς της διαδικασίας αυτής γιατί ο τρόπος που οι μέλισσες πραγματοποιούν αυτό το στάδιο είναι μέσω του στομάχου τους που συμβαίνει μια ειδική διαδικασία. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε κάλλιστα να είναι αποκρουστικό για τα παιδιά αυτών των ηλικιών και δεν θα θέλαμε να αποσπάσουμε την προσοχή των παιδιών από αυτή την παιδαγωγική διαδικασία. Τέλος εισαγάγουμε στην διαδικασία της μέλισσες εργάτριες. Παρόλο που οι συλλέκτριες θεωρούνται κι αυτές εργάτριες κάναμε αυτόν το διαχωρισμό γιατί μόνο οι μέλισσες εργάτριες-συλλέκτριες μαζεύουν το μέλι (εκτός απροόπτου) ενώ τις εργασίες εντός της κυψέλης τις πραγματοποιούν παραπάνω από δυο υπό-ρόλους εργατριών και έτσι επιλέξαμε να το γονιμοποιήσουμε με αυτόν τον τρόπο.

Υπάρχουν και άλλοι ρόλοι που δεν βοηθούν στην παραγωγή μελιού άμεσα οπότε επίσης δεν χρησιμοποιήθηκαν ως ρόλοι στο παιχνίδι.



Εικόνα 17 Στιγμιότυπο από το δεύτερο Βίντεο

2.1.4 Mini-Game 2 Τροφάλλαξη

Περνώντας στο minigame της τροφάλλαξης επιλέξαμε να κάνουμε τις μέλισσες να ανταλλάσσουν μεταξύ τους, το νέκταρ που θα γίνει μέλι μέσα από την διαδικασία της τροφάλλαξης. Ο τρόπος που κάτι τέτοιο θα ήταν εφικτό, είναι μέσω της Unity όπου κατασκευάστηκε μια μορφή LAN πολλαπλών-παιχτών μεταξύ τεσσάρων παικτών/ μελισσών ο καθένας με τον δικό του χειριστήριο. Οι μέλισσες θα ανταλλάσσουν μεταξύ τους το μέλι πετώντας το προς την κατεύθυνση την οποία ο χρήστης πιέζει ένα σημείο της οθόνης δημιουργώντας έτσι μια ευθεία μεταξύ της μέλισσας και του σημείου. Σε αυτή την ευθεία προσθέσαμε κάποια ταχύτητα και έτσι οι μέλισσες μπορούσαν να ανταλλάξουν το μέλι. Αλλά αφού γίνει η τροφάλλαξη θα πρέπει το μέλι να τοποθετηθεί μέσα στα εξάγωνα κελιά, οπότε προσομοιωτικά και αφού το μέλι περάσει από όλες τις μέλισσες εμφανίζεται στην σκηνή ένα άδειο εξάγωνο στο οποίο ο τελευταίο κάτοχος του μελιού θα πρέπει να στοχεύσει και να το πετάξει, έτσι, ώστε να μπει μέσα και να ολοκληρωθεί το επίπεδο. Έπειτα από την ολοκλήρωση του παιχνιδιού εμφανίζεται ένα ενημερωτικό ότι ο στόχος επιτεύχθηκε και μια εξήγηση των αντικειμένων που επιτεύχθηκαν.



Εικόνα 18 Δεύτερο παιχνίδι

2.1.5 Mini-Game 3 Τοποθέτηση Μελιού

Αφού εισαγάγαμε την έννοια της τοποθέτησης του μελιού στα εξάγωνα προχωράμε στο τρίτο minigame που είναι αφοσιωμένο σε αυτό το στάδιο υλοποίησης της διαδικασίας. Αποφασίσαμε το συγκεκριμένο minigame να το κατασκευάσουμε με επαυξημένη πραγματικότητα και κομμάτι της μακέτας. Έχοντας ένα κυκλικό πλαίσιο εξάγωνων το οποίο προσομοίωνε της κηρήθρα μας και το μοντέλο μια μέλισσας τρισδιάστατα εκτυπωμένα θέλαμε ο χρήστης να χρησιμοποιήσει πάλι την μέλισσα για την διάδραση αλλά χρηστικέ μη εφικτό και υλοποιήσαμε κάτι άλλο. Τυπώσαμε μια εικόνα που θα ήταν ευδιάκριτη και την τοποθετήσαμε στα σημεία της μακέτας που δεν ήταν κενά τα εξάγωνα έτσι ώστε ο χρήστης να σκανάρει την εικόνα και να του εμφανίζεται ένα πλήκτρο το οποίο θα πρέπει να καλύψει εικονικά για να θεωρηθεί πατημένο. Μόλις ο χρήστης «πιέσει» το πλήκτρο το μέλι τοποθετείτε στον κενό χώρο των εξάγωνων της μακέτας και ο χρήστης θα πρέπει να επαναλάβει την διαδικασία για όσες μέλισσες υπάρχουν στο ταμπλό. Τελειώνοντας αυτή την διαδικασία οι μέλισσες στην πραγματική ζωή προετοιμάζονται να αερίζουν τα εξάγωνα με το μέλι για να μπορέσει να εξατμιστεί το νερό, οπότε δίνει το κατάλληλη ανατροφοδότηση στα παιδιά ότι αυτή η διαδικασία είναι τελειωμένη και πρέπει να προχωρήσουμε στο επόμενο minigame.



2.1.6

Εικόνα 19 Το τρίτο παιχνίδι - Τοποθέτηση μελιού

Mini- Game 4 Στέγνωμα Μείγματος

Φτάνοντας περίπου στην μέση του παιχνιδιού στο παιχνίδι αυτό θα πρέπει τα παιδιά που θα υποδύονται τον ρόλο της μέλισσας εργάτριας να αερίσουν και να στεγνώσουν την κηρήθρα που έχει μέσα το μέλι για να μπορέσουν να το σφραγίσουν με κερί. Αυτό το minigame έχει δύο μέρη, ένα στο tablet και ένα στην μακέτα. Στο tablet αρχικά το παιδί θα πρέπει να φυσήσει στο μικρόφωνο και να παρατηρεί πότε το μέλι θα αλλάξει χρώμα από αυτό του νέκταρ σε αυτό του μελιού. Όσο περισσότερο τα παιδιά φυσούν στο μικρόφωνο, αυτό τρέχει έναν κώδικα αναλύσεις και προσμετρά τα Decibel (dB) έτσι ώστε τα παιδιά όσο

περισσότερα dB δημιουργούν τόσο η μέλισσα κουνάει τα φτερά της ταχύτερα δίνοντας ανατροφοδότηση για το πόσο δυνατά φυσάνε στο μικρόφωνο άρα πόσο βοηθούν προσομοιωτικά την μέλισσα να καταφέρει τον σκοπό της. Όταν καταφέρουν τον σκοπό τους τα παιδιά θα εμφανιστεί ένα ενημερωτικό σημείωμα για το επόμενο βήμα που θα είναι να γεμίσουν την κηρήθρα με κεριά έτσι ώστε το μέλι να ωριμάσει εσωτερικά. Αυτό θα γίνει με τα πορτοκαλί κομμάτια παζλ που είναι φτιαγμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να μπαίνουν σε συγκεκριμένη θέση στην κίτρινη κηρήθρα. Μόλις τα καταφέρουν και συνθέσουν το παζλ η δουλειά των μελισσών τελειώνει και τα παιδιά που είχαν απομείνει (η τελευταία δυάδα) θα υποδυθεί τον ρόλο των μελισσοκόμων.



Εικόνα 20 Τέταρτο παιχνίδι αέρισμα μελιού



Εικόνα 21 Σφράγισμα κηρήθρας με το 3D printed puzzle

2.1.7 Τρίτο Βίντεο

Στο βίντεο αυτό που θα είναι και το τελευταίο παρουσιάζονται οι ρόλοι και οι τεχνικές ενός μελισσοκόμου για να μπορέσει να βγάλει μέλι από την κηρήθρα, μέχρι και το τελευταίο στάδιο της εμφιάλωσης. Εξηγούμε με λεπτομέρεια τον τρόπο που χρησιμοποιούν το ξέστρο και τον μελιτοεξαγωγέα μέχρι το μέλι να μπει στο βαζάκι.



Εικόνα 22 Απόσπασμα τρίτου Βίντεο

2.1.8 Mini- Game 5 Καπνιστήρι

Το 5ο minigame είναι αυτό που αρχίζει το κομμάτι των μελισσοκόμων. Χάρης το προηγούμενο βίντεο ο ρόλος του μελισσοκόμου έχει εισαχθεί στο παιχνίδι και με την οθόνη επιβεβαίωσης ρόλου. Τα παιδιά που θα παίξουν αυτό το παιχνίδι είναι εικονικά οι «μελισσοκόμοι». Το πρώτο πράγμα που κάνουν οι



Εικόνα 23 Tutorial για το πέμπτο παιχνίδι

μελισσοκόμοι για να βγάλουν το μέλι από τη κηρήθρα είναι να καπνίσουν την περιοχή γύρω από το μελίσσι με το καπνιστήρι, αφού πάρουν τα δικά τους μέτρα ασφαλείας. Το καπνιστήρι είναι μια μέθοδος των μελισσοκόμων να "ηρεμούν" τις μέλισσες για να μην τους τσιμπήσουν την ώρα που βγάζουν τα πλαίσια των κηρηθρών από την κυψέλη. Στην ουσία ο καπνός που βγαίνει από αυτό όμως κάνει τις μέλισσες να πιστεύουν ότι έχει πιάσει φωτιά το μέρος και πανικοβάλλονται. Αυτές τις πληροφορίες τις αποκρύπτουμε και προσομοιώνουμε το καπνιστήρι με ένα σύνολο ερωτήσεων «εμπιστοσύνης» από τις μέλισσες στους μελισσοκόμους για του επιτρέψουν να πάρουν την κηρήθρα και να την επεξεργαστούν. Οι ερωτήσεις αυτές είναι βασισμένες στις πληροφορίες του animation (κινουμένων σχεδίων) και τα παιδιά θα πρέπει να απαντήσουν σωστά σε όλες για να μπορέσουν να κερδίσουν την εμπιστοσύνη τους. Σε περίπτωση λάθους η απάντηση κοκκινίζει και παραμένει κόκκινη μέχρι να πατηθεί κάποια άλλη δίνοντας έτσι στο παιδί όλες τις ευκαιρίες να απαντήσει όλες τις ερωτήσεις και να ολοκληρώσει το παιχνίδι. Πήραμε την σχεδιαστική απόφαση να φέρουμε στην ζωή αυτό το μέρος της διαδικασίας με αυτόν το τρόπο γιατί δεν θέλαμε να

δώσουμε την εντύπωση ότι οι μελισσοκόμοι μεταχειρίζονται με τέτοιο τρόπο τις μέλισσες και να νιώσουν άσχημα που επιτελούν κι αυτοί την ίδια διαδικασία.

2.1.9 Mini- Game 6 Απολέπιση Κυψέλης

Αφού τα παιδιά στο προηγούμενο παιχνίδι αποσπάσαν από την κυψέλη εικονικά την κηρήθρα ήρθε η ώρα να χρησιμοποιήσουν το ειδικό εργαλείο και να προσομοιώσουν την εργασία της απολέπισης, δηλαδή της αφαίρεσης του κεριού από την κηρήθρα. Έχοντας τη πρωτότυπη κυκλική κηρήθρα με το παζλ που την κάλυψαν τα παιδιά στο minigame 4 θα πρέπει να βρουν τον τρόπο με το οποίο το εργαλείο θα βγάλει από την θέση τους το παζλ που είχαν χτίσει. Με υποδείξεις μέσω της διαφάνειας οδηγιών, το εργαλείο θα μπαίνει στις υποδοχές των κομματιών παζλ που βρίσκονται στα άκρα και τα αποσυναρμολογήσουν το παζλ. Αφού το πραγματοποιήσουν θα πρέπει να βρουν στην μακέτα την τρισδιάστατη σταγόνα μελιού και με το κινητό/tablet να την σκανάρουν για να εμφανιστούν πληροφορίες σχετικά με το μέλι που θεωρήσαμε ότι θα ήταν καλό τα παιδιά να γνωρίζουν.



Εικόνα 24 Αφαίρεση κεριού από κυψέλη

2.1.10 Mini- Game 7 Φυγοκέντρηση Πλαισίου

Βγάζοντας το κερύ τα παιδιά θα έπρεπε να βάλουν την κηρήθρα σε ένα τεράστιο εργαλείο και να κάνουν φυγοκέντρηση οπότε το επόμενο minigame έγινε με την βοήθεια Arduino. Σε αυτό το σημείο η προσομοίωση ενός μελιτοεξαγωγέα αποδείχθηκε ακατόρθωτη οπότε δημιουργήσαμε ένα animation μιας εξαγωνικής κηρήθρας να αδειάζει όσο τα παιδιά θα γυρίζουν έναν Rotary Encoder μέσω του Arduino που θα βρίσκεται στο πάνω μέρος της μακέτας. Μόλις το γυρίσουν όσες φορές πρέπει, ανάλογα και με το animation που συμβαίνει παράλληλα με το γύρισμα του ρότορα θα φαίνεται στην οθόνη του tablet/κινητού η εξαγωνική κηρήθρα αδειασμένη και ένα μήνυμα που να επικροτεί την προσπάθεια τους μαζί με τις οδηγίες για να συνεχίσουν την διαδικασία.



Εικόνα 25 Περιστροφή rotary encoder για την προσομοίωση της φυγοκέντρησης

2.1.11 Mini- Game 8 Εμφιάλωση & Σφράγισμα

Φτάνοντας στο τελευταίο minigame οι χρήστες θα πρέπει να μαζέψουν το μέλι που πέφτει από τον μελιτοεξαγωγέα και τον βάλουν μέσα σε ένα βάζο. Ο τρόπος που επιλέξαμε να το πραγματοποιήσουμε αυτό αρχικά ήταν με τον τρόπο της εκτόξευσης του μελιού με το χέρι του χρήστη προσπαθώντας να πετύχει το βάζο αλλά δεν θα ήταν και το σωστότερο σε σχέση με την πιστότητα προσομοίωσης που θέλαμε να



Εικόνα 26 Όγδοο παιχνίδι και τελευταίο στη σειρά

πετύχουμε. Αργότερα και μετά από μερικό ιδεασμό ακόμα, επιλέξαμε να το πραγματοποιήσουμε με βάση το αξελερόμετρο που παρέχονται μαζί με τα κινητά/tablet. Με αυτόν τον τρόπο το μέλι θα πέφτει από τον μελιτοεξαγωγέα σε τυχαία σημεία από το πάνω μέρος της οριζόντιας οθόνης και ο χρήστης θα χειρίζεται με την βαρύτητα και την θέση των άκρων του κινητού του στον γ άξονα, προς τα που θα κινείται το βαζάκι στον άξονα x.

2.1.12 Σχεδιασμός Μακέτας και αναλώσιμα

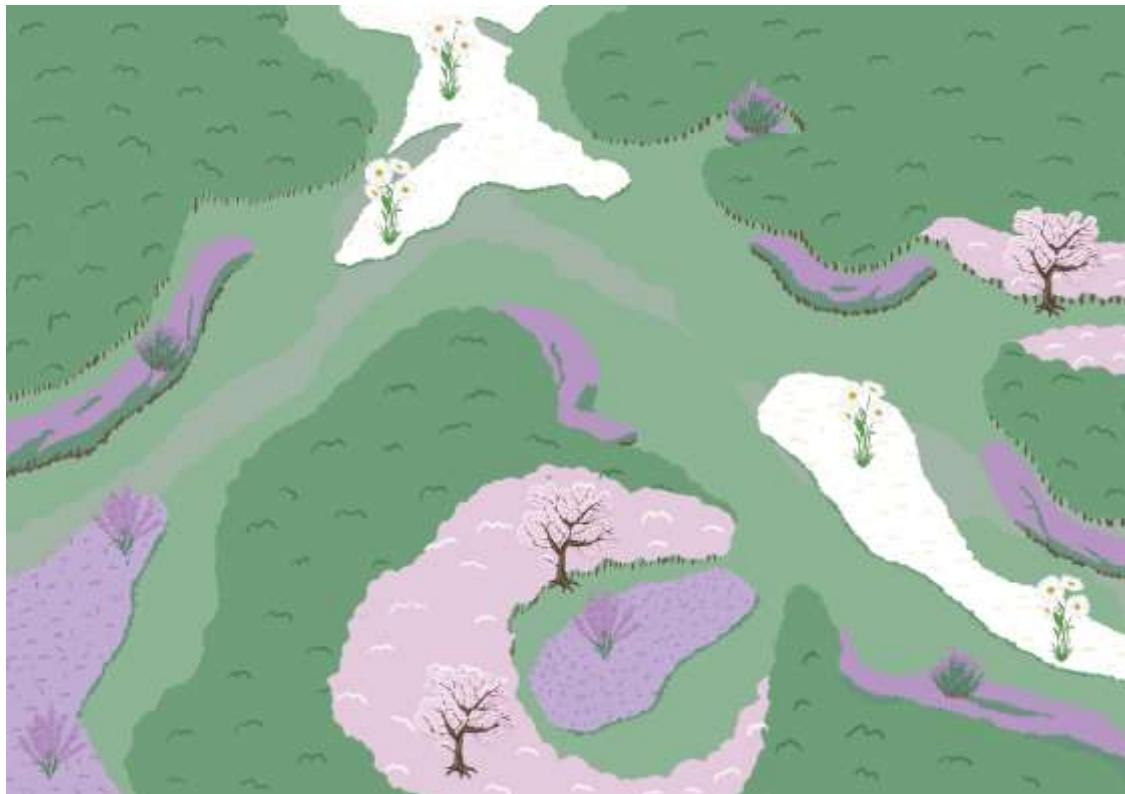


Εικόνα 27 3D μακέτα

Η σχεδίαση της μακέτας ήταν έμπνευση από μια μορφή κυψελών που έχει αρχίσει να αξιοποιείτε τα τελευταία χρόνια και έχει σχήμα εξάγωνου (Εικόνα 27). Προσπαθήσαμε το εσωτερικό να το δημιουργήσουμε με την ίδια διαρρύθμιση που είναι η πραγματική κηρήθρα οπότε τα ταμπλό είναι στην μορφή εξάγωνου και αποθηκεύονται εσωτερικής μακέτας. Είχαμε υπολογίσει στην αριστερή πλευρά που θα είναι η σταθερή θα κρύψουμε την τεχνολογία (Arduino και καλωδίωση) με την βοήθεια μεγάλων καλωδίων που περάστηκαν από την κάτω μεριά συνδέθηκαν οι αισθητήρες φωτός που χρησιμοποιήθηκαν για την διεπαφή του πρώτου παιχνιδιού. Τα σημεία διεπαφής πάνω στον χωρισμένο χάρτη τα φτιάξαμε κάνοντας μικρές τρύπες στο A3 χαρτί που τυπώσαμε τον χάρτη και τα

στερεοποιήσαμε με κόλλα στο ξύλινο κομμένο εξάγωνο που κρατάει σταθερό το χαρτί με τον χάρτη. Οι διεπαφές πραγματοποιούνταν από τον χρήστη με την

τοποθέτηση μιας εκτυπωμένης μέλισσας πάνω από τον αισθητήρα έτσι ώστε να προσομοιωθεί το πέρασμα της μέλισσας πάνω από το φυτό που απεικονίζεται στον χάρτη. Αλλά αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το Παζλ κυψέλη το οποίο κατασκευάστηκε στο



Εικόνα 28 Χάρτης διεπαφών για μέλισσες εν ώρα εργασίας

SolidWorks και εκτυπώθηκε με PLA+ υλικό από έναν 3D εκτυπωτή. Άλλα εκτυπωμένα αντικείμενα ήταν μια σταγόνα για το σκανάρισμα την οποία βάψαμε πολύχρωμη για να μπορεί να την αναγνωρίζει το πρόγραμμα Vuforia που χρησιμοποιήθηκε για την επαυξημένη πραγματικότητα. Αφού εκτυπώθηκε και δοκιμάστηκε

καταλάβαμε ότι υπήρχε δυσκολία στην αναγνώριση του αντικειμένου από το πρόγραμμα και αλλάξαμε τον τρόπο διάδρασης σε σκανάρισμα μικρών assets που σχεδιάσαμε και εκτυπώσαμε και έπειτα κολλήσαμε στα κομμάτια κεριού που είχαν εκτυπωθεί ως τα κομμάτια του πάζλ που τοποθετούνται πάνω απ' την κηρήθρα. Αυτό είχε μεγαλύτερο ποσοστό αναγνωσιμότητας οπότε έμεινε εκεί για να δοκιμαστεί. Το επόμενο εργαλείο που ήταν η "ξέστρα" εκτυπώθηκε αρκετά λεπτό ώστε να μπορεί να μπει εντός των μικρών οπών που υπήρχαν στα κομμάτια κεριού κάτι αποτέλεσε πρόβλημα αργότερα καθώς σε μία από τις δοκιμές που κάναμε εντός της ομάδας καταφέραμε να το σπάσουμε οπότε αυξήσαμε το πάχος από 1,5 χιλιοστά σε 2,5 χιλιοστά. Η εκτύπωση ήταν ακόμα ασταθής και παραλίγο να σπάσει σε αρκετές στιγμές αλλά ήταν η μέγιστη τιμή που μπορούσε να παρθεί καθώς οι οπές στις άκρες τους κεριού πάζλ ήταν τριών χιλιοστών. Τέλος για λόγους ασφαλείας και μεταφοράς ανοίχτηκαν δυο τρύπες στην βάση και στην εξαγωνική βάση της κηρήθρας και με δυο καβίλιες προσαρμόστηκε στην βάση.



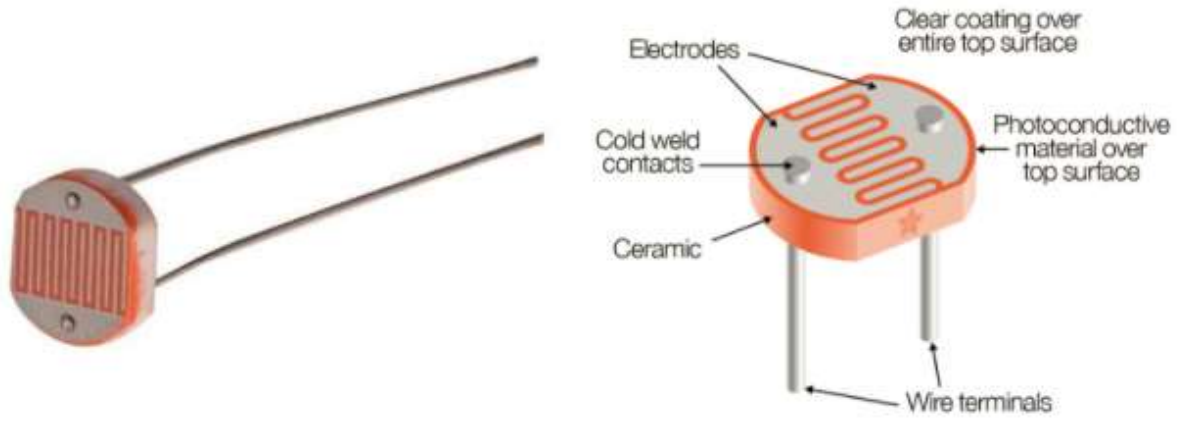
Εικόνα 29 Εκτυπωμένη κηρήθρα πάζλ

2.1.13 Έξτρα τεχνολογίες και προσαρμογή

Από τεχνολογίες χρησιμοποιήθηκαν ένα Arduino Uno, καλώδια χαλκού και χρωματιστά από τα εξαρτήματα του Arduino σε ορισμένες περιπτώσεις, ένα bluetooth module, ένα Rotary Encoder, πέντε αισθητήρες φωτός και αντίστοιχα άλλες 5 αντιστάτες 10 kΩ. Επιπλέον ένα shield μαζί με ένα μικρό breadboard. Αυτές οι τεχνολογίες χρειάστηκε να είναι στην αντίθετη μεριά από τον χάρτη οπότε τα καλώδια ήταν χάλκινα και παχιά γιατί τα καλώδια του Arduino δεν ήταν αρκετά μακριά για να μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτά και τα καλώδια να είναι κρυμμένα. Ευτυχώς η τάση ήταν μικρή και αβλαβής ακόμα και για παιδιά μικρή ηλικίας οπότε δεν υπήρχε θέμα ασφαλείας αλλά μόνο αισθητικό.



Εικόνα 30 Arduino board example



Εικόνα 31 Photoresistor



Εικόνα 32 Female to female cables



Εικόνα 33 Resistor

2.1.14 Αφήγηση Ιστορίας

Σκηνή 1

«Πως φτάνει το μέλι στα χέρια μας ?

Πως το παράγουν οι μέλισσες ?

Τι κάνουν οι μέλισσες για αυτό ?

Η κοινωνία της μέλισσας είναι πολύ οργανωμένη, συνεργάζονται και εργάζονται σκληρά χωρισμένες σε ομάδες.

Η κάθε μέλισσα έχει τον δικό της ρόλο, μέσα σε μια κυψέλη συνυπάρχουν: η βασίλισσα, οι εργάτριες και οι κηφήνες.

Οι μέλισσες εργάτριες είναι αυτές που κάνουν τις περισσότερες εργασίες και για αυτό χωρίζονται κι αυτές σε υποομάδες.

Δύο από αυτές τις ομάδες είναι οι συλλέκτριες και οι αποθηκάριοι.

Παραμονεύουν όμως, πολλοί κίνδυνοι για τις μέλισσες, όπως οι αρκούδες, οι σφήκες, οι αράχνες αλλά και τα χημικά λιπάσματα.

Οι μέλισσες μαζί με την γύρη και το νέκταρ "ρουφούν" και τα λιπάσματα, οπότε δηλητηριάζονται.

Οι μέλισσες πρέπει να προστατευτούν, γιατί χωρίς αυτές, θα πάψουν να υπάρχουν σημαντικές φυτικές καλλιέργειες.

Με την επικονίαση, γίνεται η αναπαραγωγή των φυτών από τα οποία τρέφονται εκατομμύρια ζώα.

Άρα, αν εξαφανιστούν οι μέλισσες θα αρχίσουν σύντομα να εξαφανίζονται και τα υπόλοιπα ζώα.

Το μέλι που παράγεται από τις μέλισσες, έχει τεράστια διατροφική αξία και αποτελεί ένα πολύτιμο τρόφιμο για την υγεία του ανθρώπου.

Για να δούμε τώρα τι κάνουν οι μέλισσες συλλέκτριες!

Οι συλλέκτριες πηγαίνουν στα άνθη, ρουφούν το νέκταρ, και στοιβάζουν όση γύρη μπορούν στα πόδια τους.

Τη διαδικασία αυτή, θα την επαναλάβουν σε πολλά φυτά μεταφέροντας τη γύρη από λουλούδι σε λουλούδι, βέβαια μερικές φορές τους πέφτει η γύρη και την αντικαθιστούν!»

Σκηνή 2

«Μετά από αυτή την περιπλάνηση τους, οι μέλισσες, έχοντας στα πόδια τους νέκταρ αλλά και γύρη επιστρέφουν στην κυψέλη. Εκεί, άλλες εργάτριες θα έχουν φέρει νερό και θα το αναμείξουν με το νέκταρ.

Οι συλλέκτριες μεταφέρουν το μίγμα με την προβοσκίδα τους στους αποθηκάριους.

Οι αποθηκάριοι με την σειρά τους θα επεξεργαστούν το μείγμα και θα του προσθέσουν θρεπτικές ουσίες, αυτή η διαδικασία λέγεται τροφάλλαξη.

Στη συνέχεια, οι εργάτριες, τοποθετούν το μέλι στις κηρήθρες, το αερίζουν με τα φτερά τους, έτσι ώστε να συμπυκνωθεί και να το σφραγίσουν.»

Σκηνή 3

«Πώς φτάνει όμως το μέλι στα χέρια μας ?

Ο μελισσοκόμος κάνει μια σημαντική αλλά και δύσκολη εργασία.

Αρχικά, πρέπει να αποτρέψουν τις μέλισσες για να μην τους επιτεθούν...σ' αυτό θα βοηθήσει μια ειδική στολή!

Επίσης, σ' αυτό βοηθάει και το καπνιστήρι, ένα εργαλείο που χρησιμοποιούν όλοι οι μελισσοκόμοι για να ηρεμήσουν τις μέλισσες.

Ο μελισσοκόμος βγάζει μια-μια τις κηρήθρες και στην συνέχεια αφαιρεί το κερί με ένα εργαλείο.

Ύστερα, το τοποθετούν στον μελιτοεξαγωγέα, και το γυρίζουν σαν ρόδα πολύ γρήγορα ώστε να πέσει το μέλι σε ένα μεγάλο χωνί, να το μαζέψουν και να το συσκευάσουν.»

2.2 Δυσκολίες και Συμβιβασμοί

Στην πρώτη υλοποίηση είχαμε επιλέξει να πραγματοποιήσουμε διαδράσεις για μια ομάδα των 6 παιδιών τα οποία θα βγάζαν εις πέρας τις δραστηριότητες συνεργατικά μέσω τοπικού δικτύου. Λόγω συγκεκριμένου χρονικού περιθωρίου η πρώτοτυποποίηση υλοποιήθηκε για ένα κινητό και κατά συνέπεια για ένα παιδί την φορά. Σαν δυσκολία πέραν της σύνδεσης με bluetooth που αποτύγχανε να συνδεθεί για να δημιουργηθεί το τοπικό δίκτυο, υπήρχε αρκετή δυσκολία υλοποίησης των διεπαφών με Επαυξημένη Πραγματικότητα λόγω των μικρών αντικειμένων που έπρεπε να σκαναριστούν. Έχοντας την κάμερα να προσπαθεί να σκανάρει ένα αντικείμενο που είναι τόσο μικρό και να αποτυγχάνει την ώρα της αξιολόγησης δημιούργησε αρκετή αναστάτωση και μπερδέψε τα παιδιά ως προς τη διαδικασία που έπρεπε να ακολουθήσουν. Ένα άλλο μικρής κλίμακας εμπόδιο που αντιμετωπίσαμε ήταν η δυσκολία φόρτωσης κάποιων assets που είχαν μεγαλύτερη λεπτομέρεια εκ προμελέτης για να βοηθήσει τα παιδιά να κατανοήσουν με τι αντικείμενο αλληλεπιδρούν και πως. Εν τέλει συμβιβαστήκαμε με κάποιες αλλαγές μεγεθών στα αντικείμενα έτσι ώστε να μπορούν να σκαναλιστούν ευκολότερα.

2.3 Μέθοδος & Σκοπός Αξιολόγησης

Σε αυτό το πλάνο αξιολόγησης μελετήσαμε την ευχρηστία του διαδραστικού συστήματος της κυψέλης και της εφαρμογής. Χρησιμοποιώντας την διαμορφωτική μέθοδο αξιολόγησης (formative evaluation), θέσαμε συγκεκριμένους στόχους για τη δοκιμή ευχρηστίας όπου με αυτούς, αναδύθηκαν δεδομένα. Επεξεργαζόμενοι κατάλληλα αυτά, λάβαμε πληροφορίες χρήσιμες για την βελτίωση του συστήματος. Για την αντικειμενική διεξαγωγή του πειράματος, επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικοί συμμετέχοντες με όσο το δυνατόν λιγότερες ατομικές διαφορές, οι δυο επτά (7) ετών και ένας οκτώ (8) και έξι (6) άτομα έντεκα και δώδεκα (11-12) ετών, όπως και αρκετοί φοιτητές, τρεις (3) τον αριθμό, ειδικοί στην σχεδίαση προϊόντων και συστημάτων, ηλικίας εικοσιένα με είκοσι έξι ετών. Όλοι αυτοί είτε μεμονωμένα είτε ομαδικά ασχολήθηκαν με το πρωτότυπο, ώστε να αναδειχθούν τρόποι βελτίωσης του συστήματος. Το πείραμα διεξήχθη σε εργαστηριακές συνθήκες στην αίθουσα «Παρθενώνας» του 1ου Γυμνασίου στο χώρο του πανεπιστημίου αλλά και σε σπίτια φοιτητών. Για τη διαδραστική μακέτα και τα παρελκόμενα της και για την εκπαιδευτική εφαρμογή. Στο τέλος της κάθε διαδικασίας, οι συμμετέχοντες θα κληθούν να απαντήσουν και σε ερωτηματολόγια ως μία μέθοδο καταγραφής ανατροφοδότησης και αξιολόγησης. Τέλος, θα

παρουσιάσουμε και θα αναλύσουμε τα δεδομένα ποιοτικά και θα αναλύσουμε το ποσοστό επιτυχίας των χρηστών όσον αφορά την διεξαγωγή συγκεκριμένων εργασιών.

Όσον αφορά την ευχρηστία, για τους χρήστες που δεν έμειναν ιδιαίτερα ικανοποιημένοι, είχε πολλές ατέλειες και λάθη της τελευταίας στιγμής και παρόλο που τα περισσότερα λειτουργούσαν κάποια είχαμε πεπειστεί ότι δεν προλαβαίνουμε να τα ολοκληρώσουμε. Για την αποτελεσματικότερη και ολοκληρωμένη διεξαγωγή της διαδικασίας ήταν απαραίτητο να αφιερώσουμε αρκετό χρόνο για την εκτενέστερη εξήγηση κάποιων πτυχών των minigame που δεν είχαν την απαραίτητη επεξήγηση, ως αποτέλεσμα η συνολική διαδικασία διήρκεσε αρκετά. Παρ' όλα αυτά οι χρήστες έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις λεπτομέρειες και δεν τους φάνηκαν περιττές. Σχετικά με την διεπαφή, δεν φάνηκε σύνθετη στον χρήστη αλλά θα προτιμούσε περισσότερη καθοδήγηση όπως και κάποιου είδους επιβεβαίωση στις σκηνές όταν τελειώνει το παιχνίδι αλλά και ενδιάμεσα για να έχει σε έναν βαθμό την κατανόηση της ροής πέραν του storytelling. Στο κομμάτι του προγραμματισμού δεν υπήρχαν προβλήματα στην Unity, αλλά αντιμετωπίσαμε κάποια προβλήματα ασυμβατότητας με το Vufooria και αυτό είχε ως αποτέλεσμα κάποια script να μην λειτουργούν μέχρι τον βαθμό που θα θέλαμε.

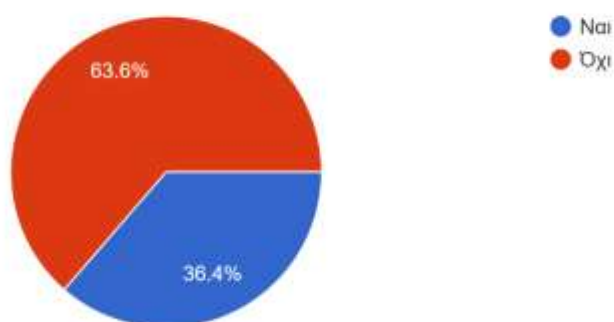
2.3.1 Αξιολόγηση Παιχνιδιού και μαθησιακών στόχων

Στην πρώτη αξιολόγηση που έγινε κατά την διάρκεια του μαθήματος Στουντίου 7α ελέγχθηκαν οι διεπαφές με χρήστες διαφόρων ηλικιακών. Οι διεπαφές χωρίζονται σε επαυξημένης πραγματικότητας, κινητού και μακέτας. Αντίστοιχα οι ηλικιακές ομάδες ήταν χωρισμένες σε παιδιά ηλικίας τρίτης και τετάρτης δημοτικού, πέμπτης & έκτης και τελικά σχεδιαστές απόφοιτοι της σχολής μαζί με προπτυχιακούς.

Αρχικά στήσαμε την μακέτα σε ανοιχτή κατάσταση με όλα τα παρελκόμενα σε ανοιχτή κατάσταση και το κινητό καθώς δεν μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε με bluetooth το συνδέσαμε κατευθείαν με τον

Ξέρεis πως φτιάχνετε το μέλι ?

11 responses



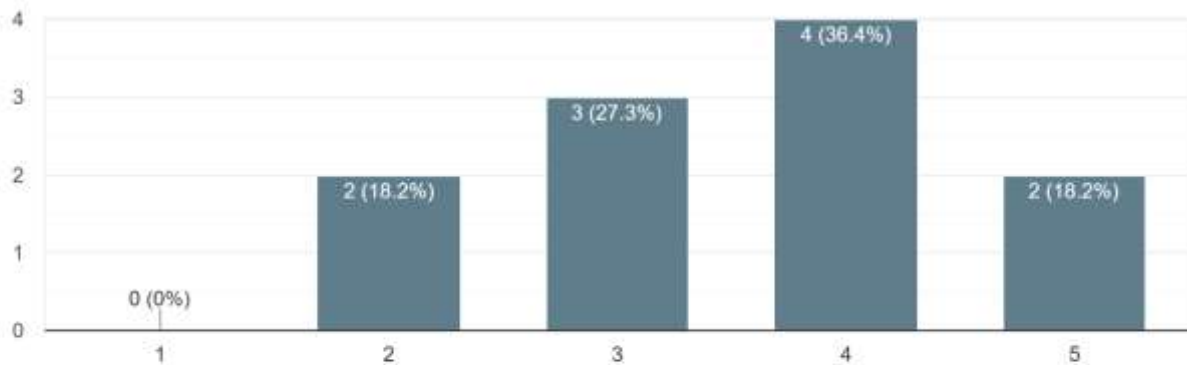
Εικόνα 34 Διάγραμμα στατιστικών δεδομένων

υπολογιστή μέσω του Unity Remote. Ο κάθε χρήστης με την σειρά του ακολούθησε την διαδικασία σειριακά όπως περιγράφεται παραπάνω. Σαφώς επειδή θέλαμε να ελέγξουμε κατά πόσο ο κάθε χρήστης μπορεί να βγάλει εις πέρας τις δοκιμασίες δεν εκλάβαμε ούτε προσπαθήσαμε να βρούμε χρήστες με εμπειρία στα παιχνίδια και τις διεπαφές τους. Παρόλα αυτά ρωτήσαμε πόσοι από αυτούς γνωρίζουν την διαδικασία και κατά πόσο ο καθένας είχε ευχέρεια με την τεχνολογία. Το ποσοστό ατόμων που γνωρίζανε έστω και

επιφανειακά την διαδικασία ανερχόταν στο 63.6% (δηλαδή οι 7 από τους 11) και αντίστοιχα η εξοικείωση με την τεχνολογία ήταν σε σχετικά καλά επίπεδα με μόλις 2 άτομα κάτω του μετρίου.

Πόση ευχέρεια έχεις με την τεχνολογία ?

11 responses

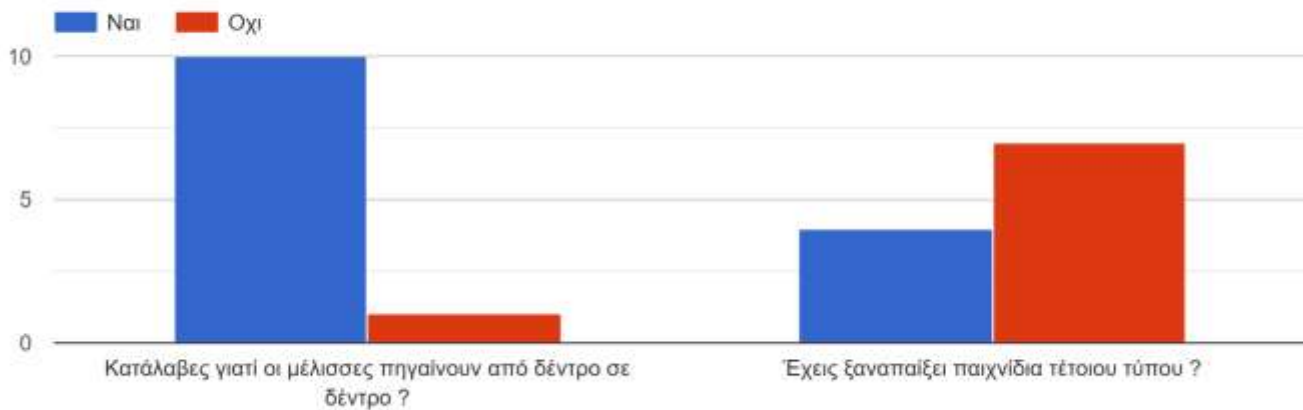


Εικόνα 35 Διάγραμμα που αναπαριστά την ευχέρεια των παιδιών να χρησιμοποιήσουν τεχνολογία

Αρχικά τα πρώτα τεστ διεξάχθηκαν με τους φοιτούμενους στην σχολή του Τμήματος Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων. Αρχικά το πρώτο στάδιο της διαδικασίας που ελέγχθηκε ήταν το βίντεο και κατά πόσο οι χρήστες πρόσεξαν τις λεπτομέρειες και τις πληροφορίες. Στην συνέχεια παρατηρήσαμε τους χρήστες από μακριά χωρίς να παρέχουμε βοήθεια ή να τους ζητήσουμε συγκεκριμένα να παρατηρούν το βίντεο. Όσοι είχαν προηγούμενες εμπειρίες ή ήδη γνωρίζανε την διαδικασία δεν παρατηρούσαν στενά το βίντεο, άλλοι που δεν γνωρίζανε τόσο παρακολουθούσαν την διαδικασία σε ένα λογικό επίπεδο εστίασης. Δεν θεωρήθηκε ότι χρειαζόταν να γίνει έλεγχος της παρακολούθησης των βίντεο καθώς σε κάποια δραστηριότητα αργότερα θα γίνει ανατροφοδότηση απευθείας από την ροή της διαδικασίας. Παρόλο που δεν υπήρχαν προβλήματα με τα βίντεο το μόνο σχόλιο που εκλάβαμε είναι **η διάρκεια τους καθώς δεν είναι εύκολο να κρατηθεί το ενδιαφέρον για πάνω από ένα λεπτό σε κάτι που κατά κύριο λόγο είναι πληροφοριακό** (R.Haworth 2011). Στο πρώτο παιχνίδι της διαδικασίας οι συμμετέχοντες όλων των ηλικιακών ομάδων είχαν δυσκολία στο σκανάρισμα των assets για την επαυξημένη πραγματικότητα. Κρατώντας το κινητό οριζόντια και προσπαθώντας να βρουν την κατάλληλη γωνία χάθηκε αρκετός χρόνος και για κάποια άτομα δεν λειτούργησε καθόλου. Μόνο κάποιοι έμπειροι χρήστες επαυξημένης πραγματικότητας κατάφεραν για ορισμένο χρονικό διάστημα να κρατήσουν τα assets ενεργά και να περάσουν κάποια βήματα της διαδικασίας. Τα παιδιά μικρής ηλικίας δεν κατάφεραν να πραγματοποιήσουν πρόοδο σημαντική αρκετά για να καταγραφεί ως έβρημα, λόγω αυτού το προβλήματα δεν καταφέραμε να βγάλουμε ακριβή δεδομένα ή χρήσιμα, τουλάχιστον ως προς το μαθησιακό στόχο και την ευχρηστία. Πέραν όμως της επιτόπιος παρατήρησης και των ερωτήσεων που γινόντουσαν κατά την διάρκεια στο τέλος απαντήσαν έμμεσα ένα ερωτηματολόγιο το οποίο έδειξε ότι παρά τις δυσκολίες κατανόησαν τον λόγο που οι μέλισσες πηγαίνουν από δέντρο σε δέντρο.

Όμως ο τρόπος διεπαφής ήταν κάτι καινούργιο για τους περισσότερους χρήστες κάτι που ενίσχυσε αρνητικά την εμπειρία καθώς ήταν εξ' αρχής και προβληματική καθιστώντας την ανατροφοδότηση ασαφή εκείνη την στιγμή.

Μινιgame 1ο: Σε αυτό το minigame τι κάνουν οι μέλισσες ?



Εικόνα 36 Διάγραμμα αναπαράστασης δεδομένων ανατροφοδότησης πρώτου παιχνιδιού

Ανάμεσα στο πρώτο και στο δεύτερο παιχνίδι της διαδικασίας υπάρχει το δεύτερο βίντεο που πραγματεύεται τον τρόπο που το μείγμα του μελιού παρασκευάζεται και φυλάσσεται μέχρι να ωριμάσει αρκετά ώστε να θεωρείτε μέλι. Αυτό το βίντεο είχε την περισσότερη παρακολούθηση καθώς ήταν η κύρια διαδικασία για τον τρόπο που το μέλι παράγεται και είναι σχετικά μικρό με πολλές πληροφορίες. Το πρόβλημα με αυτό είναι η ποσότητα της πληροφορίας που περιέχεται καθώς αρκετά από τα λεγόμενα σε αυτό το βίντεο χρειάστηκαν στο πέμπτο παιχνίδι στην σειρά. Την στιγμή που υλοποιήσαμε το παιχνίδι με την συγκεκριμένη σειρά παιχνιδιών και βίντεο δεν παρατηρήσαμε την συγκεκριμένη προβληματική κατάσταση.

Συνεχίζοντας την διαδικασία με το δεύτερο κομμάτι της, όλοι οι χρήστες παίξανε το παιχνίδι μόνοι και όχι ανά τέσσερα άτομα όπως είχε προβλέπει αρχικά να διεξάγουμε το πείραμα. Αυτό έγινε πρώτα από όλα για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε αν οι χρήστες καταλαβαίνουν την γενική εικόνα του παιχνιδιού και το User Interface (UI) όπως και τον σκοπό του. Αρκετοί από τους χρήστες δεν μπόρεσαν να κατανοήσουν την λογική

την ομαδικής ολοκλήρωσης του επιπέδου ή τον τρόπο που αυτό γίνεται παρόλο που υπήρχαν αρκετά διαφορετικά χειριστήρια και χαρακτήρες προς χειρισμό όπως και οι αντίστοιχες οδηγίες.

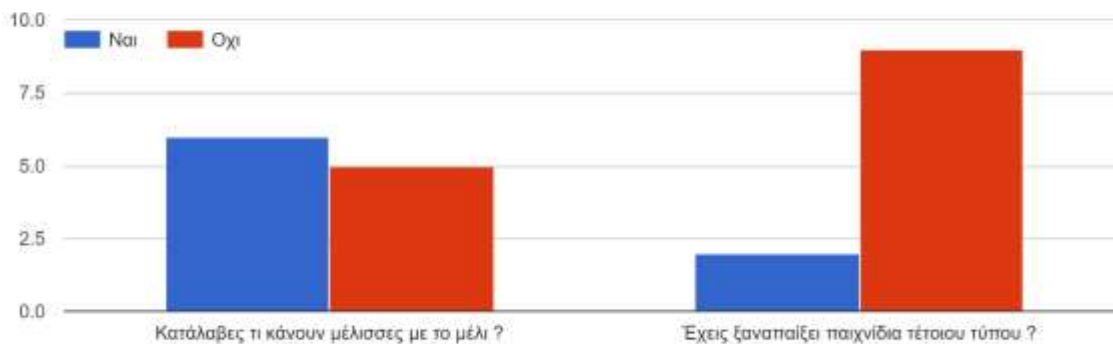


Εικόνα 37 Tutorial τρόπου παιχνιδιού δεύτερου παιχνιδιού

Μόλις έγινε ξεκάθαρος ο τρόπος με το οποίο λειτουργεί ο χειρισμός του παιχνιδιού όλοι μπόρεσαν να το φέρουν εις πέρας μετά από το μέγιστο των δύο προσπαθειών ανά άτομο. Οι συμμετέχοντες μικρότερης ηλικίας ήταν διχασμένοι σε δυο group, τα παιδιά του μικρότερου ηλικιακού group μετά από προφορική εξήγηση αλλά και καθοδήγηση δείχνοντας τους τον τρόπο με τα δικά μας χέρια, κατανόησαν τον τρόπο λειτουργίας και κατάφεραν αργότερα να το βγάλουν εις πέρας. Αντίθετα με το άλλο ηλικιακό group μεγαλύτερων μαθητών δημοτικού το οποίο περιείχε χρήστες που κατάφεραν να βγάλουν εις πέρας το παιχνίδι με λίγη έως καθόλου βοήθεια.

Επιπλέον η ομάδα των φοιτητών δεν είχε κάποιο πρόβλημα να βγάλει εις πέρας το παιχνίδι μιας και για αυτό όπως και για τα υπόλοιπα υπάρχουν οδηγίες.

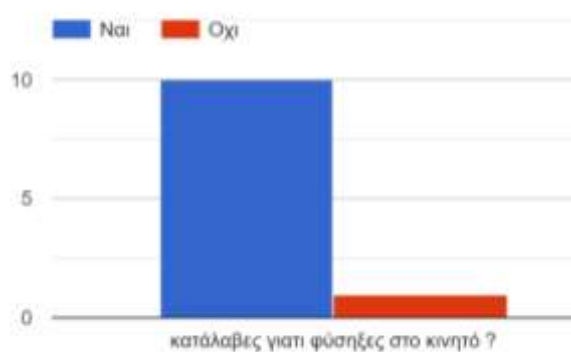
Μινιgame 2ο: Σε αυτό το minigame τι κάνουν οι μέλισσες ?



Εικόνα 38 Διάγραμμα αναπαράστασης αποτελεσμάτων αξιολόγησης Δεύτερου παιχνιδιού

Το τρίτο μέρος του παιχνιδιού αύξησε την πολυπλοκότητα του, οι διεπαφές μέσω επαυξημένης πραγματικότητας δημιούργησαν προβλήματα καθώς δεν συνεργαζόταν σωστά και όπως το θέλαμε. Όπως και οι οδηγίες που γράψαμε περιέγραφαν, οι χρήστες έπρεπε να σκανάρουν κάποιες φωτογραφίες μελισσών που βρίσκονταν πάνω στην “άδεια” κηρήθρα και ύστερα να πατήσει το πλήκτρο μέσω της οθόνης του κινητού το οποίο εμφανιζόταν αφού σταθεροποιούταν το σκανάρισμα την μέλισσας. Τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος ήταν κατά βάση αποτυχημένα καθώς η επαυξημένη πραγματικότητα δεν δούλευε όπως θα έπρεπε. Ανεξαρτήτως της μη λειτουργικότητας αυτού, οι οδηγίες αν και σαφείς δεν ήταν επαρκής για να μπορέσουν οι χρήστες να κατανοήσουν τον τρόπο παιχνιδιού. Μετά από κάποιες υποδείξεις και την μετατροπή του παιχνιδιού έτσι ώστε να μπορεί να παιχτεί χωρίς την χρήση επαυξημένης πραγματικότητας χάριν ευκολίας διεκπεραίωσης του πειράματος αρχίσαμε να έχουμε κάποιους χρήστες να καταφέρνουν να ολοκληρώνουν αυτό το κομμάτι της διαδικασίας. Παρόλα αυτά ένα μεγάλο ποσοστό χρηστών, της τάξεως του 70% από όλα τα group συνολικά, δεν κατάφερε να πραγματοποιήσει ούτε μια διεπαφή επαυξημένης πραγματικότητας, ενώ τα αλλά 30% αυτών με αρκετές υποδείξεις και προσπάθειες καταφέρναν να ολοκληρώσουν τουλάχιστον μία διεπαφή.

Προχωρώντας στο επόμενο μέρος της σειριακής διαδικασίας οι μέλισσες εξατμίζουν το νερό από το μείγμα που τοποθετήσαν στην κηρήθρα και έπειτα την σφραγίζουν με κερί. Αυτή η εργασία των μελισσών προσομοιώθηκε με την βοήθεια του κινητού σε πρώτη φάση και έπειτα με απτή διεπαφή της μακέτας. Ευτυχώς αυτό το κομμάτι της διαδικασίας ήταν αρκετά απλοποιημένο με απλές οδηγίες υλοποίησης οπότε δεν δυσκόλεψε τους χρήστες να το φέρουν εις πέρας. Φυσώντας στο μικρόφωνο του κινητού μετατρέψαμε την ένταση (Decibel (dB)) του ήχου του φυσήματος σε ταχύτητα φτερουγίσματος των μελισσών. Αυτός ο τύπος διεπαφής δεν αποτέλεσε πρόβλημα και απέσπασε θετικά σχόλια στην ανατροφοδότηση. Σε επόμενη φάση ο χρήστης για να ολοκληρώσει αυτό το minigame θα πρέπει να φτιάξει το εκτυπωμένο παζλ κηρήθρα το οποίο επίσης δεν είχαν πρόβλημα οι χρήστες να επιλύσουν. Η συγκεκριμένη διεπαφή ήταν ιδιαίτερα ευχάριστη και διασκεδαστική για τα παιδιά μικρότερη ηλικίας.



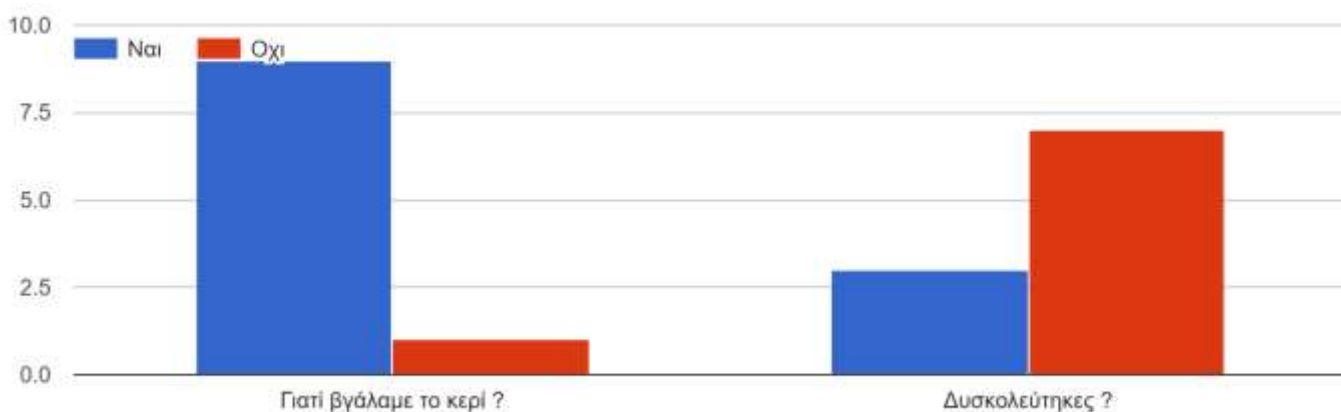
Εικόνα 39 Διάγραμμα αναπαράστασης κατανόησης τέταρτου παιχνιδιού

Ακολουθώντας την σειριακή διαδικασία ο χρήστης παρακολουθεί το τρίτο και τελευταίο βίντεο το οποίο παρουσιάζει την δουλειά που κάνει ο μελισσοκόμος.

Παίρνοντας στα χέρια του την διαδικασία ο μελισσοκόμος μπαίνουμε στο πέμπτο minigame στην σειρά το οποίο ήταν ένα quiz από ερωτήσεις σχετικά με τα τέσσερα προηγούμενα κομμάτια της διαδικασίας. Χρησιμοποιήσαμε αυτό το τρόπο για να δείξουμε την λειτουργία του καπνιστηρίου με τον μηχανισμό της επιβράβευσης ανά σωστή απάντηση. Έτσι ο χρήστης με κάθε σωστή απάντηση είχε την ευκαιρία να καπνίσει το μελίσι και να “ηρεμήσει” τις μέλισσες. Οι ερωτήσεις ήταν απλές αλλά όχι απλές αρκετά για τους μικρότερους ηλικιακά χρήστες καθώς περιείχε ορολογία την οποία δεν θυμόντουσαν ή δεν μπορέσαν να συγκρατήσουν. (διάγραμμα 5) Για τους υπόλοιπους χρήστες η διαδικασία ήταν λογικών πλαισίων και είχαν λογικό ποσοστό επιτυχίας ανάλογα την προσοχή που έδειξαν στα μικρά ενημερωτικά animation(κινούμενα

σχέδια) ή στην προϋπάρχουσα γνώση των χρηστών (διάγραμμα 2). Βάση των γενικών στατιστικών η προβληματική κατάσταση που παρατηρήθηκε (αναφέρεται στο σημείο που μιλάμε για το δεύτερο βίντεο) εν τέλει δεν επηρέασε δραστικά την εμπειρία ούτε τα αποτελέσματα.

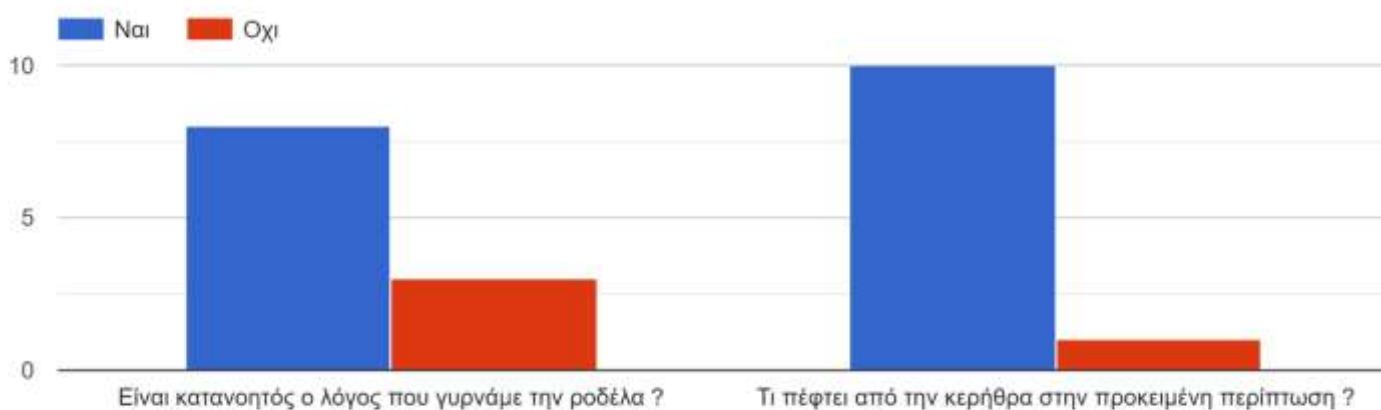
Μινιgame 6ο: Σε αυτό το minigame τι κάνουν οι μέλισσες ?



Εικόνα 40 Αξιολόγηση έκτου παιχνιδιού

Στην συνέχεια ο μελισσοκόμος με το ειδικό εργαλείο που ονομάζεται ξεστό αφαιρεί το κερί και προετοιμάζει την κηρήθρα για το επόμενο κομμάτι της διαδικασίας. Αυτή την εργασία ο μαθητής την πραγματοποιεί με παρόμοιο τρόπο χρησιμοποιώντας το παζλ ως κηρήθρα και ένα μικρό εργαλείο που προσομοιώνει το ξεστό. Με το εργαλείο αυτό αφαιρεί τα κομμάτια του πάζλ τα οποία πρότινος τοποθετήθηκαν στο τρίτο παιχνίδι. Οι

Μινιgame 7ο: Σε αυτό το minigame τι κάνουν οι μέλισσες ?

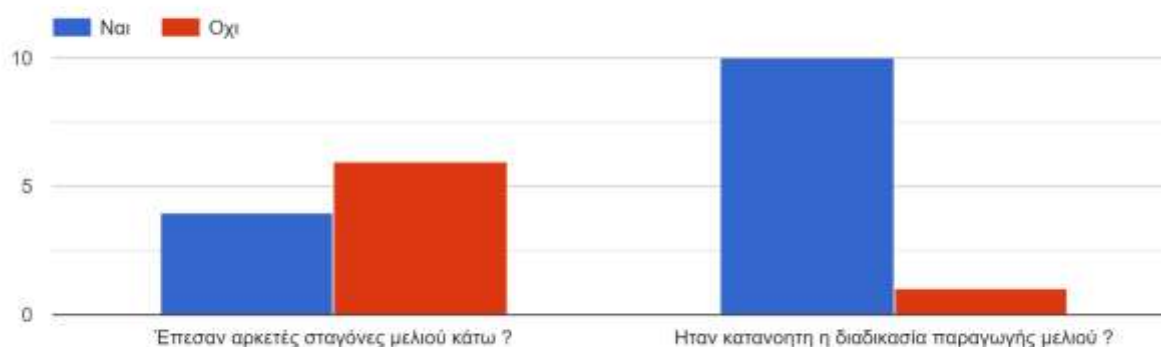


Εικόνα 41 Αξιολόγηση έβδομου παιχνιδιού

συμμετέχοντες δεν είχαν πρόβλημα να ολοκληρώσουν την εργασία κάποιιο σχολίασαν το πάχος του εργαλείου και ένας χρήστης το έσπασε κατά την διάρκεια του πειράματος και χρειάστηκε να το αντικαταστήσουμε για να μπορέσει το πείραμα να συνεχιστεί. Για να ελέγξουμε αν οι μαθησιακοί στόχοι που θέσαμε καταφέρναν τον σκοπό τους όπως και στα υπόλοιπα παιχνίδια ρωτήσαμε αν ο χρήστης κατανόησε τον λόγο που τοποθετήσαμε την κηρήθρα στον μελιτοεξαγωγέα και γυρνάει τον μοχλό. Τα οκτώ από τα έντεκα άτομα που συμμετείχαν απάντησαν σωστά την ερώτηση και δεν είχαν πρόβλημα να ολοκληρώσουν την εργασία που τους ζητήθηκε να κάνουν.

Τέλος η εργασία που ο μελισσοκόμος πραγματοποιεί για να ολοκληρώσει την διαδικασία παραγωγής μελιού είναι να μαζέψει το μέλι που πέφτει από το κωνικό σημείο του μελιτοεξαγωγέα. Με την ίδια λογική οι χρήστες μαζεύουν το μέλι που πέφτει με διασκεδαστικό τρόπο. Το είδος παιχνιδιού που χρησιμοποιεί το αξελερόμετρο είναι ευρέως διαδεδομένο οπότε κάποιιοι χρήστες παρόλο που στην αρχή δυσκολευτήκαν μετά από λίγες προσπάθειες προσαρμόστηκαν στον τρόπο παιχνιδιού και τελείωσαν την διαδικασία. Κάποια σχόλια και παρατηρήσεις που έγιναν κατά την διάρκεια παιχνιδιού ήταν οι ταχύτητα των σταγόνων και του βάζου σε σχέση με το αξελερόμετρο. Ο πρώτος διχασμός επήρθε στην ταχύτητα των σταγόνων καθώς κάποιιοι προτιμούσαν οι σταγόνες να πέφτουν ταχύτερα ενώ κάποιιοι άλλοι πιο αργά.

Μινιgame 8ο: Σε αυτό το minigame τι κάνουν οι μέλισσες ?



Εικόνα 42 Αξιολόγηση όγδοου παιχνιδιού

2.4 Συμπεράσματα Αξιολόγησης

Στο πείραμα αυτό οι χρήστες ήρθαν σε επαφή με την μακέτα και τα εκτυπωμένα εργαλεία όπως και με τα παιχνίδια του κινητού που συνεργάζονται με αυτά τα δυο. Οι χρήστες αρχικά δεν μπορούσαν να φανταστούν τι είδους παιχνιδιού ή τύπους διαδράσεων έχουμε χρησιμοποιήσει. Η επαυξημένη πραγματικότητα ήταν το μεγαλύτερο πρόβλημα που είχαμε και δεν μπορούσαμε να διαχειριστούμε σε σημείο που σε κάποιες περιπτώσεις την απενεργοποιήσαμε. Επιπλέον στο παιχνίδι που προσομοιώσαμε την τροφάλλαξη παρόλο που δούλευε χωρίς πρόβλημα οι χρήστες δεν ήταν ιδιαίτερα ενθουσιασμένοι. Αντιθέτως με αυτά οι υπόλοιπες διεπαφές στα παιχνίδια μιας και ήταν μοναδικές, τουλάχιστον στο κοινό που εξετάζαμε σε αυτή την αξιολόγηση, τραβήχτηκε περισσότερο η προσοχή και ήταν περισσότερο διαδραστικές. Τα παιδιά

μικρότερη ηλικίας είχαν προτιμήσει τα παιχνίδια που περιείχαν μέσα το εκτυπωμένο παζλ ενώ τα παιδιά λίγο μεγαλύτερη ηλικίας εξέφρασαν μεγαλύτερη προτίμηση στα παιχνίδια που είχαν διεπαφές με Arduino και άλλες διεπαφές που τα κλασικά παιχνίδια δεν συνηθίζουν να χρησιμοποιούν όπως το φύσημα. Οι μαθησιακοί στόχοι αυτού του παιχνιδιού επιτεύχθηκαν μέχρι έναν βαθμό αλλά όχι με τον κατάλληλο ή επιθυμητό τρόπο σύμφωνα με την κρίση μας καθώς δεν ήταν όλα τα παιχνίδια ελκυστικά ή διασκεδαστικά ή σε μερικές περιπτώσεις απόλυτα λειτουργικά. Με τα εργαλεία αξιολόγησης που χρησιμοποιήσαμε θεωρώ ότι έχουμε μαζέψει τις πληροφορίες με σαφή και ασφαλές τρόπο. Το κομμάτι που δεν είμασταν σίγουροι και εν τέλει δεν πετύχαμε τον σκοπό μας είναι να κρίνουμε σωστά τους τρόπους διεπαφών σε σχέση με τις ηλικίες των συμμετεχόντων. Πιο συγκεκριμένα κάποιες διεπαφές επαυξημένης πραγματικότητας ήταν εκτός των δυνατοτήτων των μικρότερων ηλικιών. Επίσης η ηλικίας έπαιξε μεγάλο ρόλο στον τρόπο που οι οδηγίες διαβάζονταν και εφαρμόζονταν όποτε κάποιες εκφράσεις μελλοντικά θα πρέπει να αλλαχτούν και να γίνουν περισσότερο συγκεκριμένες και απλοποιημένες, και στο λεξιλόγιο και στον τρόπο γραφής. Με αυτό το πείραμα εκλάβαμε σημαντικά δεδομένα για τους χρήστες αλλά και για τους δασκάλους/καθηγητές που θα είναι οι άμεσα επηρεαζόμενοι από την αλλαγή του τρόπου εκπαίδευσης σε τομείς που η πρωτοβάθμια εκπαίδευση δεν περιέχει στο βασικό πρόγραμμα σπουδών. Η ψηφιοποίηση της πληροφορίας εκπαιδευτικού χαρακτήρα σε παιχνίδι και η διασκεδαστική μάθηση που είχαν οι χρήστες κατά την διάρκεια του πειράματος ήταν ένας από τους στόχους που θεωρητικά πετύχαμε μέχρι έναν βαθμό. Στην πραγματικότητα οι περισσότεροι καθηγητές/ δάσκαλοι **θέλουν** να «μεταναστεύσουν» στην διαδραστική εκπαίδευση αλλά δεν γνωρίζουν αν ποιοτικά αξίζει μιας και η εκπαίδευση και «καλύτερος τρόπος» για τον κάθε εκπαιδευτικό διαφέρει και θα πρέπει ο καθένας να κάνει ποιοτικό έλεγχο στο κάθε ένα παιχνίδι τέτοιου τύπου πριν το επιλέξει προς χρήση. Σαν μελλοντική δουλειά θέλουμε να βελτιστοποιήσουμε και επανασχεδιάσουμε το σύστημα έτσι ώστε όλα τα παιχνίδια και οι διεπαφές να είναι διασκεδαστικές και να επιτυγχάνουν όλους τους μαθησιακούς στόχους που θέσαμε στην αρχή αυτού του πειράματος.

3 Επανασχεδίαση

Λαμβάνοντας υπόψη την ανατροφοδότηση της προηγούμενη αξιολόγησης και μερικών νέων στοιχείων θα προχωρήσουμε στην επανασχεδίαση της εφαρμογής για να επιτύχουμε τους στόχους που θέσαμε στην μελλοντική εργασία. Οι στόχοι μας δεν αλλάζουν αλλά οι ομάδα χρηστών που θα επικεντρωθούμε δεν θα είναι πλέον παιδιά δημοτικού αλλά παιδιά δέκα ετών μέχρι δεκατριών.

Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι πρότινος η εφαρμογή είχε πλαίσιο χρήσης σχολική τάξη αλλά πρέπει να προσδιοριστεί καλύτερα. Πιο συγκεκριμένα το νέο πλαίσιο χρήσης που θα χρησιμοποιείται θα είναι εκπαιδευτικά προγράμματα για σχολικές ομάδες τα οποία κατασκευάζονται από διάφορες εκπαιδευτικές ομάδες και είτε προωθούνται μόνοι τους είτε από μουσεία. Προχωρώντας στην εφαρμογή καταλάβαμε ότι έπρεπε να αλλάξουμε τις προβληματικές εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας και το κείμενο των οδηγιών όπως και το μήκος των βίντεο. Με αυτές τις αλλαγές θα επιτύχουμε την βελτιστοποίηση των διαδράσεων στον τομέα της εκμάθησης και της διασκέδασης. Η βασικότερη πτυχή στην επανασχεδίαση είναι η ενίσχυση της λειτουργικής συνεργατικότητας. Ακολουθώντας την θεωρία του Learning-by-doing και το γεγονός ότι τα παιχνίδια που προσομοιώνουν μια διεργασία με διάφορες απτικές διεργασίες θέλουμε να αυξήσουμε την φυσικότητα της διεπαφής και τις ιδιότητες που μπορούν να ενσωματωθούν (Sapounidis & Demetriadis, 2009) καθώς χάρις αυτές τις αλλαγές το παιχνίδι θα πετύχει τον σκοπό του ευκολότερα και πιο αποτελεσματικά.

3.1 Προβληματικοί χώροι & Αλλαγές

3.1.1 Παιχνίδια διαδικασίας και οδηγίες

Κάτι ακόμα που πρέπει να προσέξουμε είναι η απλοποίηση της πληροφορίας στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών δημοτικού το οποίο είναι το focus group μας. Οι οδηγίες πριν κάθε παιχνίδι όπως και ο τρόπος που λειτουργεί το καθένα είναι βασικά στοιχεία τα οποία πρέπει να είναι σε ένα ποσοστό απλοποιημένα αρκετά ώστε να μπορούν να το κατανοήσουν τα παιδιά αυτής της ηλικίας (Δημητριάδης 2015). Όπως και στα βίντεο animation που δείχνουν τον τρόπο που η μέλισσα και ο μελισσοουργός εργάζονται έτσι και στις οδηγίες των παιχνιδιών περιέχονται ορολογίες και δυσνόητες λέξεις που οι χρήστες μερικές φορές χρειάστηκε να ρωτήσουν τον υπεύθυνο για εξηγήσεις. Αυτές οι λέξεις και ο τρόπος γραφής γύρο από αυτές είναι μερικά παραδείγματα πληροφοριών που πρέπει να απλοποιηθούν. Ξεκινώντας την διαδικασία οι μαθητές αντικρίζουν τις οδηγίες του παιχνιδιού στο οποίο οι μέλισσες συλλέγουν την γύρη από τα φυτά με την βοήθεια της επαυξημένης πραγματικότητας. Οι οδηγίες ήταν κατανοητές από ένα καλό ποσοστό συμμετεχόντων και δεν προβλημάτισαν τη ροή του παιχνιδιού, αλλά μια προβληματική κατάσταση ήταν ότι οι μαθητές δεν ήξεραν πως να προχωρήσουν στην επόμενη φάση της διαδικασίας. Αρχικά η διεπαφή ήταν το άγγιγμα της οθόνη όπως είναι ακόμα, αλλά με την διαφορά ότι πλέον έχουμε πρόσθεση την γραπτή παρότρυνση στο κάτω μέρος έτσι ώστε όταν ο χρήστης την διαβάσει να γνωρίζει ότι πρέπει να πιάσει την οθόνη για να πάει στο παιχνίδι. Μόλις άνοιξε η πρώτη σκηνή του παιχνιδιού ο χρήστης θα έπρεπε να σηκώσει την κινητή συσκευή και να καταφέρει να εμφανίσει μέσα σε αυτή το επαυξημένο περιβάλλον σκανάρωντας την μακέτα και την μέλισσα. Χρησιμοποιώντας το Vuforia engine για τις διεπαφές της επαυξημένης πραγματικότητας μας δημιούργησε ένα πρόβλημα που δεν μπορούσαμε να λύσουμε οπότε είχαμε κάποιες ασταθείς ή μη λειτουργικές διεπαφές κατά την διάρκεια την αξιολόγησης. Επίσης τα αντικείμενα που έπρεπε να σκαναριστούν ήταν μικρά σε μέγεθος και δεν μπορούσαν αναγνωριστούν από την μηχανή επαυξημένης πραγματικότητας οπότε έπρεπε να χρωματιστούν σε πολλαπλά διαφορετικά χρώματα που δεν ακολουθούν

την φυσική χρωματική παλέτα αντικειμένου χαλώντας έτσι την φυσικότητα της διεπαφής και την αίσθηση της προσομοίωσης. Η συσκευή που έπρεπε να δουλεύει η εφαρμογή θα έπρεπε να έχει απαραίτητα multi – touch επιλογή αλλιώς δεν θα δούλευε το παιχνίδι όπως ήταν σχεδιασμένο. Κατά την διάρκεια των αξιολογήσεων η συγκεκριμένη επιλογή της συσκευής ήταν ενεργή και μπορέσαμε να παίξουμε το παιχνίδι αλλά όταν δοκιμάσαμε να παίξουμε 4 άτομα ταυτόχρονα η συσκευή δεν μπόρεσε να δεχθεί όλες τις επαφές σαν διαφορετικές και μοναδικές. Έχοντας αυτά τα δεδομένα μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι κατά την διάρκεια των τεστ πολλοί χρήστες δεν μπόρεσαν να εμπιστευτούν στην διαδικασία του παιχνιδιού επειδή συχνά έπρεπε να επισκευαστούν οι διεπαφές που δεν λειτουργούσαν σωστά. Αυτά τα προβλήματα δημιουργούσαν κακή εμπειρία στον χρήστη που προσπαθούσε επανειλημμένα να σκανάρει το αντικείμενο χωρίς εν τέλει να τα καταφέρνει. Στην προκειμένη περίπτωση έπρεπε να αλλάξουμε όλο το σύστημα της επαυξημένης πραγματικότητας καθώς οι δυσκολίες λειτουργίας του παιχνιδιού δυσκόλευαν την πραγματοποίηση και ολοκλήρωση του κομματιού της διαδικασίας παραγωγής μελιού. Σαν στόχο θέσαμε ο σχεδιασμός να είναι βιώσιμος και διασκεδαστικός κρατώντας ακόμα τον ίδιο μαθησιακό στόχο για την αρχή της διαδικασίας. Η επικεντρώσει της προσοχής των μαθητών παρόλα αυτά ήταν στα τρισδιάστατα εκτυπωμένα αντικείμενα, δηλαδή την μέλισσα και τον χάρτη. Οπότε αλλάζοντας τον τρόπο ανάδειξης του μαθησιακού στόχου κρατώντας τα ίδια εκτυπώσιμα κομμάτια ήταν σημαντικό για να πετύχουμε καλύτερη κατανόηση του στόχου και της διαδικασίας της μελισσοκομίας.

Στην συνέχεια επανασχεδιάστηκαν οι οδηγίες παιχνιδιού του δεύτερου παιχνιδιού όπως και το παιχνίδι εξ ολοκλήρου. Οι οδηγίες ήταν ξεκάθαρες στον τρόπο παιχνιδιού αλλά κάτι που ξεχάστηκε να αναφερθεί σε αυτές είναι η ποσότητα παικτών που απαιτείται για να μπορέσει το παιχνίδι να παιχτεί. Στις αξιολογήσεις το μεγαλύτερο πλήθος των προσπαθειών έγινε από έναν χρήστη ο οποίος ολοκλήρωνε την διαδικασία αλλά δεν μπόρεσε να αποκομίσει κάτι παραπάνω από την θεωρία της τροφάλλαξης καθώς δεν υπήρχε ομαδικότητα ούτε διασκέδαση. Η διαδικασία έγινε μονότονη και βαρετή στο συγκεκριμένο παιχνίδι και δεν άφησε κανένα χρήστη ικανοποιημένο. Επίσης ο προσομοιωτικός χαρακτήρας του παιχνιδιού δεν αναδύθηκε καθώς ο τρόπος που επιλέξαμε να προσεγγίσουμε και να αναδείξουμε την διαδικασία της τροφάλλαξης δεν έμοιαζε με τη πραγματικότητα σε κανένα τομέα. Για να πετύχουμε καλύτερα τους μαθησιακούς στόχους αλλά να παράγουμε κάτι εξίσου διασκεδαστικό και ολοκληρωμένο θα πρέπει να αλλάξει ο τρόπος διεπαφής και η διαδικασία ανάδειξης του τρόπου που γίνεται η τροφάλλαξη. Θα πρέπει με αυτή την επανασχεδίαση να μπορούν οι μαθητές να κατανοήσουν τι είναι η τροφάλλαξη και για ποιόν λόγο γίνεται χωρίς την βοήθεια των ειδικών και θα χρειαστεί η διαδικασία να είναι περισσότερο διαδραστική και διασκεδαστική για τα παιδιά. Επίσης υπάρχει περιθώριο σχεδίασης μιας διάδρασης που να προωθεί την ομαδικότητα όπως και το ανταγωνισμό ταυτόχρονα παροτρύνοντας τα παιδιά να συναγωνιστούν ώστε να δουν ποια μέλισσα κατάφερε να φτάσει πρώτη στον στόχο της. Άλλες αλλαγές που έγιναν στα παιχνίδια μετά της ανατροφοδότησης ήταν η προσθήκη μιας ένδειξης επιτυχίας στο quiz που έχουμε τέταρτο πλέον στην σειρά και μία άλλη αλλαγή είναι η ταχύτητα ροής μελιού από τον μελιτοεξαγωγέα στο έκτο παιχνίδι της σειράς και τελευταίο. Τέλος τα μικρά άσκοπα παιχνίδια με επαυξημένη πραγματικότητα για την χρήση του παζλ-κηρήθρα αφαιρέθηκαν καθώς η διεπαφή τους ήταν απλή και φαινόταν στους χρήστες σαν ασήμαντη και την προσπερνούσαν. Οι διεργασίες του σφραγίσματος των κελιών και την αποσφράγιση αργότερα από τον μελισσοκόμο, ενσωματώθηκαν στα παιχνίδια στεγνώματος μελιού και καπνίσματος του μελισσιού αντίστοιχα. Με αυτό ελπίζουμε να μικρύνουμε την χρονική διάρκεια και να πετύχουμε στην δέσμευση της προσοχής των παικτών για περισσότερο χρονικό διάστημα κατά την ώρα του παιχνιδιού.

3.1.2 Βίντεο animation

Ένα άλλο κομμάτι του παιχνιδιού που χρειάζεται «επισκευή» είναι τα βίντεο και η διάρκεια τους καθώς θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η διάρκεια που τα παιδιά μπορούν να κρατήσουν ακλόνητη την προσοχή τους σε μία εφαρμογή ή διαδικασία (CODISH και RAVID 2015). Σαν ομάδα θεωρήσαμε ότι πρέπει να συμπεριλάβουμε πληροφορίες που στην διαδικασία του παιχνιδιού δεν θα δούμε ούτε θα αλληλοεπιδράσουμε με αυτές για να έχει ο χρήστης περαιτέρω γνώσεις όχι άμεσα συνδεδεμένες με την διαδικασία παραγωγής μελιού και με την μέλισσα. Αυτό επέφερε την αύξηση της ποσότητας της πληροφορίας που εκλαμβάνει κάποιος μέσα σε κάποια συγκεκριμένη ώρα και την αύξηση του χρόνου που οι χρήστες πρέπει να παρακολουθούν χωρίς να πράττουν. Κατά συνέπεια οι χρήστες είτε έχαναν το ενδιαφέρον τους στα ενημερωτικά βίντεο κινουμένων σχεδίων είτε ξεχνούσαν σημαντικές πληροφορίες για την ολοκλήρωση του παιχνιδιού.

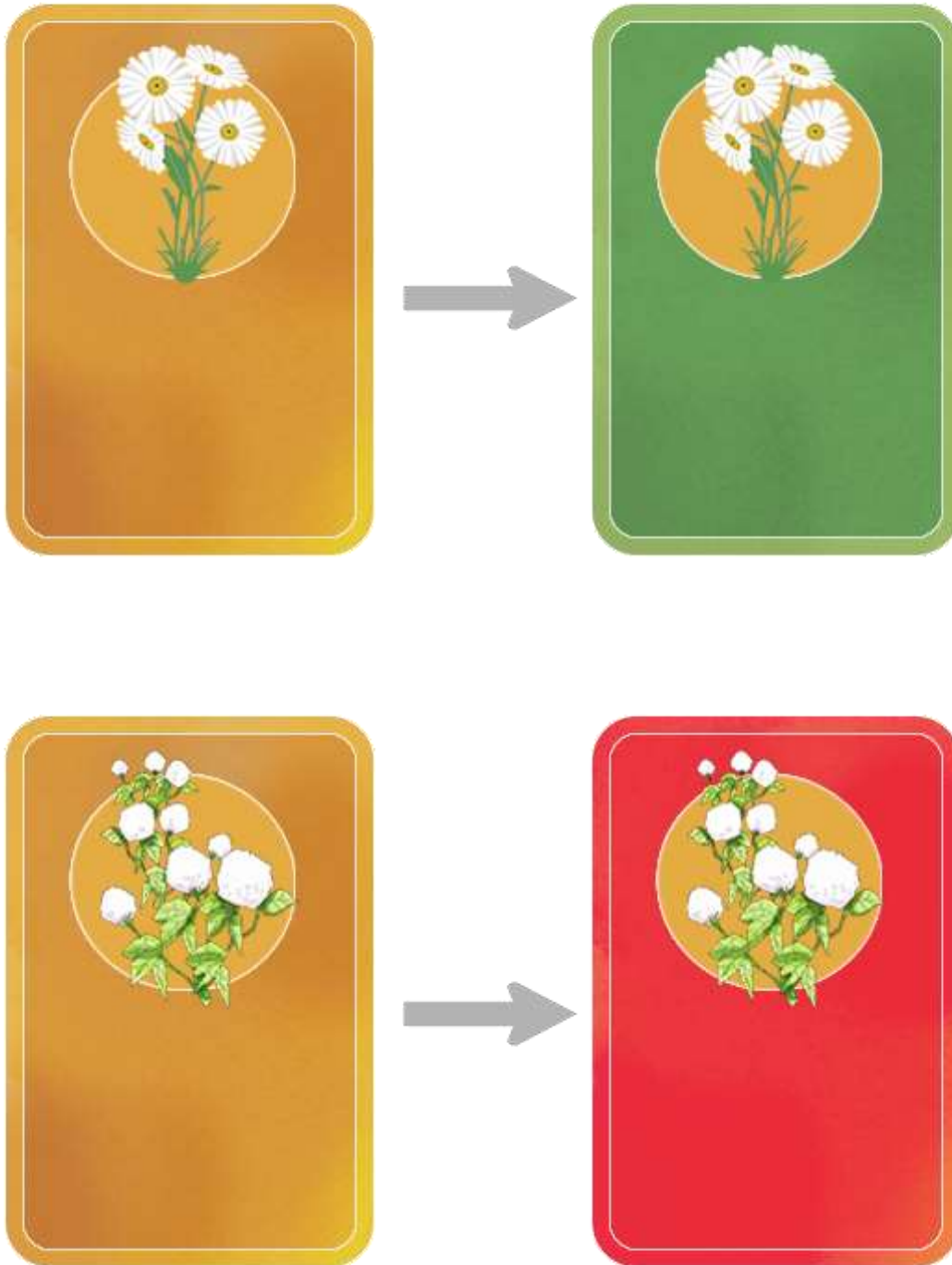
3.2 Σχεδίαση νέων διαδράσεων

Έτσι καταλήξαμε αρχικά να μειώσουμε την διάρκεια των ενημερωτικών βίντεο και να αφαιρέσουμε πληροφορίες που δεν είναι χρήσιμες άμεσα στην διαδικασία παραγωγής μελιού.

Ξεκινώντας την επανασχεδίαση των παιχνιδιών το πρώτο παιχνίδι το αλλάξαμε και φτιάξαμε άλλη μορφή διεπαφής που δίνει περισσότερη σημασία στην πληροφορία που προσπαθούμε να περάσουμε στον χρήστη. Αντί για επαυξημένη πραγματικότητα οι χρήστες πρέπει να συνεργαστούν ανά 2 άτομα για να καταφέρουν να ολοκληρώσουν την εργασία και να φτάσουν στον στόχο τους. Αρχικά ο ένας χρήστης θα κρατάει το φυτώριο στα χέρια του που θα βρίσκετε σε ηλεκτρονική μορφή εντός της εφαρμογής. Ο χρήστης με το φυτώριο θα πρέπει να τροφοδοτεί με πληροφορίες τον δεύτερο χρήστη που θα πρέπει με την σειρά του να εντοπίσει τα φυτά που θα του περιγράψει ο πρώτος και να αφήσει την μέλισσα για ένα μικρό χρονικό διάστημα πάνω από το φυτό.

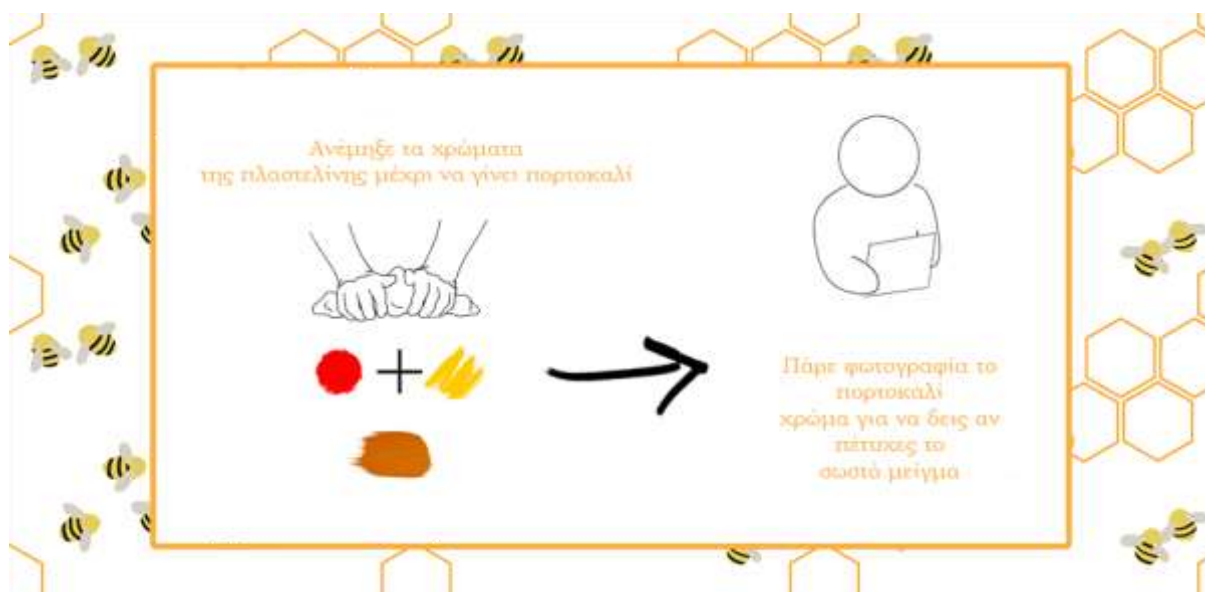


Για κάθε σωστό φυτό που η μέλισσα άγγιξε στο φυτώριο θα φαίνεται η αντίστοιχη ανατροφοδότηση για να γνωρίζει ο πρώτος χρήστης τις διεργασίες του άλλου. Το παιχνίδι τελειώνει όταν οι χρήστες πληρούν τις προϋποθέσεις οι οποίες είναι να έχουν αγγίξει την μέλισσα και στα 4 φυτά από τα οποία επιτρέπεται οι μέλισσες να μαζέψουν γύρη και νέκταρ.



Εικόνα 43 Τρόπος υπόδειξης σωστής και λανθασμένης επιλογής

Το δεύτερο παιχνίδι επιλέχθηκε να προσαρμοστεί στα δεδομένα κάποιας διεργασίας που προσομοιώνει καλύτερα την τροφάλλαξη απ' ό τι η προηγούμενη του έκδοση. Ξεκινώντας την επανασχεδίαση αλλάχτηκαν οι οδηγίες του παιχνιδιού και προστέθηκαν περισσότερα χρώματα και στις οδηγίες και στο παιχνίδι. Το παιχνίδι αυτό χρησιμοποιεί την πλαστελίνη σαν κύριο υλικό και το κινητό σαν μέσω επιβεβαίωσης της ολοκλήρωσης της διαδικασίας. Στο παιχνίδι αυτό ζητείται από τους παίκτες να πλάσουν κόκκινη και κίτρινη πλαστελίνη μέχρι να καταφέρουν να φέρουν το μίγμα στο επιθυμητό χρώμα το οποίο



Εικόνα 44 Οδηγίες παιχνιδιού δεύτερου παιχνιδιού

έπειτα σκανάρουν με την κάμερα του κινητού για να λάβουν ανατροφοδότηση για την κατάσταση του μείγματος. Όταν οι μαθητές καταφέρουν και παράξουν το επιθυμητό χρώμα τότε πραγματοποιούν μια λήψη φωτογραφίας της πλαστελίνης έτσι ώστε το παιχνίδι να εκτιμήσει και να αποδεχθεί το μείγμα ώστε να προχωρήσει η διαδικασία στο επόμενο βήμα. Έχοντας παρατηρήσει και συζητήσει με τους χρήστες την διαφορά μεταξύ ενός παίκτη και τεσσάρων σε αυτό το παιχνίδι αποφασίστηκε να γίνει η αλλαγή σε ένα παιχνίδι που να μπορούν τα άτομα να αλληλοεπιδράσουν και να εκλάβουν τα ερεθίσματα κανονικά ώστε να μπορούν να κρίνουν την επόμενη τους κίνηση μετά από στοχασμό και όχι εμπειρικά ή με την βοήθεια της τύχης (Martin Schrepp 2017). Έτσι θα έχουμε την δυνατότητα να κρίνουμε αν ο χρήστης μπορεί να προσαρμόσει το γνωστικό του επίπεδο και να πράξει αναλόγως για να ολοκληρώσει την διαδικασία η οποία θέλουμε να είναι όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική. (Δημητριάδης 2015)

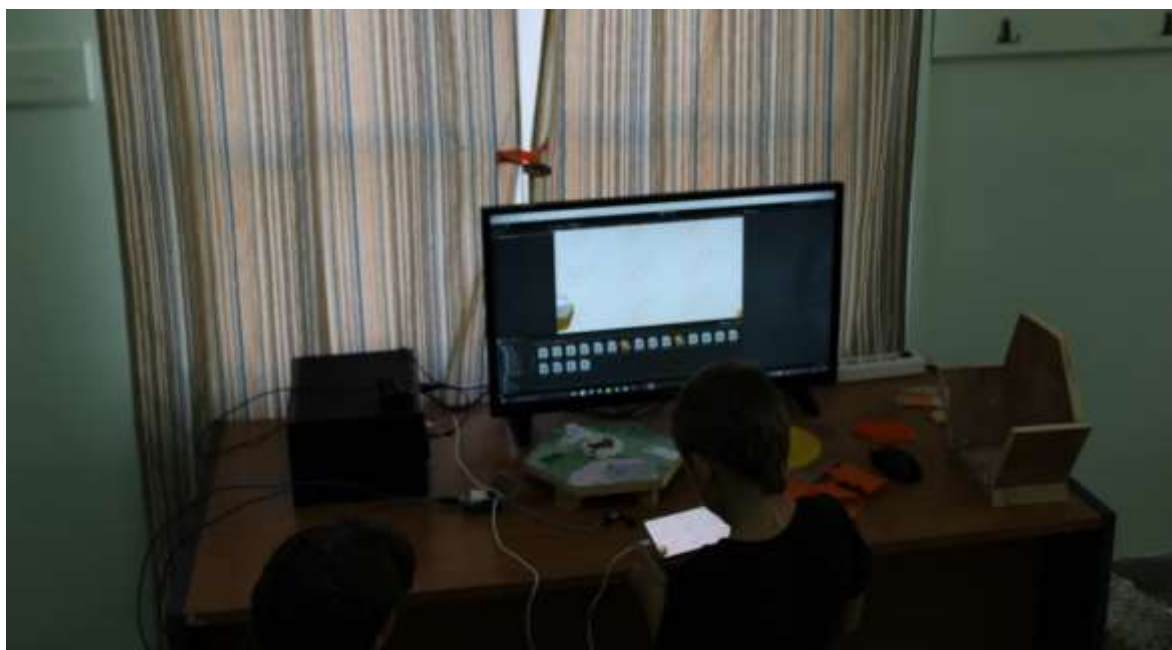
Τα παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας που αφορούσαν το σφράγισμα και αποσφράγισμα αφαιρέθηκαν από την σειρά σαν παιχνίδια αλλά σαν μέρος την διαδικασίας ενσωματώθηκαν στα υπόλοιπα παιχνίδια για να μειωθεί ο χρόνος παιχνιδιού έτσι ώστε να μην χάνετε η προσοχή του χρήστη. Τα παιχνίδια που απορροφούν την διαδικασία του σφραγίσματος και αφαίρεσης σφραγίσματος όπως είπαμε προηγουμένως, είναι το στέγνωμα του μελιού και το κάπνισμα του μελισσιού. Πλέον σε αυτά τα παιχνίδια μόλις επιτευχθεί ο στόχος τους εμφανίζεται στην θέση του πλήκτρου που προχωράει την διαδικασία ένα ενημερωτικό το οποίο ζητάει από τον χρήστη να ολοκληρώσει το παζλ για να συνεχίσει ή αντίστοιχα με το εργαλείο να αφαιρεί το κερί που έχει σφραγίσει την κηρήθρα για να προχωρήσει η ροή του παιχνιδιού. Παρόλο που πραγματοποιήθηκε αυτή η αλλαγή δεν μπήκε στην θέση της κάποιος μηχανισμός ελέγχου ολοκλήρωσης της διεργασίας καθώς ήταν πιστευτό πως λόγω του διασκεδαστικού περιεχομένου δεν θα προσπεραστεί από κάποιον χρήστη κατά την διάρκεια παιχνιδιού. Επιπλέον αλλαγές στο παιχνίδι έγιναν σε κάποια κομμάτια των οδηγιών και του animation όπως είπαμε στην αρχή. Οι πληροφορίες που αφαιρέθηκαν

από τα βίντεο περιείχαν τους εχθρούς και τους κινδύνους του μελισσιού, άνθη από χημικά λιπάσματα και τί κακό μπορεί να προκαλέσει η συγκομιδή του. Κάποιες ακόμα ρητορικές ερωτήσεις μαζί με ιστορικά στοιχεία θεωρήθηκαν μη αναγκαία να αναφερθούν κατά την διάρκεια του παιχνιδιού. Επιπλέον στις οδηγίες κάθε επανασχεδιασμένης διεπαφής συμπεριλάβαμε επιπλέον ζωγραφισμένες υποδείξεις συγκεκριμένες για το κάθε ένα παιχνίδι και ειδικές στην περίπτωση κάθε ενέργειας που πρέπει να πραγματοποιηθεί.

4 Τελική Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση έλαβε μέρος στην Βαρδάκειο σχολή, εκεί στήθηκε ο υπολογιστής και τα κομμάτια του παιχνιδιού. Οι χρήστες ερχόντουσαν ανά δύο και καθόντουσαν σε καρέκλες έχοντας μπροστά τους το παιχνίδι με τα κομμάτια των διεπαφών απλωμένα μέσα σε μία τάξη που δεν ήταν σε χρήση εκείνη την στιγμή. Η Μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι παρόμοια με αυτή της προηγούμενης αξιολόγησης με στοιχεία από User-Experience αξιολόγησης. Η μεθοδολογία του formative evaluation χρησιμοποιείται περισσότερο για να παρατηρηθεί η συσκευή, ο τρόπος αλληλεπίδρασης και η εμπειρία του χρήστη κατά την ώρα χρήσης. Η User Experience αξιολόγηση στοχεύει στην διερεύνηση της ευχρηστίας, της προσβασιμότητας και των συναισθημάτων κατά την χρήση της συσκευής ή διαδραστικού συστήματος σαν σύνολο (Shedroff 2001). Στην περίπτωση του μελισσοκομικού παιχνιδιού θα πρέπει να ελεγχθεί και αξιολογηθεί η αλληλεπίδραση των χρηστών και μεμονωμένα και συνολικά στους τομείς αυτούς οπότε έγινε χρήση και των δύο μεθοδολογιών ανάλογα την κάθε περίπτωση. Με την χρήση αυτών των δύο μεθοδολογιών θα γίνει η αξιολόγηση εμπειρίας και θα χρησιμοποιηθούν παρατήρηση και ερωτηματολόγια που εμπεριέχονται ως εργαλεία και στις δύο προσεγγίσεις. Το σύστημα είναι σε κατάσταση υψηλού λειτουργικού πρωτοτύπου και όπως αναφέρθηκε τοποθετήθηκε σε περιβάλλον τάξης. Τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος από τους χρήστες είναι τα εξής:

- Αρχικές πληροφορίες και διευκρινήσεις στου μαθητές περί του πλαισίου χρήσης και μέρος των μαθησιακών στόχων μας.
- Ο αξιολογητής παρατηρεί και/ή παρεμβαίνει αν χρειάζεται
- Οι μαθητές παρακολούθηση βίντεο με πληροφορίες
- Οι μαθητές διαβάζουν οδηγίες και παίζουν το παιχνίδι με την σειρά ανά δύο
- Συμπλήρωση ατομικών ερωτηματολογίων
- Τυπικές ερωτήσεις και συζήτηση με τους μαθητές για συναισθηματικές και νοητικές πληροφορίες σχετικά με τις διαδράσεις.



Εικόνα 45 Αξιολόγηση παιχνιδιού συλλογής μελιού από τον μελιτοεξαγωγέα

Οι μαθητές είχαν μπροστά τους τις διεπαφές και τις χρησιμοποιούσαν με την σειρά όπως το παιχνίδι τις ζητούσε.

Επιτόπια παρατήρηση

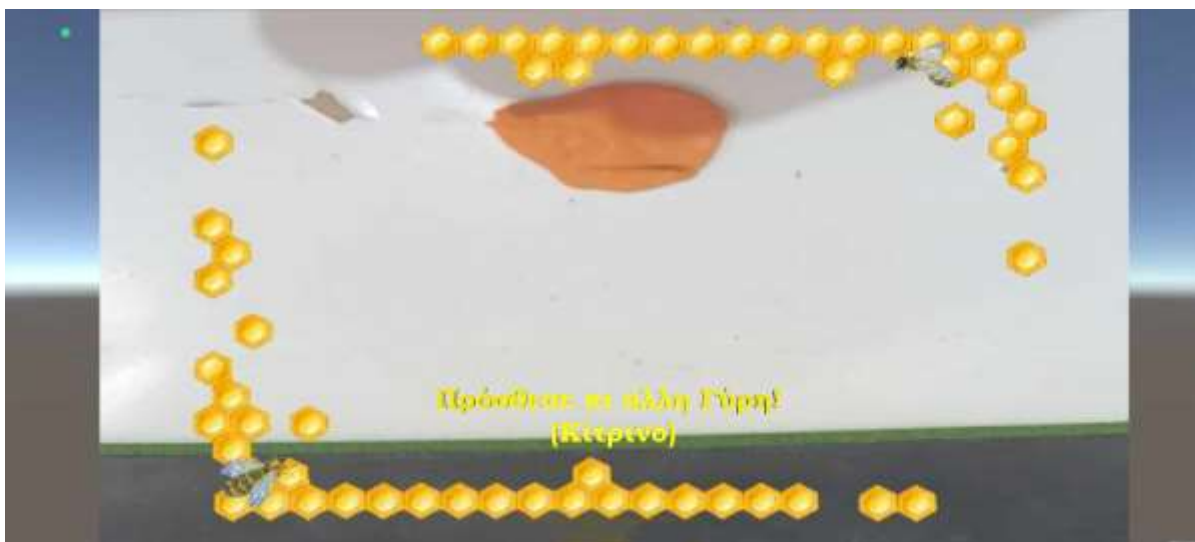
Αρχικά όλοι οι χρήστες ξεκίνησαν το παιχνίδι με καμία οδηγία, το μόνο που χρειάστηκε είναι να ξεκινήσει η διαδικασία πατώντας το πλήκτρο εκκίνησης. Διαβάζοντας τις οδηγίες οι χρήστες κατανόησαν την διεργασία και προχώρησαν κάνοντας ότι τους ζητήθηκε. Ένα πρόβλημα αναδύθηκε κατά του διάρκειας του παιχνιδιού το οποίο οι μαθητές δεν μπορούσαν να κατανοήσουν και αυτό ήταν η τοποθέτηση της μέλισσας πάνω από τους φωτοσένσορες και όχι απλά κοντά στα λουλούδια. Έτσι έγινε η πρώτη βοηθητική πληροφορία προς του μαθητές οι οποίοι ξεκίνησαν πλέον να τοποθετούν την μέλισσα πάνω από τους ανιχνευτές φωτός και να προχωρήσουν στο παιχνίδι.

Μόλις κατανοήσαν οι χρήστες τον τρόπο λειτουργίας του παιχνιδιού το παιχνίδι από διασκεδαστικό έγινε περισσότερο αντικείμενο περιέργειας για του μαθητές και προσπαθούσαν να καταλάβουν τον τρόπο λειτουργίας των αισθητήρων, το οποίο και ρωτήσαν μόλις τελειώσανε τη διαδικασία συλλογής γύρης και νέκταρ. Μία άλλη παρατήρηση που έγινε κατά την διάρκεια παιζίματος είναι ότι οι μαθητές δεν εξέλαβαν τον τρόπο διεργασίας σαν ομαδικότητα αλλά υπήρχαν τα στοιχεία της συνεργασίας και της επικοινωνίας (K. Jenkins 2003). Στην συνέχεια του πρώτου παιχνιδιού ακολουθούν οι οδηγίες του δεύτερου παιχνιδιού οι οποίες διαφοροποιήθηκαν μαζί με το δεύτερο παιχνίδι. Ο τρόπος διαφοροποίησης τους ήταν στον τομέα γραφικών και εικονικών οδηγιών σε σχέση με τις μέχρι πρότινος γραπτές. Κατά την διάρκεια της αξιολόγησης οι μαθητές διάβασαν τις οδηγίες και ήταν κατανοητές από τους περισσότερους μαθητές έχοντας αυτούς που αρχικά δεν κατανοήσαν τις οδηγίες να βοηθούνται από τους συνεργάτες τους το οποίο ήταν κάτι που αρχικά δεν το περιμέναμε και σίγουρα προσμετράτε στα θετικά. Η βοήθεια που προσέφερε ο ένας στον άλλο χρήστη κατά την διάρκεια των παιχνιδιών θεωρείτε θετικό σημείο όχι μόνο γιατί δείχνει την καλή επικοινωνία μεταξύ των μαθητών αλλά και γιατί αποδεικνύει τον τρόπο προσέγγισης μας εν μέρη σωστό, από την άποψη μαθησιακών και εκπαιδευτικών στόχων. Οι μαθησιακοί στόχοι που επιτεύχθηκαν χάρις αυτό είναι η προώθηση της ομαδικότητας ιδιότητα που πληρούν και οι μέλισσες σαν κοινότητα. Επίσης η αύξηση των οπτικοακουστικών μέσων βοήθησε με τα ερεθίσματα στην προσέλκυση της προσοχής των μαθητών και στην επικράτηση αυτής. Συνεχίζοντας στην διαδικασία ήταν το δεύτερο παιχνίδι το οποίο άλλαξε σε ένα περισσότερο διασκεδαστικό παιχνίδι λόγω της διεπαφής που προστέθηκε. Οι μαθητές την ώρα της διάδρασης είχαν αφοσιωθεί πλήρως στην προσπάθεια να δημιουργήσουν την ίδια χροιά χρώματος όπως αυτή που του ζητήθηκε. Ελέγχαν κάθε λίγο την αν το χρώμα ήταν το σωστό βάση του ζητούμενου μέχρι να το πετύχουν και συγκρίναν τις αποχρώσεις μεταξύ τους, μερικοί ακόμα το αναμίξαν για να μπορέσουν να φτάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Στην συγκεκριμένη δραστηριότητα τα παιδιά δεν είχαν ερωτήσεις ή δυσκολίες και όπως παρατηρήσαμε περνούσαν αρκετά διασκεδαστικά την ώρα πλάθοντας την πλαστελίνη την οποία ζητήσαν αργότερα να κρατήσουν σαν ενθύμιο. Η εισαγωγή της πλαστελίνης στο παιχνίδι ήταν μια αρκετά καλή εκτέλεση της μεθοδολογία Learning-by-doing και μπορούμε με ασφάλεια να πούμε πως πέτυχε τον σκοπό της όπως και τον δικό μας. Όπως πολλοί εκπαιδευτικοί που μιλάγαμε ανά χρονικά διαστήματα κατά την υλοποίηση του παιχνιδιού η πλαστελίνη είναι ένας πολύ καλός τρόπος να προσελκύσεις το παιδί να ασχοληθεί με κάτι που υπό άλλες συνθήκες δεν θα το έκανε (Morrison 2006). Η συγχώνευση των παιχνιδιών που αφορούσαν το παζλ ήταν από τα αντικείμενα στην διαδικασία που δεν είχε ομοιόμορφα αποτελέσματα ανά ζευγάρι συμμετεχόντων. Κάποιες φορές οι χρήστες διάβαζαν βιάστηκα τις οδηγίες με σκοπό να πάνε ταχύτερα στο διασκεδαστικό κομμάτι και τους διέφευγε η πληροφορία στις οδηγίες που



Εικόνα 46 Διεπαφή πρώτου παιχνιδιού με φωτοσένσορες, μέλισσα και ταμπλό

ζητούσε την σύνθεση ή αποσύνθεση του πάζλ. Εκεί χρειάστηκε επέμβαση και υπενθύμιση ότι ένα κομμάτι της διαδικασίας προσπεράστηκε και οι μαθητές ακολουθούσαν μετά την κανονική πορεία της διαδικασίας. Ευτυχώς η συγκεκριμένη κατάσταση επαναλήφθηκε μόνο άλλη μια φορά μέσα στην ημέρα αλλά αυτό μας έδειξε μια κατάσταση που χρήζει βελτίωση. Το παζλ το ίδιο βέβαια ήταν μια πολύ διασκεδαστική διαδικασία για τα παιδιά και απέσπασε θετικά συναισθήματα από τους χρήστες. Επίσης δεν υπήρχε κάποια δυσκολία στην ολοκλήρωση του πάζλ και άλλη μια παρατήρηση που δεν ήταν αναμενόμενη ήταν ότι



Εικόνα 47 Στιγμιότυπο μέσα από το παιχνίδι την ώρα παιξίματος

ανεξαρτήτως ηλικίας όλοι οι συμμετέχοντες καταφέραν και διεκπεραίωσαν το παζλ εντός λίγου χρόνου. Για τις υπόλοιπες διαδράσεις θα πρέπει να αναφερθεί πως τουλάχιστον το 40% των συμμετεχόντων είχαν συμμετέχει και στην πρώτη αξιολόγηση πριν την επανασχεδίαση. Τα επόμενα παιχνίδια είναι ίδια με τα προηγούμενα με μικρές βελτιώσεις σε σημεία, βάση της προηγούμενης ανατροφοδότησης. Στην διαδικασία αερισμού του μελιού, κάποιοι χρήστες είχαν αναφέρει πως το παιχνίδι τελειώνει αρκετά νωρίς και δεν είχαν την ευκαιρία να φυσήξουν λίγο περισσότερο για να νοιώσουν ότι βοηθούν τις μέλισσες. Έτσι αυξήθηκε ο στόχος πόντων που έπρεπε να μαζευτούν για να πληρούνται οι προϋποθέσεις τέλους και οι χρήστες μιας και ήταν ζευγάρια χρειάστηκαν λίγο περισσότερο χρόνο από ότι χρειαζόταν ο χρήστης μόνος του στην προηγούμενη αξιολόγηση. Η διεπαφή αυτή απέσπασε περισσότερο ενδιαφέρον και περιέργεια στους χρήστες και έγινε αντικείμενο συζήτησης αργότερα από τα παιδιά. Στην συγκεκριμένη περίπτωση βέβαια ακόμα και τέτοιου τύπου σχόλια και ενδιαφέροντος δείχνουν ότι οι μαθητές θα κρατήσουν αυτή την εμπειρία και θα την θυμούνται αργότερα. Αυτό συνεπάγεται με την διασύνδεση κάποιας διεπαφής με κάποια εμπειρία έτσι ώστε το περιεχόμενο να συνδέεται με το ερέθισμα που προκάλεσε ενδιαφέρον και δεν ξεχνιέται εύκολα (Morrison 2006). Αμέσως μετά είχαμε το παιχνίδι ερωτήσεων για να «ηρεμήσουν» τις μέλισσες το οποίο εμπλουτίσαμε οπτικοακουστικά με ένα μικρό Animation και ήχο κάθε φορά που κάποια ερώτηση απαντάται σωστά ή λάθος. Κάποιοι από τους συμμετέχοντες που είχαν λίγες γνώσεις σχετικά με τις μέλισσες ανέφεραν πως μπορούσαν να απαντήσουν κάποιες ερωτήσεις χωρίς απαραίτητα να θυμούνται τα λόγια του animation στην αρχή. Συνολικά από όλους τους μαθητές οι λανθασμένες απαντήσεις ήταν τέσσερις, και τουλάχιστον οι τρεις από αυτές ήταν στην ερώτηση «Πως ονομάζεται η διαδικασία αναπαραγωγής των φυτών ;» καθώς ήταν πληροφορία που άκουσαν στο πρώτο από τα τρία ενημερωτικά animation. Στην διαδικασία της εξαγωγής μελιού από την κηρήθρα είναι από τις πιο απλές διεργασίες και είναι από τις λίγες που δεν μπορούσε να γίνει περισσότερο διασκεδαστική. Ο προσομοιωτικός χαρακτήρας αυτής της διεργασίας και ο τρόπος διεπαφής μέσω Arduino προκάλεσε περισσότερο ενδιαφέρον και περιέργεια παρά διασκέδαση. Αυτή την φορά οι οδηγίες του τρόπου παιξίματος ήταν μαζί με τη γραφική αναπαράσταση και έκαναν ευκολότερη την κατανόηση της διαδικασίας. Η διεργασία γυρίσματος του



Εικόνα 48 Πέμπτο παιχνίδι στην σειρά κάπνισμα μελισσιού

ρότορα σε σχέση με την πραγματικότητα είναι ένα προς ένα ίδια με αποτέλεσμα ένα μικρό ποσοστό των ατόμων να ρωτούν περισσότερες πληροφορίες για τον τρόπο λειτουργίας του μελιτοεξαγωγέα και για τους υπόλοιπους ήταν αδιάφορο.

Τέλος, στο παιχνίδι που μαζεύει ο χρήστης το μέλι ήταν το πιο διασκεδαστικό μαζί με το δεύτερο της σειράς. Οι μαθητές ήταν πολύ χαρούμενοι με το παιχνίδι το οποίο είναι κατάλληλο για να είναι το τελευταίο καθώς αφήνει χαρούμενη απόχρωση τελειώνοντας την διαδικασία. Από την προηγούμενη αξιολόγηση πάρθηκε και εφαρμόστηκε η αλλαγή της ταχύτητας που οι σταγόνες πέφτουν από ψηλά για να ανεβεί ελάχιστα η δυσκολία. Με αυτή την αλλαγή το ζευγάρι απέκτησε ανταγωνισμό και το παιχνίδι έγινε περισσότερο ενδιαφέρον όσο προσπαθούσαν. Συνολικά παρατηρήθηκε ευχαρίστηση κατά την διάρκεια του παιχνιδιού και σε μερικές περιπτώσεις σύγχυση όπως για παράδειγμα στο δεύτερο παιχνίδι κατά το σκανάρισμα της πλαστελίνης δεν μπορούσαν να κεντράρουν την κάμερα γιατί οι πίσω κάμερες του κινητού είναι πάνω δεξιά και όχι στο κέντρο.



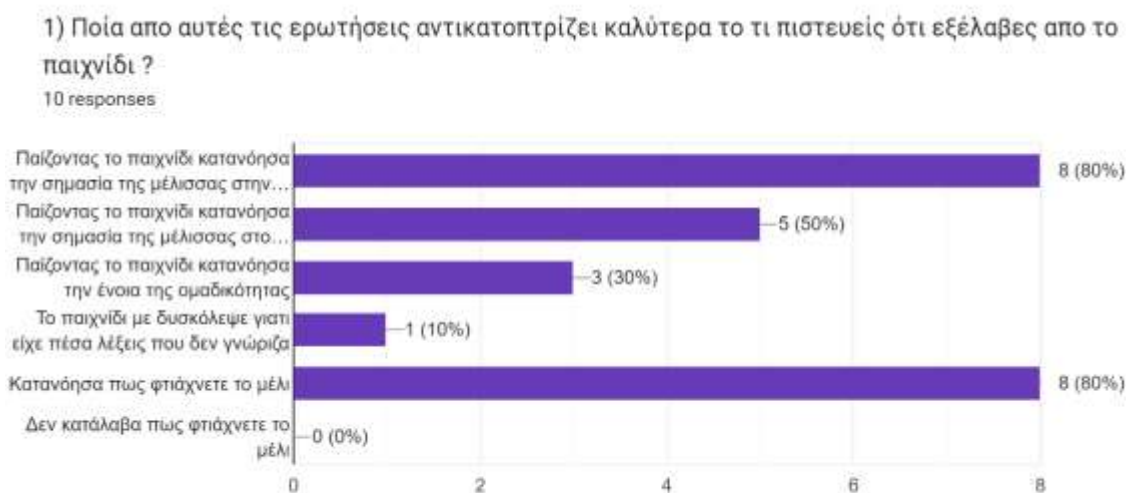
Εικόνα 50 Διεπαφή μοχλού φυγοκέντρησης μελιτοεξαγωγέα



Εικόνα 50 Οπτικό ερέθισμα αδειάσματος κηρήθρας εντός του μελιτοεξαγωγέα

Ερωτηματολόγια

Αφού οι χρήστες ολοκλήρωσαν την διαδικασία παραγωγής μελιού ζητήθηκαν να απαντήσουν ένα ερωτηματολόγιο με στόχο να εξακριβώσουμε κάποια στοιχεία και να παρατηρήσουμε κάποιες λεπτομέρειες που υπό κανονικές συνθήκες δεν μπορούμε να δούμε με «γυμνό μάτι». Αρχικά ρωτήσαμε τους μαθητές τι πιστεύουν ότι εξέλαβαν από αυτό το παιχνίδι. Οι περισσότεροι απαντήσαν ότι κατάλαβαν την σημασία των μελισσών στην τροφική αλυσίδα και την διαδικασία παραγωγής μελιού. Κάποιοι επίσης κατανόησαν την περιβαλλοντική σημασία και την έννοια της ομαδικότητας. Ευτυχώς όλοι οι συμμετέχοντες κατανόησαν την διαδικασία παραγωγής μελιού και τα στάδια της δήλωση που ευθυγραμμίζεται με τον βασικό στόχο που

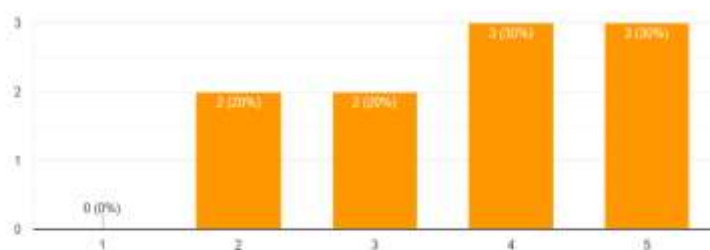


Εικόνα 51 Ερώτηση εκπαιδευτικών πορισμάτων

θέσαμε σχεδιάζοντας το παιχνίδι αυτό.

Έπειτα ρωτήσαμε ως προς το usability του πρώτου παιχνιδιού μιας και είναι από τα λίγα παιχνίδια που επανασχεδιάστηκαν πλήρως. Οι ερωτήσεις ήταν ως προς ευκολία, τις πληροφορίες και την διασκέδαση.

2) Το πρώτο παιχνίδι πόσο εύκολο στην χρήση ήταν ?
10 responses



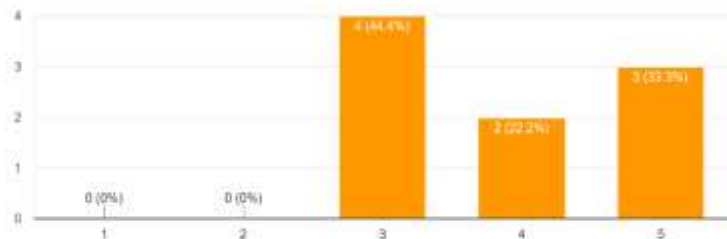
Εικόνα 52 Ερώτηση ως προς το Usability του πρώτου παιχνιδιού

αντιληφθούμε κατά πόσο οι χρήστες κατανοούσαν την χρησιμότητα πληροφοριών και κατά πόσο επηρεάζεται η διαδικασία παραγωγής μελιού βάση των επιλογών των μελισσών. Τέλος η διασκέδαση του χρήστη είναι σημαντική και κύριο τομέας ενδιαφέροντος για εμάς μιας και είναι ο στόχος που έχουμε θέσει ότι θέλουμε να πέτυχουμε.

Στην σειρά του έρχεται το δεύτερο παιχνίδι που επανασχεδιάστηκε πλήρως και χρειάστηκε έχουμε πιο συγκεκριμένες ερωτήσεις. Η ευκολία στην χρήση της εφαρμογής σύμφωνα με τους χρήστες είναι άνω του μέσου όρου μιας και το πλάσιμο της πλαστελίνης δεν είναι προβληματική διεπαφή από μόνη της, αλλά οι δυσκολίες στο σκανάρισμα του χρώματος λογικά έριξε τον μέσο όρο της ευχρηστίας. Η χρησιμότητα της

εφαρμογής και των πληροφοριών της, ρωτήθηκαν με σκοπό να διευκρινιστεί η κατανόηση της διαδικασίας της τροφάλλαξης που οι μέλισσες πραγματοποιούν για να φτιάξουν το μέλι και τα στάδια των αποχρώσεων του. Τα αποτελέσματα της ερώτησης ήταν κατά βάση άνω του μέσου όρου. Ο παράγοντας της διασκέδασης κατά την χρήση της εφαρμογής είναι

5) Το δεύτερο παιχνίδι πόσο εύκολο στην χρήση ήταν ?
9 responses



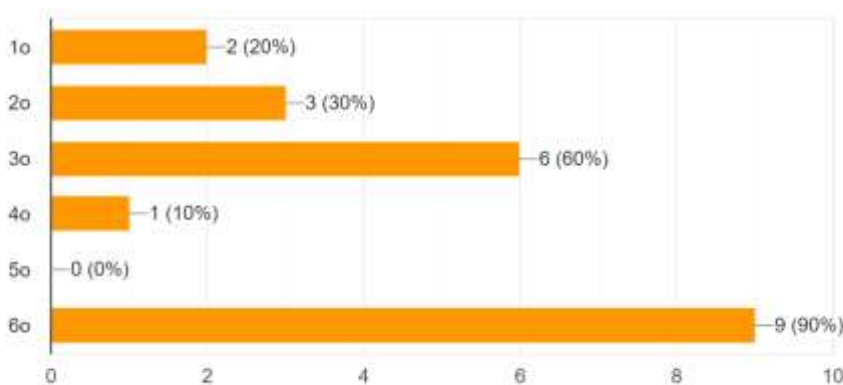
Εικόνα 53 Ερώτηση ως προς το Usability του δεύτερου παιχνιδιού

πολύ χρήσιμος και σημαντικός όπως και η άποψη των συμμετεχόντων που ήταν πολύ θετική. Η ποιοτική εμπειρία του χρήστη είναι σημαντική για την δημιουργία μιας τέτοιας εφαρμογής καθώς είναι εκπαιδευτικό περιεχομένου με τους χρήστες να μην έχουν απαραίτητως το κατάλληλο γνωστικό επίπεδο είτε για τον τρόπο διεπαφών είτε για την μελισσοκομία.

Οι υπόλοιπες διεπαφές όπως αυτές της κηρήθρας και των ενδιάμεσων παιχνιδιών αυτών είχαν πολύ θετικές ενδείξεις καθώς το 90% των χρηστών πιστεύουν ότι ήταν διασκεδαστικό και οι οδηγίες ήταν αρκετά αναλυτικές χωρίς περισσευούμενες πληροφορίες. Οι διεπαφές των υπολοίπων μη ολικά επανασχεδιασμένων παιχνιδιών για κάποιους χρήστες ήταν ήδη γνωστές και η αλλαγές που έγιναν έτσι ώστε να είναι πιο ευχάριστες ήταν αισθητές. Από το σύνολο της διαδικασίας τα παιχνίδια με το μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας στο τομέα της διασκέδασης του χρήστη ήταν τα πρώτα τρία με το τρίτο να είναι το πιο ευχάριστο από όλα και τα υπόλοιπα με την σειρά να ακολουθούν βαθμιαία. Αλλά αυτό που είχε την μεγαλύτερη επιτυχία έχοντας την ολική πλειοψηφία ήταν το τελευταίο. Από την άλλη οι διαδράσεις του quiz και του μελιτοεξαγωγέα δεν μπόρεσαν να δημιουργήσουν εντυπώσεις αρκετές ώστε να πάρουν ψήφους.

11) Απο τα παιχνίδια που έπαιξες ποιο ήταν το πιο διασκεδαστικό ?

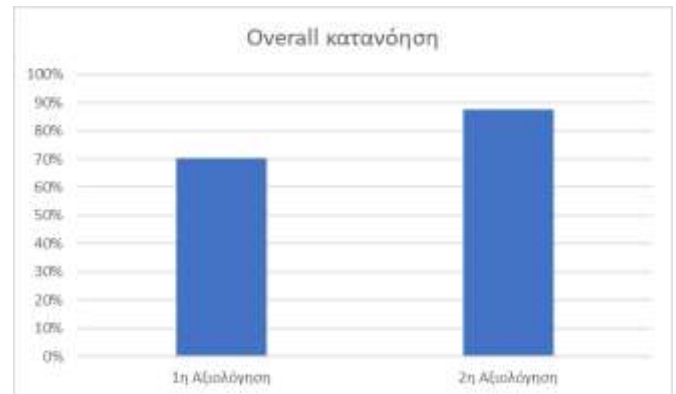
10 responses



Εικόνα 54 Το ποιο διασκεδαστικά παιχνίδια της διαδικασίας

Επιπλέον κάποιοι χρήστες απάντησαν και επισήμαναν κάποιες πληροφορίες σχετικά με τις γνώσεις που εξέλαβαν και ποια τους έκανε την μεγαλύτερη εντύπωση. Κατά βάση οι απαντήσεις περιφέρονται γύρω από τα δυο πρώτα παιχνίδια. Η διαδικασία της τροφάλλαξης ήταν η απάντηση που είχε την μεγαλύτερη αναφορά και αμέσως μετά ήταν ότι το θυμάρι μπορούσε να παράγει γύρη που οι μέλισσες θέλουν και μπορούν να επεξεργαστούν με ασφάλεια.

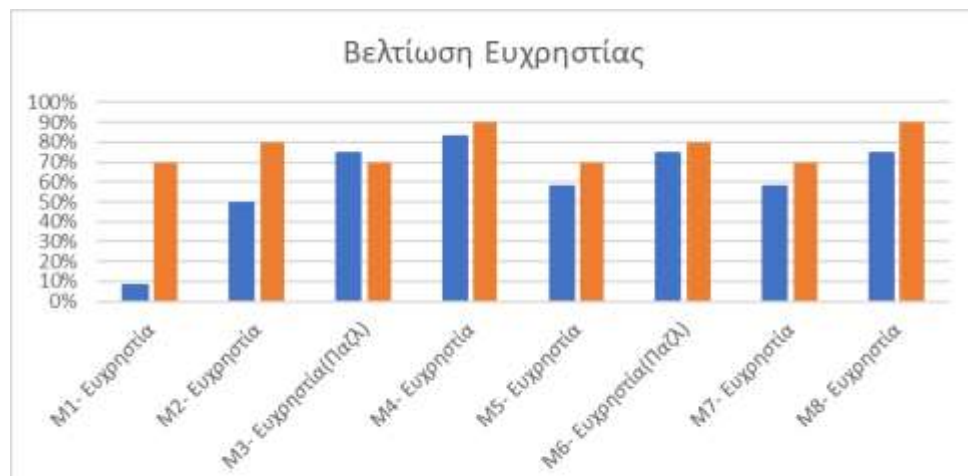
Εν τέλει παρακολουθώντας τα αποτελέσματα από τις δύο αυτές αξιολογήσεις μπορούμε να παρατηρήσουμε κάποιες αλλαγές στην κατανόηση, διασκέδαση και ευχρηστία της κάθε διεπαφής του συστήματος. Οι δύο αξιολογήσεις είχαν παραβρισκόμενους με γνώση και χωρίς της διαδικασίας παραγωγής μελιού. Οι διαφορές μεταξύ τους είναι σημαντικές καθώς αυτοί που δεν γνώριζαν από μελισσοκομεία θα θέλαμε να κατανοήσουν την διαδικασία σε ένα μεγάλο κομμάτι της αλλά και αυτοί που ήταν γνώστες να κατανοήσουν περεταίρω κομμάτια της ή κάποια νέα πληροφορία. Όπως φάνηκε τελικά στην πρώτη αξιολόγηση, τα άτομα που γνώριζαν από μελισσοκομεία και μετά την χρήση της συσκευής αποκτήσαν κάποια νέα πληροφορία αυξήθηκαν κατά 7% (από 43% σε 50%). Από τους νέους στην μελισσοκομεία χρήστες, αυτοί που κατανόησαν το μεγαλύτερο μέρος της διαδικασίας αυξήθηκαν κατά 50% (από 25% σε 75%). Η ευχρηστία των μεμονωμένων παιχνιδιών παρατηρήθηκε να είναι αυξημένη σε όλα τα



Εικόνα 57 Συνολική βελτίωση κατανόησης της διαδικασίας από τους χρήστες ανάμεσα στις 2 υλοποιήσεις

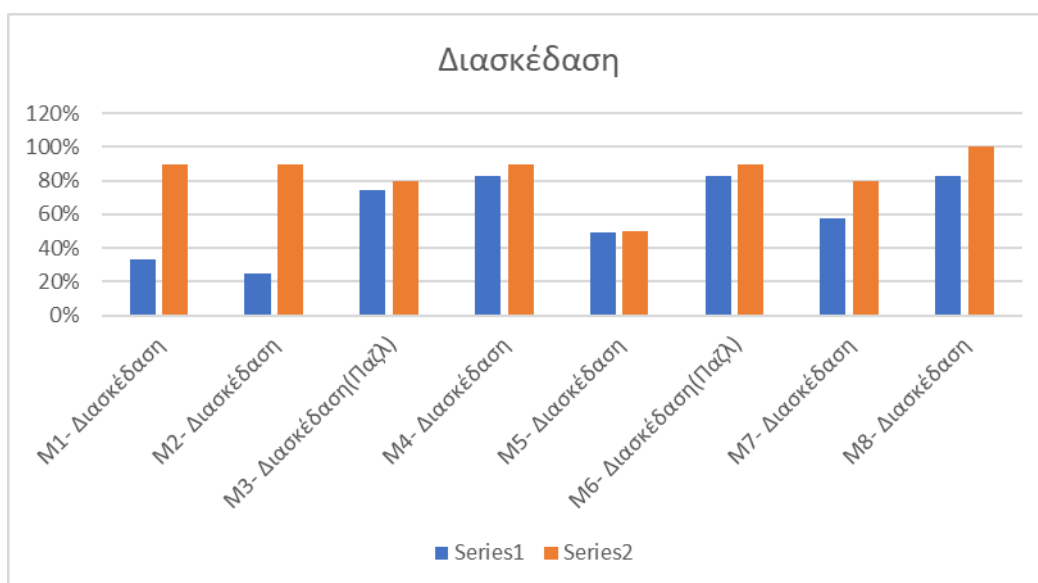


Εικόνα 55 Κατανόηση αντικειμένου ανά υλοποίηση σε κάθε διεπαφή



Εικόνα 56 Ποσοστό βελτίωσης ευχρηστίας σε κάθε διεπαφή

παιχνίδια της διαδικασίας μετά την επανασχεδίαση, εκτός αυτών που ενσωματώθηκαν σε άλλες διαδικασίες. Αυτό συνέβη διότι δεν υπήρχε αρκετή οπτική καθοδήγηση και παρότρυνση στον χρήστη, ο οποίος ανά περίπτωση προσπερνούσε την διεπαφή χωρίς να καταλάβει ότι του ζητήθηκε η χρήση της. Έτσι αντίστοιχα και η κατανόηση των βημάτων της διαδικασίας όπως και η ίδια ήταν ένα κομμάτι της αξιολόγησης αρκετά σημαντικό καθώς θα μας υποδείξει αν επιτεύχθηκαν οι στόχοι μας ή όχι. Αφού καταφέραμε και συλλέξαμε δεδομένα, αυτά μας υποδείξαν περίπου τα ίδια νούμερα με αυτά της ευχρηστίας το οποίο θα μπορούσαμε να πούμε πως ήταν λογικό. Οι χρήστες κατανόησαν την διαδικασία της δεύτερης υλοποίησης κατά 18% περισσότερο από την πρώτη με μεγαλύτερο ποσοστό ευχρηστίας και μεγαλύτερο ποσοστό κατανόησης ανά παιχνίδι. Τέλος έχουμε το παράγοντα της διασκέδασης ο οποίος συμπληρώνει τα πεδία μελέτης μας στον εκπαιδευτικό τομέα. Στην διασκέδαση της εφαρμογής παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη βελτίωση με διαφορά καθώς σε όλες τις διεπαφές και αναδράσεις υπήρχε βελτίωση. Πιο συγκεκριμένα παρατηρήθηκε ότι στις διαδράσεις που αφορούσαν την κηρήθρα και είχαν την λιγότερη ευχρηστία και κατανόηση, υπήρχε ακόμα το στοιχείο της διασκέδασης στον ίδιο βαθμό με αυτόν της πρώτης υλοποίησης. Σε όλες τις υπόλοιπες διαδράσεις υπήρχε δραστική βελτίωση, το οποίο με την σειρά τους μας υποδεικνύει ότι οι διαδράσεις με Arduino και με την μακέτα είναι περισσότερο διασκεδάστικες.



5 Συμπεράσματα

Κατά την διάρκεια και των δύο αξιολογήσεων όπως και κατά την υλοποίηση αποσπάσαμε αρκετά δεδομένα από τα παιδιά που ήρθαν σε επαφή με αυτό όπως και με εκπαιδευτικούς που ρωτήσαμε την γνώμη του. Από τα στοιχεία που συλλέξαμε πραγματοποιώντας αυτές τις δυο αξιολογήσεις κατανοήσαμε ότι η εφαρμογή μπορεί να αποτελέσει αποτελεσματικό εργαλείο εκπαίδευσης μαθητών μέσης εκπαίδευσης στην διαδικασία παραγωγής μελιού. Οι χρήστες μέσα σε δεκαπέντε λεπτά καταφέρνουν να κατανοήσουν και να εμπλακούν στην διαδικασία με το δικά τους χέρια αναζητώντας γνώση και διασκέδαση μέσα από μια εφαρμογή. Πιο συγκεκριμένα οι μαθητές ήταν ενθουσιασμένοι όταν παρατήρησαν ότι απλά παιχνίδια που τόσο καιρό απασχολούσαν τον ελεύθερο τους χρόνο πλέον προσαρμόστηκαν σε ένα μαθησιακό διαδραστικό περιβάλλον χωρίς να χάσουν την διασκεδαστικότητά τους. Παρόλα αυτά πολλές από τις διεπαφές ήταν δύσκολες για αυτούς καθώς άλλες διεπαφές παρομοίου τύπου τις χρησιμοποιούσαν για αλληλεπιδράσεις που ήταν ήδη εντός του γνωστικού υποβάθρου τους και γινόντουσαν ασυναίσθητα. Στην περίπτωση της μελισσοκομίας κάποιες από τις γνωστές διεπαφές εφαρμόστηκαν σε αλληλεπίδραση με άγνωστη διεργασία για τον μαθητή οπότε ο αξιολογητής έπρεπε να επέμβει και να τους διασφαλίσει ότι η απόφασή τους είναι ορθή. Αρκετοί από τους χρήστες που είχαν ξαναπαίξει παιχνίδια, όχι απαραίτητα εκπαιδευτικά, είχαν κάποιες εμπειρίες οπότε η ιδέα του παιχνιδιού για την μάθηση δεν τους ήταν ξένη. Οι χρήστες με αυτή την εμπειρία έμαθαν την διαδικασία παραγωγής μελιού από την πλευρά των μελισσών και των μελισσοκόμων με διεπαφές που προσομοίωναν όσο τον δυνατών περισσότερο κάποια πτυχή της πραγματικής διεργασίας. Αυτός ο τρόπος μάθησης είναι κατά βάση καλύτερος για μαθητές, υπό την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες είναι αρκετά μορφοποιημένες και εύκολα κατανοητές. Για να επιτευχθεί ο στόχος δηλαδή θα πρέπει να εξηγηθούν οι τεχνικές λεπτομέρειες μέσω της διεπαφής ώστε να γίνουν κατανοητοί οι ορισμοί και οι ορολογίες ή να επικεντρωθούμε μόνο στην διαδικασία. Ακολουθώντας την δομή που παρουσιάστηκαν στο παιχνίδι οι ορισμοί και οι ορολογίες συμπεράναμε ότι οι μαθητές μπορούν να τους κατανοήσουν και να τους χρησιμοποιήσουν μετά από την υπόδειξη και επεξήγηση αυτών.

5.1 Μελλοντική Εργασία

Όπως έδειξε το πείραμα που πραγματοποιήθηκε υπάρχουν ακόμα πτυχές που χρήζουν βελτίωση όχι μόνο στην γραφική αναπαράσταση αλλά και στους τρόπους διάδρασης. Ο μαθησιακός τομέας που μελετήσαμε και ο τρόπος υλοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσεγγιστούν και άλλοι τύποι γνώσεων με παρόμοια διαδραστική εφαρμογή. Οι τύποι παιχνιδιών και διαδράσεων που κρίθηκαν και αποδείχθηκαν διασκεδαστικοί κατά την πραγματοποίηση του πειράματος μπορούν να μελετηθούν περαιτέρω και να εφαρμοστούν σε άλλες υλοποιήσεις εκπαιδευτικών παιχνιδιών. Με την βοήθεια εκπαιδευτικών θα μπορούσε να γίνει μελλοντική βελτίωση στον τρόπο γραφής και αναπαράστασης οδηγίων και βίντεο animation έτσι ώστε να είναι περισσότερο βιωματικά και επεξηγηματικά. Επίσης θα πρέπει η τεχνολογία της μακέτας να γίνει μικρότερη σε όγκο και περισσότερο συγκεντρωμένη σε ένα σημείο για να έχει την δυνατότητα το ταμπλό να χρησιμοποιείτε ελεύθερα χωρίς περιορισμό στην απόσταση. Επίσης για να μπορέσει μια συσκευή να γίνει αυτόνομη θα πρέπει να πραγματοποιηθούν κάποιες αλλαγές στην τεχνολογία και στον τρόπο λειτουργίας καθώς και στην παρουσίαση οδηγίων στους καθηγητές καθώς θα πρέπει να γνωρίζουν εκ των προτέρων κάποιες πληροφορίες άπαξ και εμείς δεν παραβρισκόμαστε στην διαδικασία. Η αξιολόγηση θα μπορούσε μελλοντικά να είχε γίνει με μεγαλύτερο και περισσότερο διαφοροποιημένο κοινό ή και με μαθησιακές δυσκολίες έτσι ώστε να μελετηθούν περισσότερο οι τρόποι αλληλεπίδρασης που δεν μπορούσαν να αξιολογηθούν τώρα. Ιδανικά όλες αυτές οι διαδράσεις θα έπρεπε εξ αρχής να αξιολογηθούν και να σχεδιαστούν με κοινωνικά και μαθησιακά προβλήματα παιδιών υπόψη,

για να μπορούν να καταπολεμηθούν καταστάσεις όπως περιθωριοποίηση. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι συνεχίζοντας τη σχεδίαση αυτή, μαζί με τις προαναφερόμενες ιδανικές αλλαγές και πιθανές μελλοντικές υλοποιήσεις, θα ήταν καλή η ένταξη πιο ξεκάθαρων διαδράσεων με περισσότερα χρώματα και καλύτερες γραφιστικές αναπαραστάσεις και ενδείξεις, χωρίς όμως να γίνει η ποιότητα και η εμπειρία του χρήστη λιγότερο σημαντική. Κάθε καθηγητής θα έπρεπε να έχει την δυνατότητα να έχει ένα τέτοιο μαθησιακό εργαλείο στην διάθεσή του για να μπορεί να μαθαίνει στα παιδιά γνώση πέραν της διδακτέας ύλης, και να προσφέρει ευχάριστα διαλύματα από αυτή στους μαθητές.

Αναφορές

- Ahern, L. 2015. *How can you use educational games to improve learning*. EU: itslearning.com.
- Alexia, Kargavelou. 2011. «Η σημασία των θεωριών μάθησης στο πλαίσιο των ΤΠΕ στην εκπαίδευση.» *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία* (Πάντειο Πανεπιστήμιο) 98-117.
- ALL, Anissa, Elena Patricia Nunez CASTELLAR, και Jan VAN LOOY. 2014. «Measuring effectiveness in digital game-based learning: A methodological review.» *International Journal of Serious Games* 1-12.
- Anu, Kankainen. 2002. *Thinking model and tools for understanding user experience related to information appliance product concepts*. Helsinki: University of Technology.
- Bell, Corwin. 2017. *Backyard Hive*. 1 11. Πρόσβαση 8 7, 2023. <https://backyardhive.com/blogs/managing-your-cathedral-hive>.
- C. Abras, D. Maloney-Krichmar, J. Preece. 2004. « User-centered design.» *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction* 37(4), 445-456.
- CHATZIDIMITRIS, Thomas. 2013. «Mobile Augmented Reality edutainment applications for cultural institutions.» *IISA 2013* p. 1-4.
- Chinedu Obikwelu, Janet C Read. 2012. «The Serious Game Constructivist Framework for Children's Learning.» *Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES'12)* 32-37.
- CODISH, David, και Gilad RAVID. 2015. «Detecting playfulness in educational gamification through behavior patterns.» *IBM Journal of Research and Development* 59(6) 1-6.
- D. Anderson, J. L. Frankel, J. Marks, D. Leigh, E. Sullivan, J. Yedidia, & E. Al. 1999. «Building virtual structures with physical blocks.» *Proceedings*.
- D. Sammataro, A. Avitabile. 2011. «The Beekeeper's Handbook.» *Publishing Associates*. https://www.academia.edu/37645339/Beekeepengs_Handbook.
- Dierking, J. H. Falk & L. D. (2016). «The museum experience revisited.» *Oxon*.
- Donaldson, G. W. 1976. «Characteristics of Successful Eco-Education Projects.» *Journal of Physical Education and Recreation* 47(4), 56-57.
- Ellie King, M. Paul Smith, Paul F. Wilson, Janet Stott & Mark A. Williams. 2023. «Creating Meaningful Museums: A Model for Museum Exhibition User Experience.» *Visitor Studies* DOI: 10.1080/10645578.2022.2129944.

- Gamestudies.org. 2016. «The playful and the serious: an approximation to Huizinga's Homo Ludens.» *Game studies*.
- Gershenfeld, Alan, συνέντευξη από Jorge Salazar. 2011. *Alan Gershenfeld: video games help kids learn* (29 8).
- Guttentag, DA. 2010. «Virtual reality: Applications and implications for tourism.» *Tourism Management* 31(5):637-651 DOI: 10.1016/j.tourman.2009.07.003.
- Heath, Kevin Nelson. 2022. «Modeling Approaches to Understanding Bumblebee Behavior and Population Decline.» *Diss. Worcester Polytechnic Institute*.
- Hein, G. 1998. «Learning in the museum.» *London*.
- Herold, Benjamin. 2016. «Technology in Education: An Overview.» *Education Week*. N.p 5.
- Inmaculada Rodríguez, Juan Antonio, Núria Morera, Raquel Piqué. 2017. «On the Relationship between Subjective and Objective Measures of Virtual Reality Experiences: a Case Study of a Serious Game.»
- J. Packer, R. Ballantyne. 2016. «Conceptualising the visitor experience: A review of literature and development of a multifaceted model.» *Visitor Studies* N.p. 128-142.
- Jessie Pallud, Emmanuel Monod. 2010. «User experience of museum technologies: the phenomenological scales.» *European Journal of Information Systems* 562–580.
- K. Jenkins, H. Squire. 2003. «Harnessing the power of games.» *Insight* 5-33.
2019. *What Are Serious Games?* Σκηνοθεσία: Growth Engineering. Ερμηνεία: Karl Kapp.
- Klopfer, E., Thompson, M. 2020. «Game-based learning in science, technology, engineering, and mathematics.» *Handbook of Game-Based Learning* pp. 387-408.
- Lokesh, Utkarsh. 2016. «Technology and It's Role in 21st Century Education.» *EdTechReview* 1-5.
- M. Niegemann, C. Seelhammer. 2009. «“Playing games to learn - does it actually work?”.» in *Proc. ICCE* pp. 675–681.
- Macdonald, S. 2006. «Expanding museum studies: An introduction.» *A companion to museum studies* (pp. 1–12).
- Martin Schrepp, Andreas Hinderks, Jörg Thomaschewski. 2017. «Design and Evaluation of a Short Version of the User .» *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence* Vol. 4, N°6, 103-107.
- Morrison, Janice S. 2006. *Attributes of STEM Education*. Baltimore : Teaching Institute for Excellence in STEM.
- Newton, David C. 1968. «Behavioural Response of Honeybees to Colony Disturbance by Smoke. I. Engorging Behaviour.» *Journal of Apicultural Research* 3-9.
- Nor Azan Mat Zin, Wong Seng Yue. 2009. «History educational games design.» *International Conference on Electrical Engineering and Informatics*.
<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5254775/?reload=true>.
- PALIOKAS, Ioannis, και Stella SYLAIΟΥ. 2016. «The use of serious games in museum visits and exhibitions: A systematic mapping study.» *8th International Conference on games and virtual worlds for serious applications (VS-GAMES)*. Barcelona, Spain: IEEE. p. 1-8.

- PENG, Shih-Ting, Shih-Yu HSU, και K. C HSIEH. 2015. «An interactive immersive serious game application for Kunyu Quantu world map.» *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 2: 221-227.
- Plass, J.L., Homer, B.D., Mayer, R.E., & Kinzer, C.K. 2020. «Theoretical foundations of game-based and playful learning.» *Handbook of Game-Based Learning* pp. 3-24.
- R.Haworth, K. Sedig. 2011. *The importance of design for educational games*. University of Western Ontario, Canada: Faculty of Information and Media Studies.
- REHM, Matthias, και Martin Lynge JENSEN. 2015 . «Accessing cultural artifacts through digital companions: the effects on children's engagement.» *International Conference on Culture and Computing (Culture Computing)*. Kyoto, Japan: IEEE. p. 72-79.
- Richard S. Vetter, Gene E. Robinso. 1995. «Alarm pheromone perception in honey bees is decreased by smoke (Hymenoptera: Apidae).» *Journal of Insect Behavior* 1-8.
- ROWE, Jonathan P. 2015. «Serious games go informal: A museum-centric perspective on intelligent game-based learning.» *Intelligent Tutoring Systems: 12th International Conference, ITS 2014*. Honolulu, HI, USA: Springer International Publishing. p. 410-415.
- Rula Al-Azawi, Fatma Al-Faliti, and Mazin Al-Blushi. 2016. «Educational Gamification Vs. Game Based Learning: Comparative Study.» *International Journal of Innovation, Management and Technology* Vol. 7, No. 4, N.p. 133-134.
- Sapounidis, Theodosios, και Stavros Demetriadis. 2012. *Exploring Children Preferences regarding Tangible and Graphical Tools for Introductory Programming: Evaluating the PROTEAS Kit*. Πρόσβαση 9 14, 2023. <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.ieee-000006268106>.
- Saxena, Saomya. 2016. «Using Technology in Education: Does It Improve Anything?» *EdTechReview* 1-8.
- Shedroff, N. 2001. *Experience design*. Indianapolis: New Riders.
- Slate, Adobe. 2016. «Technology's rise In education.» Πρόσβαση 8 13, 2016. <https://express.adobe.com/page/s5bOf/>.
- Takeuchi, L. M., & Vaala, S. 2014. *Level up learning: A national survey on teaching with digital games*. New York: The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop.
- Virpi Roto, Marianna Obrist, Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila. 2009. *User Experience Evaluation Methods in Academic and Industrial Contexts*. Tampere, Finland: researchgate.net.
- W. C. Lin, J. Y. Ho, C. H. Lai, B. S. Jong. 2014. *International Conference on Information Science, Electronics*. Sapporo, Japan: IEEE. N.p. 810-813.
- Wainwright, Ashley. 2016. *10 Reasons Today's Students NEED Technology in the Classroom*. Securedge Networks.
- YIANNOUTSOU, Nikoleta. 2009. «"Playing with" museum exhibits: designing educational games mediated by mobile technology.» *Proceedings of the 8th international conference on interaction design and children*.
- YUNANTO, Andhik Ampuh. 2019. «English education game using non-player character based on natural language processing.» *Procedia Computer Science* 161: 502-508.

Δημητριάδης, Σταύρος Ν. 2015. *Θεωρίες Μαθησης & Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου: ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΓΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ.

Κουτσαμπάσης, Π. 2011. *ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΘΡΩΠΟΥ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ*. ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ.

Τσιακαρδώνη, Μαρία. 2009. *Το μουσείο φυσικών επιστημών και ο ρόλος του στην κατανόηση φυσικών επιστημών από παιδιά προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας*. University Thesis, Rhodes: Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού [223].

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Οι πτυχές της εκπαίδευσης	14
Εικόνα 2 Οι διαφορές στην βιολογία της κάθε μέλισσας ανάλογα τον ρόλο	25
Εικόνα 3 Διαδικασία Τροφάλλαξης	28
Εικόνα 4 Κλασική κυψέλη που χρησιμοποιείτε κατα κύριο λόγο στην Ελλάδα.....	29
Εικόνα 5 Καθεδρική κυψέλη	29
Εικόνα 6 Ένα είδος γυρεοπαγίδας.....	30
Εικόνα 7 Το καπνιστήρι.....	31
Εικόνα 8 Εργαλείο που ονομάζεται Ξεστό	31
Εικόνα 9 Ηλεκτρικό μαχαίρι απολεπισμού.....	32
Εικόνα 10 Μελιτοεξαγωγέας	35
Εικόνα 11 Μελιτοεξαγωγέας γεμάτος με κηρήθρες	35
Εικόνα 12 User-centered design & other frameworks	36
Εικόνα 13 Διάγραμμα σεναρίου παιχνιδιού	40
Εικόνα 14 Στιγμιότυπο από το πρώτο animation	41
Εικόνα 15 Τρόπος παιχνιδιού πρώτου παιχνιδιού	42
Εικόνα 16 Πως φαίνεται μέσα από την κάμερα της επαυξημένης πραγματικότητας	42
Εικόνα 17 Στιγμιότυπο από το δεύτερο Βίντεο	43
Εικόνα 18 Δεύτερο παιχνίδι	44
Εικόνα 19 Το τρίτο παιχνίδι - Τοποθέτηση μελιού	45
Εικόνα 20 Τέταρτο παιχνίδι αέρισμα μελιού	46
Εικόνα 21 Σφράγισμα κηρήθρας με το 3D printed puzzle	46
Εικόνα 22 Απόσπασμα τρίτου Βίντεο	47
Εικόνα 23 Tutorial για το πέμπτο παιχνίδι	47
Εικόνα 24 Αφαίρεση κεριού από κυψέλη	48
Εικόνα 25 Περιστροφή rotary encoder για την προσομοίωση της φυγοκέντρωσης	49
Εικόνα 26 Όγδοο παιχνίδι και τελευταίο στη σειρά	49
Εικόνα 27 3D μακέτα	50
Εικόνα 28 Χάρτης διεπαφών για μέλισσες εν ώρα εργασίας	50
Εικόνα 29 Εκτυπωμένη κηρήθρα παζλ.....	51
Εικόνα 30 Arduino board example	51
Εικόνα 31 Photoresistor	52
Εικόνα 32 Female to female cables	52
Εικόνα 33 Resistor	52

Εικόνα 34 Διάγραμμα στατιστικών δεδομένων	55
Εικόνα 35 Διάγραμμα που αναπαριστά την ευχέρεια των παιδιών να χρησιμοποιήσουν τεχνολογία	56
Εικόνα 36 Διάγραμμα αναπαράστασης δεδομένων ανατροφοδότησης πρώτου παιχνιδιού.....	57
Εικόνα 37 Tutorial τρόπου παιξίματος δεύτερου παιχνιδιού	58
Εικόνα 38 Διάγραμμα αναπαράστασης αποτελεσμάτων αξιολόγησης Δεύτερου παιχνιδιού.....	58
Εικόνα 39 Διάγραμμα αναπαράστασης κατανόησης τέταρτου παιχνιδιού.....	59
Εικόνα 40 Αξιολόγηση έκτου παιχνιδιού.....	60
Εικόνα 41 Αξιολόγηση έβδομου παιχνιδιού	60
Εικόνα 42 Αξιολόγηση όγδοου παιχνιδιού.....	61
Εικόνα 43 Τρόπος υπόδειξης σωστής και λανθασμένης επιλογής	66
Εικόνα 44 Οδηγίες παιξίματος δεύτερου παιχνιδιού	67
Εικόνα 45 Αξιολόγηση παιχνιδιού συλλογής μελιού από τον μελιτοεξαγωγέα	69
Εικόνα 46 Διεπαφή πρώτου παιχνιδιού με φωτοσένσορες, μέλισσα και ταμπλό	70
Εικόνα 47 Στιγμιότυπο μέσα από το παιχνίδι την ώρα παιξίματος	71
Εικόνα 48 Πέμπτο παιχνίδι στην σειρά κάπνισμα μελισσιού	72
Εικόνα 50 Οπτικό ερέθισμα αδειάσματος κηρήθρας εντός του μελιτοεξαγωγέα.....	72
Εικόνα 50 Διεπαφή μοχλού φυγοκέντρησης μελιτοεξαγωγέα	72
Εικόνα 51 Ερώτηση εκπαιδευτικών πορισμάτων.....	73
Εικόνα 52 Ερώτηση ως προς το Usability του πρώτου παιχνιδιού	73
Εικόνα 53 Ερώτηση ως προς το Usability του δεύτερου παιχνιδιού	74
Εικόνα 54 Το ποιο διασκεδαστικά παιχνίδια της διαδικασίας	74
Εικόνα 56 Κατανόηση αντικειμένου ανά υλοποίηση σε κάθε διεπαφή	75
Εικόνα 55 Ποσοστό βελτίωσης ευχρηστίας σε κάθε διεπαφή.....	75
Εικόνα 57 Συνολική βελτίωση κατανόησης της διαδικασίας από τους χρήστες ανάμεσα στις 2 υλοποιήσεις	75