

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



-Πτυχιακή Εργασία-

Ανάπτυξη ενός Παιχνιδιού Σοβαρού Σκοπού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Διατσίγκος Δημήτριος

Επιβλέπουσα: Άννα Σωτηροπούλου

Ευχαριστίες:

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τη σύζυγό μου για την πολύτιμη βοήθειά της σε όλη την πορεία του έργου. Επίσης την επιβλέπουσα κα. Άννα Σωτηρόπουλου, κυρίως για την καθοδήγηση και την υπομονή που έκανε κατά την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής.

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Άννα Σωτηροπούλου, ΕΔΙΠ

Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Πληροφορικής

Τριμελής Επιτροπή

Άννα Σωτηροπούλου, ΕΔΙΠ

Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Πληροφορικής

Σπυρίδων Δουκάκης, Επίκουρος Καθηγητής

Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Πληροφορικής

Ανδρέας Καναβός, Αναπληρωτής Καθηγητής

Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Πληροφορικής

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	6
1 Χρήση Παιχνιδιών Σοβαρού Σκοπού.	11
1.1 Συμβολή Παιχνιδιών Σοβαρού Σκοπού	12
1.2 Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού και Φυσικές Επιστήμες.....	13
2 Βασικές Κατηγορίες	18
2.1 Κατηγοριοποίηση με βάση τους παίκτες.....	18
2.1.1 Το ενδιαφέρον των παιχτών.....	18
2.1.2 Η αυτοκαθοδήγηση των παιχτών	18
2.1.3 Οι στόχοι των παιχτών	19
2.2 Κατηγοριοποίηση βάσει των θεωριών Μάθησης	19
3 Μία εποικοδομητική προσέγγιση	21
3.1 Η εργασία σε ομάδες.....	21
3.2 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη διαδικασία του παιχνιδιού.....	25
3.3 Πλεονεκτήματα εποικοδομητικής προσέγγισης και επιλογή της	26
4 Το αναλυτικό πρόγραμμα-Σκοποί της εκπαίδευσης	27
4.1 Σκοποί του προγράμματος των φυσικών επιστημών.....	27
4.2 Δυσκολίες των Αναλυτικών Προγραμμάτων των Φυσικών Επιστημών.....	28
4.3 Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα	30
4.4 Σχέδιο μαθήματος.....	32
4.5 Η ανακαλυπτική διαδικασία.....	34
5 Αξιολόγηση των μαθητών.....	36
5.1 Καταγραφή αδυναμιών και ικανοτήτων μαθητών.....	36
5.2 Ηλικίες που εξετάζονται και ηλικιακά ζητήματα.....	37
5.3 Αξιολόγηση επιδόσεων.....	37

6	Μεθοδολογία.....	40
6.1	Θεωρητικό Μέρος.....	40
6.1.1	Πόσο συγκεκριμένος είναι ο στόχος μέσα στο παιχνίδι.	42
6.1.2	Υποκατηγορίες στόχων ως ενδιάμεσο στάδιο για επιτυχία.....	42
6.1.3	Σύγκρουση Διαδικασιών	43
6.1.4	Διάδραση Μαθητή.....	44
7	Περιγραφή του παιχνιδιού	47
7.1	Ονομασία Εφαρμογής	47
7.2	Σενάριο.....	47
7.3	Σχεδίαση	49
7.4	Ανάλυση σεναρίου με παιδαγωγική προσέγγιση	53
7.4.1	Αναγνώριση ερεθισμάτων και εποικοδομιτισμός.....	55
7.4.2	Σχεδίαση ασκήσεων και εποικοδομιτισμός	57
7.5	Συσχέτιση σεναρίου με διάγραμμα UML υψηλού επιπέδου	58
8	Σχόλια σχετικά με την υλοποίηση σε Java.....	61
8.1	Αντιμετώπιση Δυσκολιών	64
9	Οδηγίες και δραστηριότητες εντός παιχνιδιού	66
9.1	Οδηγίες	66
9.2	Επιμέρους δραστηριότητες	67
10	Αποτίμηση του παιχνιδιού	70
10.1	Χαρακτηριστικά της σωστής αξιολόγησης.	70
10.2	Δοκιμαστική εφαρμογή και αποτελέσματα του παιχνιδιού	71
11	Συζήτηση	74
11.1	Συμπεράσματα.....	74
11.2	Μελλοντικοί στόχοι	76

Βιβλιογραφία	79
Παραρτήματα	84
Παράρτημα Α': Ερωτηματολόγιο	84
Παράρτημα Β': Κώδικας Παιχνιδιού	85

Εισαγωγή

Η χρήση των Νέων Τεχνολογιών σε συνδυασμό με τις βιωματικές, μεθόδους διδασκαλίας, (ομαδοσυνεργατική, καταιγισμός ιδεών, παιχνίδι ρόλων κ.ά.) βοηθούν τους μαθητές να αναπτύξουν ιδιαίτερα την κριτική σκέψη και να αποδώσουν καλύτερα. Μέσα από την ενεργό μάθηση, ο συνδυασμός γνώσεων και εμπειριών προσελκύει το ενδιαφέρον τους. Οι εκπαιδευτικοί όλων των βαθμίδων που θα αναλάβουν την υλοποίηση προγραμμάτων πρέπει να έχουν στη διάθεσή τους μια ακριβή εικόνα των μαθησιακών δυνατοτήτων και αδυναμιών των μαθητών και να μπορούν να προσδιορίσουν στόχους, διαδικασίες υλοποίησης και υλικά για ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα. Επίσης ο σύγχρονος τρόπος της διδασκαλίας με τα μηνύματα των ψηφιακών μέσων, βοηθούν στη διατήρηση της προσλαμβάνουσας γνώσης. Στις πιο σύγχρονες προσεγγίσεις όπως είναι τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού (Serious Games), τα πολυμέσα έχουν τη δυνατότητα να μετατρέψουν τον μαθητή από παθητικό δέκτη σε ενεργό συμμετέχο της εκπαιδευτικής πράξης.

Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση υπάρχουν αρκετά παιχνίδια γνωστικού περιεχομένου που αφορούν τις φυσικές επιστήμες [1] [2] [3] και ειδικότερα την ενότητα του ηλεκτρισμού [4] [5]. Ωστόσο δεν έχει αναφερθεί κάποιο παιχνίδι με σενάριο, που να πραγματεύεται όλη την ενότητα των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Η έλλειψη τέτοιου σοβαρού παιχνιδιού με σενάριο σχετικά με το ηλεκτρικό ρεύμα και τα ηλεκτρικά κυκλώματα μας οδήγησε στη δημιουργία του «ΚΕ.ΔΙ». Το Παιχνίδι Σοβαρού Σκοπού «ΚΕ.ΔΙ», είναι ένα παιχνίδι στο οποίο οι μαθητές της Γ' Γυμνασίου μπορούν να εξασκηθούν, με στόχο τη βελτίωση των γνώσεών τους στο γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. Το συγκεκριμένο παιχνίδι αποτελεί μια εφαρμογή δύο επιπέδων χρηστών – διαχειριστής εκπαιδευτικός, χρήστης μαθητής – όπου ο καθένας τους μπορεί να εκτελέσει τις λειτουργίες που του αντιστοιχούν, όπως αυτές θα περιγραφούν παρακάτω. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με τη γλώσσα προγραμματισμού Java και δίνει τη δυνατότητα πρόσβασης και στα δυο επίπεδα χρηστών. Οι επιπλέον δυνατότητες της επεξεργασίας ορισμένων δυναμικών στοιχείων της εφαρμογής, δίνει στον διαχειριστή τη δυνατότητα να διορθώνει στοιχεία της εφαρμογής και να αξιολογεί τις ενέργειες των μελών και τις επιδόσεις τους.

Με τον όρο σοβαρό παιχνίδι εννοούμε μια διαδραστική εφαρμογή υπολογιστή, με ή χωρίς εξαρτήματα υλικού (Hardware), που έχει έναν απαιτητικό στόχο. Η διαδικασία είναι

διασκεδαστική ή/και συναρπαστική, ενσωματώνει κάποια έννοια βαθμολογίας και μεταδίδει στον χρήστη μια ικανότητα, γνώση ή στάση που μπορεί να εφαρμοστεί στον πραγματικό κόσμο [6].

Πρόκειται για παιχνίδια τα οποία σχεδιάζονται με τη βοήθεια υπολογιστών για ένα συγκεκριμένο σκοπό, εκτός από καθαρή ψυχαγωγία. Υπάρχει ένα πλήθος παιχνιδιών σοβαρού σκοπού, τα οποία κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη αφορά παιχνίδια προσανατολισμένα στη διαδικασία (process-oriented) και η δεύτερη αφορά παιχνίδια προσανατολισμένα στο αποτέλεσμα (outcome-oriented). Και οι δυο κατηγορίες χαρακτηρίζονται από μια ενιαία στρατηγική τριών σταδίων:

- A) Συστηματική ενασχόληση και συλλογή μετρικών από ομάδες.
- B) Συστηματική ενασχόληση με απλή παρέμβαση, συλλέγοντας τις ίδιες πληροφορίες.
- Γ) Μελέτη της επίπτωσης της παρέμβασης στις μετρικές που συλλέχθηκαν.

Το περιβάλλον αναπαριστά προβλήματα και καταστάσεις πραγματικού κόσμου (real world) και ο σκοπός του είναι να αυξήσει τα κίνητρα των παικτών, με το να συμμετέχουν σε τύπους παιχνιδιών όπως παιχνίδια ρόλων, παιχνίδια παζλ, παιχνίδια στρατηγικής, παιχνίδια προσομοίωσης, παιχνίδια δράσης και παιχνίδια μάχης για πολλούς ή μεμονωμένους παίκτες. Περαιτέρω δίνεται έμφαση να διερευνηθεί ποια ικανότητα ή μαθησιακό αποτέλεσμα αναμένεται από κάθε παιχνίδι [7] [8].

Καθώς όμως το πλήθος των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού αυξάνεται, όλο και περισσότερες ολοκληρωμένες παρεμβάσεις έρχονται στο φως. Οι έρευνες δείχνουν ότι θετικές επιδράσεις ορισμένων παιχνιδιών διατηρήθηκαν έως και 6 μήνες [9].

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία ασχοληθήκαμε με τα παιχνίδια που είναι προσανατολισμένα στο αποτέλεσμα και ειδικότερα στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών.

Ενώ τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού άλλων κατηγοριών αφορούν τη βελτίωση συγκεκριμένων εκπαιδευτικών λειτουργιών, όπως κοινωνικές δεξιότητες, μείωση άγχους, κατονομασία συναισθημάτων και ικανότητα προσοχής, στις θετικές επιστήμες οι στόχοι συχνά δεν είναι γνωστοί στους εμπλεκόμενους.

Ωστόσο στην περίπτωση του σοβαρού παιχνιδιού «ΚΕ.ΔΙ» **οι στόχοι** συσχετίστηκαν

τόσο με τους μηχανισμούς του παιχνιδιού, όσο και με τις ανάγκες της διδασκαλίας του γνωστικού αντικειμένου.

Συνοπτικά οι στόχοι του Παιχνιδιού είναι:

1. Να βοηθήσει τον καθηγητή της τάξης να κινητοποιήσει τους μαθητές στο γνωστικό αντικείμενο της φυσικής.
2. Να δημιουργηθεί ταυτόχρονα ένα εποπτικό μέσο, εγχειρίδιο, αλλά και εργαλείο αξιολόγησης της διδασκαλίας.
3. Να μάθουν οι μαθητές τι είναι ηλεκτρικό κύκλωμα και να μάθουν να χειρίζονται απλά ηλεκτρικά κυκλώματα.
4. Να μάθουν οι μαθητές να φτιάχνουν από τα εξαρτήματα που τους δίνονται (μπαταρία, αντίσταση, καλώδια) απλά ηλεκτρικά κυκλώματα.
5. Να μάθουν οι μαθητές να κάνουν μετρήσεις μέσα στο εργαστήριο χρησιμοποιώντας τις έννοιες της τάσης, της έντασης και της αντίστασης
6. Να μάθουν οι μαθητές να βγάλουν συμπεράσματα από μετρήσεις.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το παιχνίδι «ΚΕ.ΔΙ» δοκιμάστηκε σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και σημειώθηκαν αποτελέσματα τόσο στο σύνολο των μαθητών, όσο και ατομικά. Τα αποτελέσματα αυτά αναλύονται περεταίρω στο εντέκατο κεφάλαιο.

Η παρούσα εργασία δομείται στα κεφάλαια ως εξής:

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της χρήσης διαφόρων παιχνιδιών σοβαρού σκοπού. Επιπλέον γίνεται μια περιγραφή σοβαρών παιχνιδιών που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες, ως προς τη χρήση και τη βοήθειά τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επίσης εξηγούμε με ποιο τρόπο επιλέξαμε τα διάφορα χαρακτηριστικά (σενάριο, χαρακτήρες, σκορ) του δικού μας παιχνιδιού «ΚΕ.ΔΙ» με βάση αυτές τις αναλύσεις.

Στο δεύτερο κεφάλαιο έγινε μια προσπάθεια να ταξινομήσουμε τα παιχνίδια αυτά μέσα από δυο άξονες. Η μεταβίβαση γνώσεων και ερεθισμάτων από τη μια πλευρά προς τους παίκτες, καθώς και ο τρόπος ανταπόκρισης των παιχτών από την άλλη, καθιστά την όλη διαδικασία αμφίδρομη. Υπό αυτήν την έννοια ο πρώτος άξονας ανάλυσης είναι με βάση τους παίκτες και ο δεύτερος με βάση τις Παιδαγωγικές Θεωρίες Μάθησης που έχουν αναπτυχθεί.

Στα κεφάλαια 3 και 4 αναλύονται η εποικοδομητική προσέγγιση και το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών των φυσικών επιστημών αντίστοιχα. Ειδικότερα καταγράφουμε τα βασικά στάδια της εποικοδομητικής προσέγγισης και τα πλεονεκτήματα βάσει των οποίων επιλέχθηκε η προσέγγιση αυτή. Στο 4ο κεφάλαιο αναφέρουμε τις αντιλήψεις των μαθητών για τα ηλεκτρικά κυκλώματα καθώς και το Σχέδιο Μαθήματος με βάση το οποίο εργαζόμαστε με τους μαθητές και το σοβαρό παιχνίδι μας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αξιολογούμε τις επιδόσεις των μαθητών μέσα στο παιχνίδι. Εξηγούμε σε ποια ηλικία απευθύνεται το συγκεκριμένο παιχνίδι και γιατί. Η ανάλυση των επιδόσεων οδηγεί σε συμπεράσματα τόσο για την επίδοση μεμονωμένων μαθητών, όσο και για την αποτύπωση δυναμικότητας σε σύνολο αυτών (τάξη).

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύουμε τη μεθοδολογία περιγράφοντας πώς μέσα από τα στοιχεία ενός γενικού πλαισίου (Σχήμα 7), που χρησιμοποιείται ευρέως σε παιχνίδια σοβαρού, σκοπού σχεδιάσαμε το δικό μας σενάριο. Ειδικότερα το σενάριο του «ΚΕ.ΔΙ» βασίστηκε στην ανάλυση των στόχων του παιχνιδιού σε μικρά τμήματα (Πίνακας 2) με αποτέλεσμα την καλύτερη αφομοίωση του αντικειμένου από τους μαθητές στα διάφορα στάδια του παιχνιδιού. Επιπλέον γίνεται η περιγραφή της διάδρασης του μαθητή μέσω ενός διαγράμματος περίπτωσης χρήσης.

Στο έβδομο κεφάλαιο περιγράφουμε αναλυτικά το παιχνίδι. Αναφερόμαστε στη σχεδίαση του. Επίσης περιγράφουμε αναλυτικά το σενάριο και πώς αυτό ταιριάζει με τα όσα περιγράφουμε στο παιδαγωγικό κομμάτι της πτυχιακής (Κεφάλαια 3 και 4). Καταλήγουμε στην δημιουργία ενός διαγράμματος κλάσης υψηλού επιπέδου UML και αναλύουμε σχέσεις μεταξύ των κυριότερων κλάσεων.

Στο όγδοο κεφάλαιο αναφερόμαστε στην αντικειμενοστρεφή γλώσσα Java και τα χαρακτηριστικά της (πχ κλάσεις, μέθοδοι) που χρησιμοποιήθηκαν σε όλη την κατασκευή του παιχνιδιού. Επίσης αναφέρουμε δυσκολίες που είχαμε κατά την υλοποίηση του παιχνιδιού και τους τρόπους αντιμετώπισης τους.

Στο ένατο κεφάλαιο παρουσιάζουμε αναλυτικά πώς παίζεται το παιχνίδι. Αναφερόμαστε στις οδηγίες που δίνει ο επιστήμονας του παιχνιδιού στον παίκτη και τις επιμέρους δραστηριότητες του παίκτη ως ερευνητής μέσα στο παιχνίδι.

Στο δέκατο κεφάλαιο δημιουργήσαμε ένα εργαλείο-ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση του ίδιου του σοβαρού παιχνιδιού «ΚΕ.ΔΙ». Αναφέρουμε τον τρόπο που δοκιμάστηκε στους μαθητές και καταλήγουμε σε συμπεράσματα με βάση τις απαντήσεις τους.

Στο τελευταίο κεφάλαιο αναλύονται και ερμηνεύονται συμπεράσματα από τη δοκιμαστική εφαρμογή του «ΚΕ.ΔΙ» στους μαθητές. Ολοκληρώνουμε με πιθανές αλλαγές και μελλοντικές επεκτάσεις του παιχνιδιού, καθώς και τρόπους υλοποίησης τους.

1 Χρήση Παιχνιδιών Σοβαρού Σκοπού.

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού που είναι παιχνίδια που σχεδιάστηκαν για να επιτύχουν ένα συγκεκριμένο σκοπό ή να προάγουν μία συγκεκριμένη αποστολή ή μαθησιακό στόχο. Η χρήση τέτοιων παιχνιδιών έχει γίνει δημοφιλής στην εκπαίδευση, στην επιχειρηματικότητα, στην ψυχοθεραπεία και σε άλλους τομείς. Επίσης τα παιχνίδια αυτά μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και γνώσεων, καθώς και στην ενίσχυση της εμπειρίας του χρήστη μέσω του παιχνιδιού. Στην παρούσα πτυχιακή θα επικεντρωθούμε κυρίως στα παιχνίδια που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση και ειδικότερα στις Φυσικές επιστήμες.

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού στην εκπαίδευση χρησιμοποιούνται για να εκπαιδεύσουν και να βελτιώσουν τις δεξιότητες και τις γνώσεις των παιδιών σε διάφορα πεδία. Ειδικότερα μελετήσαμε διάφορα παιχνίδια σε ξεχωριστά γνωστικά αντικείμενα και τα παρουσιάζουμε με την σειρά παρακάτω:

1. Μαθηματικά παιχνίδια: Αυτά τα παιχνίδια εστιάζουν στην εκπαίδευση των παιδιών στις βασικές αριθμητικές δεξιότητες [10], καθώς και σε ανώτερα μαθηματικά όπως άλγεβρα και στατιστική [11] [12].
2. Γλωσσικά παιχνίδια: Αυτά τα παιχνίδια εκπαιδεύουν τα παιδιά στη γλώσσα και στη γραμματική, ενθαρρύνοντας την ανάπτυξη λεξιλογίου και τη βελτίωση της γραμματικής και της σύνταξης [13].
3. Ιστορία και κοινωνικές επιστήμες: Αυτά τα παιχνίδια εστιάζουν στην εκπαίδευση των παιδιών σχετικά με την ιστορία και τις κοινωνικές επιστήμες, προωθώντας την κατανόηση των κοινωνικών και ιστορικών γεγονότων και την ανάπτυξη κριτικής σκέψης [14].
4. Η πληροφορική είναι μια επιστήμη που προσφέρει πολλές ευκαιρίες για την ανάπτυξη σοβαρών παιχνιδιών. Αυτά τα παιχνίδια μπορούν να βοηθήσουν στην εκμάθηση δεξιοτήτων όπως ο προγραμματισμός, η κριτική σκέψη, η προσοχή στη λεπτομέρεια και η λύση διαθεματικών προβλημάτων. Για παράδειγμα το παιχνίδι Minecraft Education Edition μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διδαχθεί Φυσική σε μαθητές σε διάφορα επίπεδα εκπαίδευσης. Μερικά παραδείγματα της χρήσης του είναι τα παρακάτω:

- Μελέτη των βασικών αρχών της κινηματικής: Οι μαθητές μπορούν να μελετήσουν τον τρόπο που κινούνται τα αντικείμενα στον εικονικό κόσμο του Minecraft και να εξάγουν συμπεράσματα σχετικά με τις βασικές αρχές της κινηματικής, όπως η ταχύτητα, η επιτάχυνση και η διαδρομή [15].
- Εκμάθηση των ιδιοτήτων της ύλης: Οι μαθητές μπορούν να μελετήσουν τις ιδιότητες της ύλης, όπως η πυκνότητα, η σκληρότητα και η αντοχή, κατασκευάζοντας εργαλεία και κατασκευές από διαφορετικά υλικά στον εικονικό κόσμο του Minecraft [16].

1.1 Συμβολή Παιχνιδιών Σοβαρού Σκοπού

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού μπορούν να βοηθήσουν σε πολλούς τομείς και δραστηριότητες, καθώς προσφέρουν μια ασφαλή και ελεγχόμενη περιβαλλοντική συνθήκη για την εξάσκηση και την εκμάθηση πρακτικών δεξιοτήτων. Κάποια από τα οφέλη των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού είναι τα εξής:

Εκπαίδευση: Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία εκπαίδευσης για διάφορους τομείς όπως στην ιατρική [17].

Προσομοίωση: Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσομοίωση διαφόρων καταστάσεων και σεναρίων, όπως φυσικές καταστροφές [18].

Ενθάρρυνση της συνεργασίας: Πολλά παιχνίδια σοβαρού σκοπού σχεδιάζονται για πολλαπλούς παίκτες και μπορούν να ενθαρρύνουν τη συνεργασία και την επικοινωνία μεταξύ τους [19].

Εκπαίδευση στη λήψη αποφάσεων: Κάποια παιχνίδια σοβαρού σκοπού μπορούν να βοηθήσουν τους παίκτες να μάθουν να λαμβάνουν αποφάσεις και να επιδεικνύουν την ικανότητά τους να διαχειρίζονται κινδύνους και προκλήσεις [20].

Προώθηση της υγείας και της ευεξίας: Ορισμένα παιχνίδια σοβαρού σκοπού είναι σχεδιασμένα για να βοηθήσουν στην προώθηση της υγείας και της ευεξίας, όπως παιχνίδια για την αντιμετώπιση του στρες ή για τη βελτίωση της σωματικής κατάστασης [21].

1.2 Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού και Φυσικές Επιστήμες.

Οι φυσικές επιστήμες περιλαμβάνουν πολλές διαφορετικές επιστήμες, όπως η φυσική, η χημεία, η βιολογία και η γεωλογία. Υπάρχουν πολλά παιχνίδια σοβαρού σκοπού που επικεντρώνονται σε αυτές τις επιστήμες, με σκοπό την εκπαίδευση των παικτών και την ενίσχυση της κατανόησής τους. Στην παρούσα πτυχιακή ασχοληθήκαμε εκτενώς με την περιγραφή τέτοιων παιχνιδιών από όλες τις επιστήμες (φυσική, χημεία, βιολογία και γεωλογία) ώστε να αποκτήσουμε μια γενικότερη εικόνα για την δημιουργία του δικού μας παιχνιδιού «ΚΕ.ΔΙ».

Το PIDstop είναι ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού που σχετίζεται με τον έλεγχο της διαδικασίας ελέγχου της βιομηχανίας και των συστημάτων παραγωγής. Στο παιχνίδι PIDstop, ο παίκτης έχει ως στόχο να ελέγξει τη θερμοκρασία, την πίεση, το Ph και τη ροή του υλικού σε ένα σύστημα παραγωγής εργοστασίου. Αν η διαδικασία ελέγχου δεν διατηρηθεί σταθερή, τότε ο παίκτης αποτυγχάνει και πρέπει να ξαναπροσπαθήσει [22].

Το Quest Atlantis είναι ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού που ενθαρρύνει και βοηθά την εκπαίδευση των μαθητών σε θέματα όπως τεχνολογία και μηχανική. Το παιχνίδι είναι σε μορφή περιπέτειας, όπου οι παίκτες αναλαμβάνουν ρόλους διαφόρων χαρακτήρων και λύνουν προβλήματα, συλλέγουν δεδομένα και ανακαλύπτουν νέες γνώσεις. Μέσω του παιχνιδιού, οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες, όπως η επίλυση προβλημάτων, η συνεργασία και η κριτική σκέψη, καθώς και να εξοικειωθούν με τις βασικές αρχές της επιστήμης της φυσικής και της τεχνολογίας. Το Quest Atlantis χρησιμοποιείται σε σχολεία σε όλο τον κόσμο και έχει αποδειχθεί αποτελεσματικό για τη βελτίωση της μάθησης και της εκπαίδευσης των μαθητών σε διάφορα επίπεδα και ηλικίες [3].

Το "MOBI: The Mobile Programming Game". Πρόκειται για ένα παιχνίδι προγραμματισμού για παιδιά, στο οποίο οι παίκτες μαθαίνουν να δημιουργούν εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα σε ένα φιλικό για αυτά περιβάλλον. Οι παίκτες πρέπει να επιλέξουν και να συνδυάσουν σωστά τμήματα κώδικα, για να δημιουργήσουν μια λειτουργική εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα. Παρόλο που ο στόχος του παιχνιδιού είναι να διδάξει προγραμματισμό σε παιδιά δημοτικού, η κίνηση του Avatar ως προς ένα σημείο αναφοράς, ο υπολογισμός μήκους αποστάσεων σε χάρτες καθώς και εμβαδού διαφόρων επιφανειών αποτελούν βασικά στοιχεία

του παιχνιδιού που συνδέουν το "MOBI" με έννοιες (π.χ μήκος, κλίμακες, εμβαδόν) του φυσικού κόσμου [16].

Το Kahoot είναι ένα εργαλείο εκπαιδευτικών παιχνιδιών που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκπαιδεύσει τους μαθητές σε διάφορα μαθήματα, συμπεριλαμβανομένης της χημείας [1]. Το Kahoot επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να δημιουργούν ερωτήσεις, οι οποίες παρουσιάζονται στους μαθητές σε μορφή παιχνιδιού. Οι μαθητές απαντούν στις ερωτήσεις στο smartphone, tablet ή υπολογιστή τους και οι βαθμοί τους καταγράφονται σε πραγματικό χρόνο.

Το Chemical Nomenclature είναι ένα σοβαρό παιχνίδι που βοηθά στην εκμάθηση της χημικής ονοματολογίας. Η χημική ονοματολογία είναι ένα κρίσιμο κομμάτι της χημείας, καθώς επιτρέπει στους επιστήμονες να περιγράφουν και να κατανοήσουν τις χημικές ουσίες. Το παιχνίδι παρουσιάζει στους παίκτες μια σειρά από χημικές ουσίες και τους ζητά να τις ονομάσουν σύμφωνα με τους κανόνες της χημικής ονοματολογίας. Οι παίκτες μαθαίνουν τους κανόνες για την αντιστοίχιση των ονομάτων με τη σύνθεση των χημικών ενώσεων και τα συντομότερα επιστημονικά ονόματα που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία [23].

Το Meaningful Blood Circulation Learning System είναι ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού για κινητά τηλέφωνα που αποσκοπεί στην εκπαίδευση των χρηστών σχετικά με τη λειτουργία της κυκλοφορίας του αίματος στο ανθρώπινο σώμα. Το παιχνίδι έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τους χρήστες να κατανοήσουν τη δομή και τη λειτουργία του ανθρώπινου κυκλοφορικού συστήματος μέσω ενός διαδραστικού περιβάλλοντος. Οι χρήστες πρέπει να επιλέξουν τη σωστή απάντηση για κάθε ερώτηση σχετικά με τη δομή και τη λειτουργία του κυκλοφορικού συστήματος και να συλλέξουν πόντους. Οι βαθμολογίες και οι πρόοδοι των χρηστών αποθηκεύονται στο σύστημα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από εκπαιδευτικούς για να αξιολογήσουν την κατανόηση των μαθητών σχετικά με τη λειτουργία του ανθρώπινου κυκλοφορικού συστήματος [2].

Planetii είναι ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού που έχει σχεδιαστεί για να εκπαιδεύσει τους παίκτες σχετικά με την αειφορία και την αλλαγή του κλίματος. Το παιχνίδι έχει στόχο να ενημερώσει τους παίκτες για τις συνέπειες των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον και πώς μπορούν να ληφθούν μέτρα για να μειωθεί η επίδρασή τους. Στο παιχνίδι, οι παίκτες πρέπει να διαχειρίζονται έναν πλανήτη και να λαμβάνουν αποφάσεις για την ανάπτυξή του, ενώ

ταυτόχρονα προσπαθούν να διατηρήσουν το περιβάλλον στο οποίο ζουν οι κάτοικοί του. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται από τους παίκτες έχουν επίδραση στην οικολογική ισορροπία του πλανήτη και στην ευημερία του πληθυσμού του. Το Planetii έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιείται ως εκπαιδευτικό εργαλείο στα σχολεία και στις επιχειρήσεις, αλλά μπορεί να παιχτεί και ατομικά [24].

Σε όλα τα παραπάνω παιχνίδια που αναλύθηκαν το ενδιαφέρον και η αποτελεσματικότητα με την οποία οι παίκτες (Gamers) ανατροφοδοτούνται από αυτά, εξαρτάται σε μεγάλο ποσοστό από το βαθμό με τον οποίο είναι κινητοποιημένοι γύρω από τα ενδιαφέροντα τους και την ύλη των αντίστοιχων γνωστικών αντικειμένων. Βλέπουμε ότι οι παίκτες τα πηγαίνουν καλά σε ορισμένα παιχνίδια, όταν πιστεύουν πως θα τους βοηθήσουν στα σχολικά τεστ (εσωτερικό κίνητρο), δηλαδή έχουν κίνητρο για το περιεχόμενο των μαθημάτων εξ ολοκλήρου [25].

Βέβαιο είναι ότι η αναλυτική διατύπωση των σκοπών, η λεπτομερής καταγραφή των διαδικασιών και των στόχων βοηθούν αφάνταστα το σοβαρό παιχνίδι στο έργο του. Ο «μπούσουλας» που δημιουργείται δείχνει τη γραμμή του σεναρίου και θα προφυλάξει από άσκοπες περιπλανήσεις μέσα στο παιχνίδι. Όταν οι στόχοι είναι λεπτομερέστεροι και σαφέστεροι από τους γενικούς στόχους μέσα στο παιχνίδι, τότε θα δοθούν απαντήσεις στο γιατί (Σκοποί), στο πώς θα διδαχτεί (Μέθοδος) και στο τι θα διδαχτεί (Περιεχόμενο)[26].

Ενώ όμως οι περισσότερες έρευνες εστιάζουν στη διαδικασία για το πώς οι παίκτες θα εμπλακούν πιο ενεργά στη διαδικασία, λίγες είναι αυτές που ασχολούνται με το πώς πρέπει να είναι αυτή η διαδικασία, ώστε να αποκομίσουν στο μέγιστο βαθμό τα αποτελέσματα που πρέπει [27].

Ποιες διεργασίες όμως είναι αυτές που βοηθούν στην κατεύθυνση αυτή, δηλαδή να μπορεί ένας παίκτης μετά από την χρήση των σοβαρών παιχνιδιών να διατηρεί τις επιδράσεις αυτών και μετά το πέρας της αλληλεπίδρασης;

Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αυτό μελετήσαμε τα παραπάνω σοβαρά παιχνίδια των φυσικών επιστημών ως προς τρία κριτήρια. Το πρώτο κριτήριο αφορά τα στοιχεία του παιχνιδιού, όπως το σενάριο, οι επιδόσεις και η πρόοδος που εμφανίζουν οι παίκτες μέσα σε αυτά. Το δεύτερο αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα και το τρίτο τα κίνητρα των παικτών και

πώς αυτά ενσωματώνονται μέσα στο παιχνίδι. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων μας εμφανίζονται επιγραμματικά στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Ανάλυση Παιχνιδιών Σοβαρού σκοπού

Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού	Στοιχεία	Μαθησιακά Αποτελέσματα	Κίνητρα
Παιχνίδι σοβαρού σκοπού στο γνωστικό αντικείμενο της Χημείας.[1]	Quiz, Πόντοι και σταδιακή πρόοδος	Αύξηση της ευαισθητοποίησης των μαθητών	Αύξηση επιθυμίας από τους μαθητές να πετύχουν.
Παιχνίδι σοβαρού σκοπού στο γνωστικό αντικείμενο της Βιολογίας.[2]	Avatar, Αντίστροφη μέτρηση	Αύξηση των επιτευγμάτων των μαθητών	Δεν καθορίζονται
Μελέτη επίδρασης εξωτερικών ανταμοιβών σε Παιχνίδια σοβαρού σκοπού με αντικείμενο την φυσική και τα μαθηματικά.[3]	Avatar, Ανταμοιβές	Οι μαθητές μαθαίνουν από έμμεσα ερεθίσματα μέσα στο παιχνίδι	Αύξηση ανταμοιβών για μελέτη κινήτρων.
Παιχνίδι σοβαρού σκοπού σε διάφορα αντικείμενα πάνω στις Θετικές Επιστήμες. [24]	Πόντοι, Αντίστροφη μέτρηση	Σταθερή ενεργή συμμετοχή από μαθητές.	Κίνητρο για συμμετοχή σε περισσότερα έργα.
Παιχνίδι σοβαρού σκοπού με χρήση εφαρμογής σε κινητά στο γνωστικό αντικείμενο της Χημείας.[23]	Quiz, Πόντοι	Αύξηση των επιτευγμάτων των μαθητών	Δεν καθορίζονται
Παιχνίδι σοβαρού σκοπού με χρήση εξομοιωτών συσκευών φυσικών και χημικών διεργασιών (ροή ρευστών – Ph).[22]	Εξομοίωση με μετρήσεις	Ενίσχυση μαθησιακής διαδικασίας	Στόχοι, κίνητρα και ακαδημαϊκό επίπεδο προσαρμόζονται στα μαθησιακά αντικείμενα .
Συμμετοχή παιδιών στη δημιουργία σοβαρού παιχνιδιού σε προγραμματιστικά περιβάλλοντα .[16]	Δημιουργία ενός σοβαρού παιχνιδιού	Ενεργή συμμετοχή από μαθητές	Ενίσχυση κινήτρου συμμετοχής

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του Πίνακα 1 βλέπουμε ότι όσο οι παίκτες-μαθητές συμμετέχουν περισσότερο ενεργά στο παιχνίδι για την απόκτηση της γνώσης, τόσο πιο ξεκάθαρη είναι η ενίσχυση των κινήτρων και της συμμετοχής του σε αυτό. Ακόμη βλέπουμε ότι η χρήση μιας προσωποποίησης (Avatar) μέσα σε ένα παιχνίδι αυξάνει τα επιτεύγματα των μαθητών, χωρίς να επηρεάζει αρνητικά τα κίνητρα τους για μάθηση. Με αυτό το σκεπτικό επιλέχθηκε και η διαδικασία με την οποία ο παίκτης θα μετέχει μέσα στο παιχνίδι και αυτή δεν θα μπορούσε να είναι άλλη από την εξέλιξη μιας ιστορίας μεταξύ μιας προσωποποίησης του και ενός επιστήμονα. Επίσης οι πόντοι του παιχνιδιού προσαρμόστηκαν ώστε να φαίνονται σε καθορισμένες στιγμές μέσα στο παιχνίδι, καθώς αυτοί λειτουργούν ως έπαινος σε όλη την διάρκεια του παιχνιδιού.

2 Βασικές Κατηγορίες

Το πλήθος των ηλεκτρονικών παιχνιδιών σοβαρού σκοπού που έχουν δημιουργηθεί, καθώς και η συνεχόμενη αύξηση τους καθιστά δύσκολη την κατηγοριοποίηση τους. Η βιβλιογραφία [28] [29] [30] μάς οδήγησε να ταξινομήσουμε τα παιχνίδια αυτά μέσα από δυο άξονες. Ο πρώτος άξονας αφορά τους παίκτες και την αλληλεπίδραση τους μέσα στα παιχνίδια σοβαρού σκοπού και ο δεύτερος τις Θεωρίες Μάθησης που αναπτύχθηκαν τον 20ο αιώνα.

2.1 Κατηγοριοποίηση με βάση τους παίκτες

Κοινό χαρακτηριστικό όλων των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού είναι η μεταβίβαση γνώσεων και ερεθισμάτων προς τους παίκτες. Ωστόσο η διαδικασία είναι αμφίδρομη. Υπό αυτήν την έννοια, υπάρχει η απορρόφηση γνώσεων και ερεθισμάτων από τους ίδιους τους παίκτες, καθώς και η ανταπόκριση τους και οι επιδόσεις τους μέσα από οργανωμένες δραστηριότητες του παιχνιδιού. Οι κατηγορίες, από την σκοπιά των παικτών με βάση τις εκπαιδευτικές πτυχές που μελετήσαμε, είναι το ενδιαφέρον τους για το αντικείμενο του σοβαρού παιχνιδιού, η αυτοκαθοδήγηση για την επίτευξη των στόχων του παιχνιδιού και η αξία των στόχων που βάζουν οι ίδιοι για να οδηγηθούν στη μάθηση. Παρακάτω αναλύονται περισσότερο αυτές οι τρεις κατηγορίες:

2.1.1 Το ενδιαφέρον των παιχτών

Αναπόσπαστο κομμάτι της όλης διαδικασίας είναι το ενδιαφέρον που δείχνουν οι παίκτες γύρω από το αντικείμενο του παιχνιδιού και πώς αυτοί αλληλεπιδρούν με το παιχνίδι. Συγκεκριμένα η βιβλιογραφία μάς δείχνει ότι όσο πιο μεγάλο ενδιαφέρον για το συγκεκριμένο παιχνίδι εμφανίζει ένας παίκτης, σημαίνει ότι τα πηγαίνει καλά, έχει αφοσιωθεί στο περιεχόμενο του και θέλει να αποσπάσει όλο και πιο πολλές πληροφορίες μέσα από αυτό [31] [28].

2.1.2 Η αυτοκαθοδήγηση των παιχτών

Οι σύγχρονες αναφορές εστιάζουν στους τρόπους με τους οποίους ο εκάστοτε παίκτης επικεντρώνεται περισσότερο στην διαδικασία ενός σοβαρού παιχνιδιού. Συγκεκριμένα αναζητούν διαδικασίες ώστε να μπορεί ο παίκτης να αφήσει ένα οποιοδήποτε εξωτερικό ερέθισμα και να βρει τον τρόπο με συγκεκριμένο προγραμματισμό, ώστε να επιτευχθεί ο εκάστοτε στόχος του παιχνιδιού (π.χ. παιχνίδια Scratch μέσα στο περιβάλλον του παιχνιδιού για

σχεδιασμό κινήσεων από τον ίδιο τον μαθητή) [32]. Με αυτόν τον τρόπο οι εκάστοτε παίκτες αλληλεπιδρούν περισσότερο μέσα στη διαδικασία του σοβαρού παιχνιδιού και αποσπώνται δυσκολότερα από τον εκπαιδευτικό στόχο [29].

2.1.3 Οι στόχοι των παιχτών

Πόση «αξία» μπορεί να επενδύσει ένας παίκτης σε ένα συγκεκριμένο παιχνίδι; Αυτό διαφέρει από παίκτη σε παίκτη. Για κάποιον επιτυχία είναι να περάσει το πρώτο στάδιο, ώστε να μην αισθανθεί αποτυχημένος για το άμεσο μέλλον. Για κάποιον άλλο το να βρει μια καλή «παρέα» μέσα στο παιχνίδι είναι το ίδιο σημαντικό όπως και το προηγούμενο. Χαρακτηριστικό κάθε στόχου είναι το πώς εμείς οι προγραμματιστές τον αξιολογούμε και τι μέσα χρησιμοποιούμε ώστε να τον πετύχουμε. Για παράδειγμα η αξιοποίηση των παιχνιδιών που υπάρχουν σε κινητά τηλέφωνα για εκπαιδευτικούς σκοπούς εστιάζει περισσότερο στην δημιουργία πιο προσεγμένων γραφικών και σύνδεση του περιεχομένου τους με τις επιδόσεις των παικτών [33]. Αντίθετα τα σοβαρά παιχνίδια που αφορούν την ομαδική εργασία, εστιάζουν περισσότερο στις σχέσεις και στην επικοινωνία μεταξύ των παικτών με την συλλογή δεδομένων από κάθε παίκτη ξεχωριστά και σύγκριση όλων των αποτελεσμάτων με τα δεδομένα αυτά, εν γνώσει ή όχι των παιχτών [34], [35].

2.2 Κατηγοριοποίηση βάσει των θεωριών Μάθησης

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατηγοριοποίηση των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού βάσει των θεωριών μάθησης που αναπτύχθηκαν τον 20ο αιώνα.

Η πρώτη κατηγορία αφορά τον **εποικοδομιτισμό** (constructivism). Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία τα παιδιά οδηγούνται στη μάθηση μέσω των ενεργειών τους, όταν αυτές γίνονται πάνω σε συντονισμένες και ταξινομημένες πράξεις, όπως είναι οι προσομοιώσεις (simulations). Με αυτό τον τρόπο η γνώση δεν είναι μία απλή καταγραφή, αλλά ένα οικοδόμημα ταξινόμησης αντιστοίχισης και σειροθέτησης [30].

Στην δεύτερη κατηγορία συναντάμε τις **γνωστικές** (cognitive) θεωρίες μάθησης οι οποίες έρχονται να δώσουν εξήγηση για τον ρόλο των γνωστικών διεργασιών του νου. Όλες οι γνωστικές λειτουργίες (ανθρώπινη σκέψη, λεκτική κατανόηση, νοημοσύνη, μνήμη, στρατηγικές

αντιμετώπισης προβλημάτων) λαμβάνονται υπόψη για να οδηγηθεί το άτομο από το ερέθισμα στην αντίδραση και αντίστροφα [36], [37].

Στην τρίτη και τελευταία κατηγορία συναντάμε την **κοινωνικο-πολιτισμική προσέγγιση** με βασικό εκπρόσωπο της τον Vygotsky. Σύμφωνα με αυτή το παιδί βρίσκεται μέσα στο κοινωνικό του περιβάλλον και μαθαίνει από τις κοινωνικές συναναστροφές-αλληλεπιδράσεις. Η μάθηση γίνεται πρώτα μέσα στο κοινωνικό περιβάλλον του ατόμου και μετέπειτα σε ατομικό επίπεδο [38]. Για παράδειγμα, χρησιμοποιείται συχνά μέσα στα παιχνίδια ο όρος «ζώνη επικείμενης ανάπτυξης», που περιγράφει τη λύση προβλημάτων κάτω από την καθοδήγηση των πιο ικανών συνομήλικων.

Στο παιχνίδι σοβαρού σκοπού Monopoly ο μαθητής μπορεί να μάθει τη σωστή χρήση των χρημάτων με ένα μεγαλύτερο ή με έναν συνομήλικό του, που γνωρίζει καλύτερα την αγορά. Η ανάπτυξη έρχεται σύμφωνα με την ψυχοκοινωνική θεωρία, όταν ο ίδιος ο μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτή τη γνώση μέσα στις κοινωνικές συναναστροφές του στην αγορά μίας σοκολάτας ή στο να λύσει ένα πρόβλημα στο σχολείο.

3 Μία εποικοδομητική προσέγγιση

Λέγοντας εποικοδομητική προσέγγιση εννοούμε μία καλά προσχεδιασμένη δραστηριότητα ή ένα σύνολο ομαδικών δραστηριοτήτων. Μέσα από αυτές γίνεται η επαλήθευση ή η απόρριψη των συμπερασμάτων από τους ίδιους τους μαθητές, αφού αυτοί οι ίδιοι έρχονται σε επαφή με την επιστημονική αλήθεια μέσα από το πείραμα. Η σχετική βιβλιογραφία αναφέρει ότι η πειραματική διαδικασία (αναπόσπαστο κομμάτι της εποικοδομητικής μεθόδου) αυξάνει τα μαθησιακά αποτελέσματα σε αντίθεση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας [39].

3.1 Η εργασία σε ομάδες

Όπως σε όλες τις διδακτικές προσεγγίσεις έτσι και στον εποικοδομιτισμό η αρχή της διδασκαλίας πρέπει να είναι άρτια οργανωμένη, ώστε η προσοχή των μαθητών να μην αποσπαστεί. Τα ερεθίσματα που θα λάβουν θα πρέπει να τους κινήσουν το ενδιαφέρον τους, να εξάψουν τη φαντασία τους και να εγείρουν την περιέργειά τους.

Η εισαγωγή στο μάθημα, «εφόρμηση» όπως συνηθίζουμε να λέμε, περιλαμβάνει δύο βασικά στάδια:

- Την διέγερση της περιέργειας του μαθητή
- Την αρχή της διαδικασίας και την αναλυτική περιγραφή των όσων θα παρουσιαστούν μέσα στην τάξη. Με την έναρξη του μαθήματος ο καθηγητής θα εξηγήσει αναλυτικά τι πρόκειται να ακολουθήσει και πως οι μαθητές θα αφοσιωθούν στη δραστηριότητα που οι ίδιοι θα φέρουν εις πέρας.

Η διδασκαλία περιλαμβάνει πρώτα τη συλλογή των αντικειμένων μέσα στο παιχνίδι και την παρατήρηση μέσα στο πρόγραμμά μας της φιγούρας του επιστήμονα με την οποία πρόκειται να αλληλεπιδράσουν.

Στη φάση αυτή ο καθηγητής της τάξης περιορίζεται μόνο στο να ενθαρρύνει και να βοηθήσει τους μαθητές μέσα σε αυτήν την περιπλάνηση. Το κυρίαρχο σε αυτή τη φάση είναι η αλληλεπίδραση των παιδιών μεταξύ τους σχετικά με το τι θα θεωρήσουν σημαντικό. Αφού ξεκαθαρίσουν με διάλογο μεταξύ τους για το πώς θα κινηθούν μέσα στο παιχνίδι, τότε θα εστιάσουν την προσπάθειά τους στην επιστημονική διαδικασία.

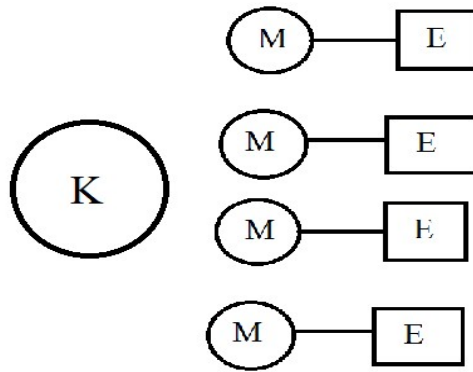
Οι αισθήσεις και οι σκέψεις τους συντονίζονται ώστε να διεξαχθούν όλες οι επιστημονικές

διαδικασίες.

Για να επιτύχει αυτό το εγχείρημα, οι μαθητές πρέπει να βοηθηθούν. Με τη βοήθεια του καθηγητή της τάξης διακρίνουν τη σημαντική πληροφορία μέσα από τις διάφορες εμπειρίες που αποκτούν. Η αποσαφήνιση αυτού που ήδη σκέφτονται βοηθά να αποκτήσουν εμπιστοσύνη, ενημερώνει για τις δικές τους διαδικασίες σκέψης και τους ενθαρρύνει. Οι παρεμβάσεις του καθηγητή μπορεί να έχουν τη μορφή συζήτησης, ερωτήσεων ή εμπλουτισμού των ιδεών τους με νέες εμπειρίες. Η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι αυτό γίνεται συστηματικότερα με συζήτηση μέσα στις μικρές ομάδες [5]. Η δυναμική που προκύπτει από τη συζήτηση αυτή είναι μεγάλη και βοηθάει τους μαθητές στην ανάδειξη των ιδεών τους την ώρα του μαθήματος. Τα μέσα με τα οποία γίνεται η ανάδειξη των ιδεών των μαθητών σε όλα τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού που μελετήθηκαν είναι οι πρακτικές δοκιμασίες ερωτηματολόγια, οι ατομικές πρωτοβουλίες τους και οι προβλέψεις για τα πειράματα που πρόκειται να κάνουν. Στην περίπτωση μας, τα πειράματα και οι δοκιμασίες δεν γίνονται μόνο στο χαρτί αλλά έχουν οργανωθεί κατάλληλα μέσα σε μία συνεχή πλοκή που απορρέει από το σενάριο του παιχνιδιού μας.

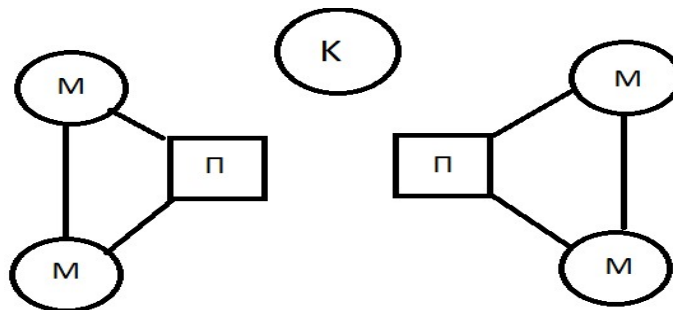
Με αυτό τον τρόπο το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας εκτοπίζεται. Τη θέση του παίρνει η συζήτηση μεταξύ των μαθητών η οποία ενθαρρύνεται από τον ίδιο τον καθηγητή (εποικοδομητική προσέγγιση).

Η πρακτική που ακολουθήθηκε είναι η εξής. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των δύο ατόμων και δόθηκε σε κάθε ομάδα το έργο ατομικά. Στους μαθητές δόθηκαν συμπληρωματικά κάποιες ερωτήσεις σε ένα χαρτί. Οι ερωτήσεις ήταν συνοπτικές και αφορούσαν την ύλη που έχουν διδαχτεί μέσα στην τάξη. Έστερα ο ίδιος ο καθηγητής τάξης προέτρεψε τους μαθητές να περιπλανηθούν ατομικά, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, μέσα στο εικονικό εργαστήριο και να βρουν τον επιστήμονα που υπάρχει μέσα σε αυτό.



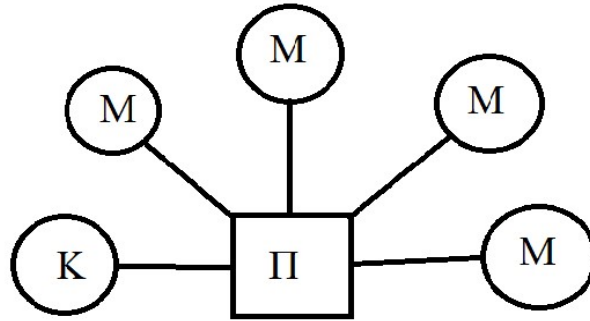
Σχήμα 1: Τα μέλη της ομάδας εργάζονται ατομικά
(K= Καθηγητής Τάξης, M= Μαθητές, E= Εικονικό Εργαστήριο)

Ύστερα από την πρώτη επαφή των μαθητών με το εικονικό εργαστήριο συζήτησαν τις απόψεις τους σε επίπεδο ομάδας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Σκοπός αυτής της συζήτησης ήταν να υπάρξει ένας συγκερασμός των ιδεών τους και μία αποδεκτή άποψη από αυτή την ομάδα.



Σχήμα 2: Τα μέλη της ομάδας εργάζονται συλλογικά για την λύση των προβλημάτων.
(K= Καθηγητής της Τάξης, M= Μαθητές, Π= Πρόβλημα)

Στο επόμενο βήμα ο καθηγητής της τάξης κατηγοριοποιεί τις απαντήσεις των μαθητών και αναδεικνύει τις σημαντικότερες ιδέες τους. Οι απόψεις των ομάδων παρουσιάζονται στον εκπαιδευτικό και στις υπόλοιπες ομάδες, όπως στο Σχήμα 3, και σκοπός είναι να υιοθετηθεί εκείνη η άποψη που είναι πιο κοντά στην επιστημονική αλήθεια. Οι μαθητές καταγράφουν τις απόψεις τους στο στάδιο του Quiz επιλέγοντας τις σωστές απαντήσεις. Βέβαια ο ίδιος ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τους μαθητές να απαντήσουν ελεύθερα με βάση αυτό που σκέφτονται.



Σχήμα 3: Τα μέλη των ομάδων συζητάνε ομαδικά τα προβλήματα μαζί με τον καθηγητή.

(Κ= Καθηγητής Τάξης, Μ= Μαθητές, Π= Πρόβλημα)

Εφόσον η υπόθεση της εποικοδομητικής μάθησης είναι σωστή, επιβάλλεται να διευκολύνεται η συνεργασία. Η συμμετοχή σε μικρές ομάδες επίλυσης προβλημάτων μπορεί να προκαλέσει γνωστική ανισορροπία και να υπάρξει μία μετρήσιμη αλλαγή στον χρόνο οικοδόμησης της γνώσης. Με αυτόν τον τρόπο παιδιά που δουλεύουν κατά ζεύγη στην επίλυση προβλημάτων παράγουν περισσότερο επαρκείς λύσεις, από αυτά που εργάζονται μόνο τους. Η διαδικασία της συζήτησης και του διαλόγου ενεργεί ως καταλύτης για τη σκέψη.

Στο επόμενο στάδιο αυτής της εποικοδομητικής προσέγγισης λαμβάνει χώρα η «**αναδόμηση**» των ιδεών των μαθητών. Μέχρι στιγμής οι μαθητές σχεδίασαν και εκτέλεσαν μία μικρή έρευνα. Το γεγονός από μόνο του είναι πολύ σημαντικό, αλλά δεν είναι αρκετό. Οι μαθητές πρέπει να προχωρήσουν πιο πέρα από την απλή ανακοίνωση των συμπερασμάτων τους μέσα στην τάξη. Είναι χρήσιμο να μπορούν να διερωτηθούν κατά πόσο τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν συμφωνούν ή είναι σε αντίθεση με αυτό που είχαν δεχτεί ως πληροφορία μέσα στο μάθημα.

Στο στάδιο αυτό σημαντικό ρόλο παίζει και ο εκπαιδευτικός καθώς παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές για να ελέγξουν την ορθότητα ή όχι των πράξεων τους. Τους βοηθάει να αποκτήσουν δεξιότητες στις διαδικασίες του πειράματος. Προάγει και οργανώνει τις συζητήσεις μεταξύ των μαθητών ανταλλάσσοντας απόψεις και ιδέες. Δεν διορθώνει λανθασμένες απαντήσεις, αλλά τις αφήνει προς συζήτηση. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές δεν στρέφουν τα βλέμματά τους προς τον ίδιο αλλά προσπαθούν μέσα από το παιχνίδι να αποκτήσουν αυτονομία.

Το τελικό στάδιο είναι το στάδιο της «**ανασκόπησης**». Σύμφωνα με αυτό οι μαθητές εξηγούν τους λόγους που τους οδήγησαν στην εγκατάλειψη των παλαιών απόψεων τους

(αυτορρύθμιση) καθώς ενισχύονται και οι μεταγνωστικές τους ικανότητες. Δηλαδή είναι σε θέση να αναγνωρίζουν, να αξιολογούν και να ελέγχουν την κατανόησή τους, καθώς και να προβαίνουν σε σκέψεις για την απόκτηση νέων γνώσεων και την επίλυση προβλημάτων.

3.2 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη διαδικασία του παιχνιδιού

Η προσέγγιση του εκπαιδευτικού στην όλη διαδικασία πρέπει να είναι πρισματική. Από το αρχικό στάδιο της συγκέντρωσης αποδείξεων για τις ιδέες των μαθητών, έως ότου μέσα από ποικίλες στρατηγικές να βοηθήσει τους μαθητές να ξεδιαλύνουν αυτό που ήδη γνωρίζουν.

Στην συνέχεια με βάση τις αποδείξεις που συγκέντρωσε αποφασίζει για το είδος και τον τρόπο της παρέμβασης που θα ακολουθήσει. Πώς μπορούν να δομηθούν οι απόψεις των μαθητών, ώστε να συμβιβάζονται με τις επιστημονικές απόψεις; Η επίτευξη του στόχου γίνεται με ανταλλαγή απόψεων, με εμπειρίες μέσα από το παιχνίδι, με ερωτήσεις που ο ίδιος θέτει μέσα από βιβλία ή άλλες πηγές. Η προσέγγιση αυτή ονομάζεται εποικοδομητική και ο εκπαιδευτικός έρχεται αντιμέτωπος με την κριτική του σκέψη για όσα συμβαίνουν μέσα στην αίθουσα.

Προτείνει τρόπους ώστε να διαφοροποιήσει τη διδακτική προσέγγιση και να βελτιώσει το επίπεδο μάθησης. Για να κρίνει αν η νέα προσέγγιση είναι αποδοτικότερη ή όχι από την προηγούμενη παραδοσιακή-δασκαλοκεντρική πρέπει να είναι σε θέση να αντλεί συμπεράσματα από στοιχεία που του δίνονται άμεσα μέσα από το πείραμα, ώστε οι αποφάσεις του να βασίζονται σε δεδομένα και όχι σε εντυπώσεις.

Γίνεται φανερό ότι πλέον ο εκπαιδευτικός δεν είναι προμηθευτής της γνώσης. Διευκολύνει σε κάθε στάδιο τη μάθηση μέσα από τη διάγνωση και την οργάνωση των μαθησιακών δραστηριοτήτων. Έτσι μέσα από αυτή τη διαδικασία εγκαταλείπεται η δασκαλοκεντρική προσέγγιση και ο εκπαιδευτικός αναγνωρίζει ότι οι μαθητές είναι υπεύθυνοι για τη δική τους μάθηση. Είναι δυσκολότερο για αυτόν να έχει μαθητές χωρισμένους σε ομάδες που συζητούν μεταξύ τους, παρά να τους έχει καθισμένους στη θέση τους και να τους μιλάει. Έτσι η προσοχή του από την τάξη μεταφέρεται σε κάθε μαθητή ξεχωριστά. Οι σκέψεις των μαθητών γίνονται βίωμά του στην προσπάθεια να αποκαλύψει τις δυσκολίες που συναντούν οι ίδιοι οι μαθητές.

3.3 Πλεονεκτήματα εποικοδομητικής προσέγγισης και επιλογή της

Η επιλογή της εποικοδομητικής προσέγγισης πλεονεκτεί έναντι των άλλων μεθόδων ως μέσο διδασκαλίας για τη διεξαγωγή του πειράματος μας με το παιχνίδι σοβαρού σκοπού βάσει των παρακάτω συμπερασμάτων:

1. Το υλικό που δημιουργήσαμε αποτελεί υλικό υποστήριξης αυτής της μεθόδου, καθώς είναι ταυτόχρονα εποπτικό μέσο, εγχειρίδιο αλλά και εργαλείο αξιολόγησης της διαδικασίας.
2. Ο καθηγητής βάζοντας στη διδασκαλία το παιχνίδι σοβαρού σκοπού, αποκτά επιπλέον εμπειρία από την εφαρμογή του, κινητοποιώντας τους ίδιους τους μαθητές.
3. Η συζήτηση και η ομαδική εργασία έρχεται να επιστεγάσει και να καλύψει οποιοδήποτε κενό στην προσπάθεια του καθηγητή να διδάξει τις έννοιες του ηλεκτρικού ρεύματος, του κυκλώματος και της αντίστασης, πριν από αυτή τη διαδικασία.

Συμπερασματικά το παιχνίδι μας, με τη δύναμη της εικόνας, αλλά και τη δύναμή της διάδρασης των μαθητών μέσα σε αυτό, βοήθα τους τελευταίους να κατανοήσουν καλύτερα τα φυσικά φαινόμενα και να φτάσουν με ευκολότερο τρόπο στη γνώση. Το πρόγραμμα παρέχει ρεαλιστικές λεπτομέρειες, όπως η κίνηση των δεικτών στα αμπερόμετρα και στα βολτόμετρα που βοηθάνε τους μαθητές να αναπαραστήσουν τα μεγέθη ένταση, τάση και αντίσταση μέσα σε ένα ρεαλιστικό περιβάλλον, αλλά και να κατανοήσουν τις μαθηματικές σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους.

4 Το αναλυτικό πρόγραμμα-Σκοποί της εκπαίδευσης

Είναι προφανές ότι στα σχολεία η αποτελεσματικότητα των αναλυτικών προγραμμάτων συνδέεται άμεσα με τον πλούτο των γνώσεων, τον ευρύ κύκλο της επίλυσης προβλημάτων, της έρευνας και της επιστήμης.

Οι φυσικές επιστήμες και κατά επέκταση η σωστή διδασκαλία αυτών θα συμβάλλει, περισσότερο ίσως από κάθε άλλη επιστήμη στην απόκτηση ερευνητικής σκέψης, στην απόκτηση ηθικής συνείδησης, θα βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τον κόσμο στον οποίο ζουν και θα τους φέρει πιο κοντά στην προστριβή με τον αληθινό κόσμο.

4.1 Σκοποί του προγράμματος των φυσικών επιστημών

Στο ελληνικό σχολείο ο κορμός των προγραμμάτων των φυσικών επιστημών είναι τα σχολικά εγχειρίδια. Αυτά αποτελούν το μοναδικό μέσο μάθησης και διακρίνονται σε βιβλία μαθητή, οδηγούς του Καθηγητή, βιβλία ερωτήσεων και εργαστηριακούς οδηγούς. Τα χαρακτηριστικά τους είναι τα εξής:

1. Η απομνημόνευση και η αποστήθιση χαρακτηρίζουν την πλειονότητα τους, αφού αυτά είναι γεμάτα με ορισμούς και περιλήψεις.
2. Από τους μαθητές ζητάμε συνέχεια να λύσουν μηχανικά προβλήματα και ασκήσεις.
3. Τα βιβλία αυτά θα λέγαμε ότι είναι εγχειρίδια δασκαλοκεντρικής διδασκαλίας. Όχι μόνο δεν ενισχύουν την ατομική μάθηση, αφού δεν παρέχουν τρόπους έρευνας, αλλά αντίθετα τα κεφάλαια τους δεν έχουν κάποια δομημένη αλληλουχία μεταξύ τους και δεν προσαρμόζονται στο φυσικό περιβάλλον.

Ο εκσυγχρονισμός του αναλυτικού προγράμματος άρχισε με τη παρουσία των διαδραστικών βιβλίων. Ο μαθητής έρχεται σε επαφή με αυτά μέσω διαδικτύου και η προσπάθεια απόκτησης της γνώσης συνοψίζεται κατά τρόπο διερευνητικό και επεξηγηματικό μέσα από link που υπάρχουν σε αυτά.

Οι σκοποί του προγράμματος των φυσικών επιστημών αναλύονται σε έξι βασικές κατηγορίες:

1. Με τον όρο «γνώση» δεν εννοούμε μόνο την κατοχή πληροφοριών, αλλά και την κατανόηση των νόμων και των αρχών των φυσικών επιστημών και την εφαρμογή

τους σε νέες καταστάσεις για την επίλυση προβλημάτων που απαιτούν κριτική σκέψη.

2. Δεξιότητες: Οι μαθητές πρέπει να μάθουν να χειρίζονται επιστημονικά όργανα, να φτιάχνουν χάρτες και διαγράμματα και να αντλούν πληροφορίες μέσα από αυτά. Η χρήση πρακτικών προβλημάτων πρέπει να γίνεται μέσα από απλά σχήματα και διατάξεις. Η αναθεώρηση είναι το βασικό χαρακτηριστικό πίσω από οποιαδήποτε διαδικασία και οτιδήποτε θεωρούμε σήμερα πραγματικό γεγονός μπορεί στο μέλλον να αποδειχτεί λανθασμένο. Μέσα από τα αναλυτικά προγράμματα κρίνεται αναγκαία η επιλογή μεθοδολογιών με τις οποίες οι μαθητές συγκεντρώνουν στοιχεία, τα επεξεργάζονται και στο τέλος βασιζόμενοι σε αυτά βγάζουν συμπεράσματα.
3. Διαδικασίες των φυσικών επιστημών: Είναι ο τρόπος διερεύνησης του υλικού κόσμου. Μέσα από τις διαδικασίες αναπτύσσονται οι κριτικές ικανότητες των μαθητών. Οι διαδικασίες αυτές δεν πρέπει να έχουν στόχο τη μεγιστοποίηση του αποτελέσματος, αλλά πρέπει να κάνουν τους μαθητές ικανούς να μαθαίνουν, να αναπτύσσονται και να δραστηριοποιούνται μέσα στο σχολείο, αλλά και μετά από αυτό.
4. Σκοπός είναι οι μαθητές να μάθουν, να αποκτήσουν αξίες, στάσεις και ενδιαφέρον για την επιστήμη, για τον άνθρωπο και για τη ζωή.
5. Να γίνουν ικανοί να χειρίζονται μηχανές και να φτιάχνουν πράγματα με τα χέρια τους.

4.2 Δυσκολίες των Αναλυτικών Προγραμμάτων των Φυσικών Επιστημών

Η γνώση των δυσκολιών κατανόησης που παρουσιάζουν πολλές έννοιες των φυσικών επιστημών είναι βασικής σημασίας, τόσο για τους διδάσκοντες, όσο και για τους συντάκτες των αναλυτικών προγραμμάτων. Οι πρώτοι θα παρουσιάσουν τα συγκεκριμένα θέματα αναλυτικότερα, θα λέγαμε πειραματικά, ώστε να τα κατανοήσει ο μεγαλύτερος αριθμός μαθητών. Οι δεύτεροι θα προσπαθήσουν να αποτυπώσουν, με εκτενή τρόπο, κάθε πτυχή των φυσικών εννοιών με διαβαθμισμένη δυσκολία ανάλογα με την τάξη. Εξάλλου τα αναλυτικά προγράμματα κατατάσσονται με την εξής διαδικασία: οι δυσκολότερες έννοιες διδάσκονται στους μεγαλύτερους μαθητές που κατά τεκμήριο έχουν ίσως φτάσει στο στάδιο της αφαιρετικής σκέψης.

Στα σύγχρονα προγράμματα οι εκπαιδευτικοί δεν αρχίζουν τη μετάδοση γνώσης μέσω του σχολικού εγχειριδίου, όπως συμβαίνει ακόμα και σήμερα σε πολλές χώρες, αλλά εμπλέκουν το μαθητή σε μία σειρά δραστηριοτήτων όπου καθοδηγούμενος προσπαθεί να ανακαλύψει πράγματα για τον εαυτό του. Η δυσκολία σε ένα τέτοιο πρόγραμμα φαίνεται στην προσαρμογή των προγραμμάτων στα στάδια ανάπτυξης του παιδιού. Η διδασκαλία από δασκαλοκεντρική γίνεται μαθητοκεντρική, δηλαδή η ενεργή συμμετοχή του μαθητή αντικαθιστά το μονόλογο του εκπαιδευτικού. Το μαθητοκεντρικό πρόγραμμα πρέπει να στοχεύει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων μέσω συγκεκριμένων πράξεων και να εισάγει έννοιες νόμους και θεωρίες με χρηστικό κριτήριο. Δηλαδή να δίνεται έμφαση στα θέματα εκείνα που διαπερνούν όλη την έκταση της ενότητας.

Μέσα από τη διαδικασία των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού η φυσική, η βιολογία, καθώς και η χημεία μπορούν να διδαχτούν και σε κατώτερο επίπεδο διανοητικών απαιτήσεων. Αυτό συμβαίνει γιατί πολλοί νόμοι είναι γραμμικές συναρτήσεις δύο μεταβλητών και ως εκ τούτου η κατανόηση δεν παρουσιάζει δυσκολίες. Παραδείγματος χάρι ο νόμος του Hook συνδέει την απομάκρυνση y με την δύναμη F που την προκαλεί.

Σύμφωνα με τις καινούργιες απόψεις στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μπορούμε να αναγνωρίσουμε δύο κυρίαρχους τύπους σκέψης που ένας διαδέχεται τον άλλον. Η πρώτη αφορά τη σκέψη συγκεκριμένων ενεργημάτων και η δεύτερη αφορά το χειρισμό αφηρημένων θεμάτων και ποικίλων προβλημάτων που είναι χαρακτηριστικό της αφαιρετικής σκέψης. Κάθε ένα από αυτά τα στάδια μπορεί να διαιρεθεί σε δύο φάσεις την αρχική και την τελική. Έτσι έχουμε για το στάδιο των συγκεκριμένων ενεργημάτων της πρώτης περιόδου, το στάδιο των συγκεκριμένων λειτουργιών (π.χ εκμάθηση προπαίδειας, χειρισμός απλών προβλημάτων). Για το στάδιο των αφηρημένων θεμάτων της δεύτερης περιόδου έχουμε το στάδιο της αφαιρετικής σκέψης και το τελικό στάδιο. Ανάμεσα βρίσκεται το μεταβατικό στάδιο μεταξύ τυπικών ενεργημάτων και αφαιρετικής σκέψης. Σε αυτό το μεταβατικό στάδιο αναπτύσσεται η ικανότητα σε ορισμένα παιδιά να σκέφτονται χωρίς εποπτεία. Αυτό είναι δυνατόν να συμβεί ανάμεσα στα 11 και 13 χρόνια για μερικά ικανά παιδιά, ενώ για άλλα είναι δυνατόν να συμβεί αργότερα. Οι στόχοι σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνουν την ανάπτυξη ικανοτήτων για τη χρησιμοποίηση υποθετικών συλλογισμών και την ικανότητα τους να ξεχωρίζουν μεταβλητές συστηματικά. Οι στόχοι αυτοί είναι κατάλληλοι για εκείνα τα παιδιά

που έχουν πετύχει τους περισσότερους στόχους του δεύτερου σταδίου και που τώρα δείχνουν σημεία ικανότητας να χειριστούν συνθετότερες ιδέες και υποθέσεις.

Η άποψη του Piaget ότι η μέθοδος διδασκαλίας και το περιεχόμενο πρέπει να ανταποκρίνονται στο επίπεδο της νοητικής ανάπτυξης του μαθητή, είχε μεγάλη επίδραση στα προγράμματα και στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Σε διάφορες χώρες όπως και στην Ελλάδα καταστρώθηκαν ή αναθεωρήθηκαν προγράμματα με βάση τα υπάρχοντα στάδια ανάπτυξης.

Στην περίπτωση μας το παιχνίδι σοβαρού σκοπού προσεγγίζει τις έννοιες της έντασης και της τάσης. Η κατανόηση των μεταβλητών προϋποθέτει ότι οι μαθητές έχουν ολοκληρώσει το δέκατο τρίτο έτος, αφού είναι στην τρίτη τάξη του γυμνασίου. Επίσης έχουν το εσωτερικό κίνητρο, μέσα από αυστηρό και οργανωμένο πλαίσιο, να συνδυάσουν τη θεωρία του βιβλίου τους με το εικονικό εργαστήριο. Για παράδειγμα μπορούν να χρησιμοποιήσουν την έννοια της τάσης σαν μία σφαιρική έννοια, που προσεγγίζει όλα τα ηλεκτρικά φαινόμενα. Παρόλο που διαβάζουν τα ηλεκτρικά όργανα, η έννοια του ρεύματος τους διαφεύγει και συνήθως την αντικαθιστούν με την τάση με αποτέλεσμα φαινόμενα που οφείλονται στην ένταση να τα εξηγούν με την τάση.

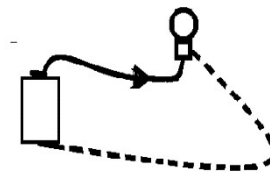
Η παραπάνω δυσκολία μπορεί να αποφευχθεί μέσα από το παιχνίδι μας. Μέσα από αυτό ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρομοιάσει τη ροή των ηλεκτρονίων σε έναν αγωγό με τη ροή ενός υγρού σε σωλήνα. Η ροή του ρεύματος (άρα και η ένταση) σε κάποια σημεία του παράλληλου κυκλώματος μπορεί να διακοπεί, αλλά η τάση θα συνεχίσει να υπάρχει αν ο κεντρικός διακόπτης του κυκλώματος παραμένει κλειστός. Η ύπαρξη της τάσης οδηγεί τους μαθητές στην κατανόηση πολλών φαινομένων, όπως γιατί συνεχίζουμε να έχουμε τάση σε ένα παράλληλο κύκλωμα, ενώ διακόπτεται η ένταση σε ένα σημείο του. Η παραπάνω ανάλυση θα οδηγήσει τους ίδιους να καταλάβουν γιατί ενώ πέφτει μια ασφάλεια στο σπίτι συνεχίζουμε να έχουμε τάση στα υπόλοιπα δωμάτια του.

4.3 Ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα

Οι ιδέες των μαθητών σχετικά με το ηλεκτρικό ρεύμα που διαπερνά ένα κύκλωμα μπαταρίας- αντιστάτη ποικίλουν. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι τα παιδιά έχουν εναλλακτικές ιδέες για το πώς ρέει το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα απλό κύκλωμα.

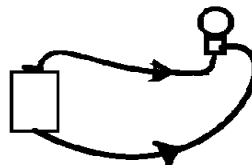
Οι μαθητές έρχονται στο γυμνάσιο με την εντύπωση ότι ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα περιλαμβάνει μία μπαταρία, η οποία λειτουργεί ως πηγή, και έναν αντιστάτη, που είναι ένας λαμπτήρας ή ένας κινητήρας. Η μπαταρία έχει αποθηκεύσει ηλεκτρισμό, ενέργεια, ισχύ ή ρεύμα. Έτσι οι μαθητές με τον όρο ηλεκτρισμό εννοούν είτε την ενέργεια είτε την ισχύ ή το ρεύμα. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι οι ιδέες των παιδιών για το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να καταταγούν σε τέσσερις κατηγορίες [40]:

1) Για να φωτοβολήσει ένας ηλεκτρικός λαμπτήρας χρειάζεται μόνο ένα καλώδιο, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4. Πολλά παιδιά διατηρούν το μοντέλο αυτό ακόμα και στην περίπτωση που διαπιστώνεται ότι για να φωτοβολήσει ο λαμπτήρας χρειάζονται δύο καλώδια «το δεύτερο χρησιμοποιείται για ασφάλεια».



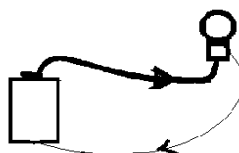
Σχήμα 4

2) Σύμφωνα με το δεύτερο μοντέλο το ρεύμα κυκλοφορεί και στα δύο καλώδια με φορά από την μπαταρία στο λαμπτήρα (Σχήμα 5).



Σχήμα 5

3) Οι μαθητές του γυμνασίου δέχονται την κυκλοφοριακή φύση του ρεύματος χωρίς όμως να δέχονται ότι το ρεύμα εξόδου από την πηγή είναι ίσο με το ρεύμα εισόδου σε αυτήν (Σχήμα 6).



Σχήμα 6

4) Την επιστημονική άποψη της κυκλοφοριακής φύσης του ρεύματος, καθώς και ότι το ρεύμα εξόδου από την πηγή είναι ίσο με το ρεύμα εισόδου σε αυτήν, την συναντάει κάνεις σε πολύ μικρό αριθμό μαθητών.

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στον οποίο μπορούμε να αποδώσουμε τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η ορολογία που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή. Παραδείγματος χάρη όλες οι ηλεκτρικές συσκευές χαρακτηρίζονται ως καταναλωτές του ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ η ίδια η ΔΕΗ ζητάει από τους πελάτες της να περιορίσουν την κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος.

Η μείωση των παρανοήσεων των μαθητών με την ηλικία οφείλεται στις εμπειρίες και στην εκπαίδευση που συγχρόνως απέκτησαν λόγω της παραμονής τους στο σχολείο.

4.4 Σχέδιο μαθήματος

Τι θέλουμε να ανακαλύψουν οι μαθητές:

1. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό είναι ανάλογη της διαφοράς δυναμικού που εφαρμόζεται στα άκρα του.

2. Το πηλίκο της διαφοράς δυναμικού που εφαρμόζεται στα άκρα ενός αγωγού προς την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει παραμένει σταθερό εφόσον θερμοκρασία του αγωγού διατηρείται σταθερή. Αυτό το πηλίκο λέγεται αντίσταση του αγωγού.

Διδακτικοί στόχοι:

Οι επιμέρους στόχοι αφορούν την ενεργή συμμετοχή των μαθητών και αναλύονται ως εξής:

1. Συμμετοχή των μαθητών σε πρακτικές ασκήσεις κατασκευής ηλεκτρικών κυκλωμάτων, μέτρησης τάσης και ρεύματος, και παρατήρησης της συμπεριφοράς των κυκλωμάτων.
2. Οι μαθητές να συνεργαστούν σε ομαδικά έργα ή προβλήματα που σχετίζονται με ηλεκτρικά κυκλώματα.
3. Καλύτερη κατανόηση των αρχών και της λειτουργίας των ηλεκτρικών κυκλωμάτων
4. Εξαγωγή συμπερασμάτων από τις μετρήσεις τους.

Υλικά και μέσα που χρειάζονται

Για το πείραμα επίδειξης χρειάζονται δύο ηλεκτρονικοί υπολογιστές στους οποίους έχει εγκατασταθεί το πρόγραμμα με το παιχνίδι σοβαρού σκοπού.

Διαδικασία:

Οι μαθητές κάθονται στους υπολογιστές και ζητάμε από αυτούς να αλληλεπιδράσουν πρώτα με τον επιστήμονα που βρίσκεται στο διάδρομο του εικονικού εργαστηρίου. Ελέγχουμε αν οι μαθητές πραγματοποιήσαν την εντολή που τους δόθηκε και συνεχίζουμε.

Άσκηση στις μετρήσεις.

Όταν το κύκλωμα είναι ανοιχτό, δηλαδή δεν υπάρχει τάση στα άκρα της αντίστασης πόση είναι η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει;

Με τη βοήθεια του ροοστάτη οι μαθητές εφαρμόζουν στα άκρα της αντίστασης διαδοχικά τάσεις 2, 4 και 6 volt και καταγραφούν στο τετράδιο τους τις αντίστοιχες τιμές της έντασης του ρεύματος.

Δύο διαφορετικοί μαθητές κάθε φορά παίρνουν τις μετρήσεις και οι υπόλοιποι γράφουν τις τιμές στο τετράδιο τους. Όλοι οι μαθητές έχουν συμπληρώσει τον παρακάτω [Πίνακα 2](#):

Πίνακας 2

V (Volt)	I(A)
0	0
2	0,2
4	0,4
6	0,6

Άσκηση στην εξαγωγή συμπερασμάτων από τους μαθητές μέσω του παιχνιδιού σοβαρού σκοπού.

Ζητάμε από τους μαθητές να προσδιορίσουν πώς μεταβάλλεται η τάση σε σχέση με την ένταση.

Διατύπωση του νόμου

Στη συνέχεια ζητάμε να διατυπώσουν γραπτά την ιδιότητα που έχει το πηλίκο V/I . Συζητάμε με τους μαθητές για τον τρόπο μεταβολής της έντασης σε συνάρτηση με την τάση.

Ασκήσεις στη μέτρηση και την εφαρμογή

Παρατήρηση και μέτρηση και εξαγωγή συμπερασμάτων μέσω των Quiz του παιχνιδιού.

Στη συνέχεια της διαδικασίας ζητάμε από τους μαθητές να προσέξουν την κόκκινη αντίσταση. Με τη βοήθεια της αντίστασης των $10\ \Omega$ τους προτρέπουμε να βρουν την τιμή της.

Στη συνέχεια – και εφόσον δώσουμε στους μαθητές την επιλογή των μη ιδανικών μετρήσεων – συζητάμε μαζί τους για τη διαφορετική τιμή της βοηθητικής αντίστασης και τους ρωτάμε αν μπορούν να βγάλουν συμπεράσματα από τις παρατηρήσεις που έκαναν.

4.5 Η ανακαλυπτική διαδικασία

Στον μαθητή δίνονται οδηγίες για το πώς θα εργαστεί και τι πείραμα θα κάνει. Συνήθως οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των δύο-τριών ατόμων, καθεμία από τις οποίες μελετάει το φαινόμενο και στη συνέχεια, μέσα στην τάξη και μετά από συζήτηση, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξε η κάθε ομάδα. Ο δάσκαλος έχει ρόλο συντονιστή, δεν λέει αλλά καθοδηγεί με αποτέλεσμα ό,τι μαθαίνει ο μαθητής να είναι αποτέλεσμα τόσο της προσωπικής, όσο και της ομαδικής προσπάθειας. Γίνεται συζήτηση μέσα στην τάξη και βγαίνουν συμπεράσματα. Στο σπίτι ο μαθητής θα μελετήσει ξανά τα πειραματικά δεδομένα και αυτή τη φορά θα συντάξει ένα γραπτό κείμενο, το οποίο θα παραδώσει στον εκπαιδευτικό για διόρθωση και περαιτέρω συζήτηση.

Η «ανακαλυπτική» αυτή διαδικασία δεν στηρίζεται μόνο στο ότι οι μαθητές ασκούνται στις δραστηριότητες, αλλά υπάρχει αλληλεπίδραση με συσκευές και άλλες διατάξεις. Ο μαθητής μαθαίνει να σκέφτεται και να χειρίζεται έννοιες όταν εκτεθεί, ταυτόχρονα, σε πολλές εργασίες πάνω σε συγκεκριμένα αντικείμενα. Στη δικιά μας περίπτωση αντικείμενο αποτελεί η πειραματική διάταξη των κυκλωμάτων. Έννοιες όπως η αντίσταση, το κύκλωμα, η ένταση και η τάση γίνονται κτήμα των μαθητών με αποτέλεσμα να αναπτύσσουν την ικανότητα του συλλογίζεσθαι.

Ο ανακαλυπτικός τρόπος μάθησης είναι περισσότερο κατάλληλος για το δημοτικό σχολείο και τις πρώτες τάξεις του γυμνασίου, ενώ καθώς ο μαθητής μεγαλώνει μπορεί να εργάζεται ερευνητικά και να χρειάζεται λιγότερη καθοδήγηση. Για τους μικρούς μαθητές οι αισθήσεις είναι σπουδαίες πηγές πληροφοριών. Οι πληροφορίες αυτές αποτελούν τις παρατηρήσεις που είναι η βάση των διαδικασιών μάθησης. Στα πρώτα στάδια οι φυσικές

Επιστήμες αποβλέπουν στην καλλιέργεια της παρατήρησης. Ένα παράδειγμα ανακαλυπτικής μάθησης που καλλιεργεί τις αισθήσεις των μαθητών είναι να ζητήσουμε από αυτούς να γράψουν ιδιότητες της γομολάστιχας που μπορούν να παρατηρήσουν με τις αισθήσεις τους. Αποδεκτές απαντήσεις είναι έχει χρώμα άσπρο, έχει χρώμα κάστανο, σχίζεται ή σπάζει εύκολα όταν τη στρέψουμε, δεν παράγει ήχο έχει άσχημη μυρωδιά. Έτσι μέσα από αυτήν την δραστηριότητα ο δάσκαλος σχεδιάζει το μάθημα ώστε οι μαθητές μέσω των δικών τους νοητικών διεργασιών να ανακαλύψουν την πραγματικότητα.

Στις μεγαλύτερες τάξεις, δηλαδή στο γυμνάσιο και στο λύκειο ο μαθητής ενεργεί περισσότερο σαν ώριμος ερευνητής και συμπεριφέρεται με ορισμένους τρόπους με σκοπό να αποκαλύψει τις έννοιες των φυσικών μεγεθών σε ένα φαινόμενο [41]. Η σειρά των διαδικασιών είναι αυστηρά καθορισμένες και μόνο μέσα από αυτή τη σειρά ο ίδιος μπορεί να ασχοληθεί με οποιοδήποτε μέρος του προβλήματος.

Τα παραπάνω στάδια αναλύονται ως εξής:

1. Δηλώνονται στην αρχή οι στόχοι.
2. Οι Προαπαιτούμενες γνώσεις προσανατολίζουν τον μαθητή και τον οδηγούν σε μία αρχική διερεύνηση.
3. Δίνεται υλικό υποδομής όπως γεγονότα έννοιες και πληροφορίες.
4. Ο μαθητής επιλύει μία σειρά προβλημάτων
5. Ο μαθητής απαντά σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής
6. Ο μαθητής καλείται να σχολιάσει τις απαντήσεις. Οι σχολιασμοί αυτοί σκοπεύουν στο να μην υπάρχουν παρανοήσεις και αμφισβητήσεις στο τέλος της διαδικασίας.

5 Αξιολόγηση των μαθητών

Η αξιολόγηση των μαθητών στα παιχνίδια σοβαρού σκοπού μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, ανάλογα των ικανοτήτων αδυναμιών των μαθητών, την ηλικία τους και τους στόχους του παιχνιδιού.

5.1 Καταγραφή αδυναμιών και ικανοτήτων μαθητών

Η καταγραφή των αδυναμιών των μαθητών στη συγκεκριμένη ενότητα της φυσικής της Γ Γυμνασίου από το λογισμικό μας, δύναται να χρησιμοποιηθεί τόσο στην ατομική αξιολόγηση, όσο και στην ομαδική.

Καταρχήν μπορούμε να ανιχνεύσουμε αυτόματα τους μαθητές που χρειάζονται πιο αναλυτικές οδηγίες και ενδεχομένως μία πρόσθετη εκπαιδευτική υποστήριξη. Αυτή η χρήση του λογισμικού μας, εξασφαλίζεται με την παροχή συγκεκριμένης και συνεχούς πληροφορίας στους μαθητές ανεξαρτήτως επιδόσεων. Κάθε μαθητής με επίδοση χαμηλότερη από το αναμενόμενο σε 2 ή περισσότερες δοκιμασίες θα πρέπει να διερευνάται περισσότερο. Σε αυτό θα συμβάλλει και το γενικότερο προφίλ του μαθητή. Για παράδειγμα είναι πολύ πιθανό να χρειάζεται περισσότερο διερεύνηση ως προς την αξιολόγηση ένας μαθητής με χαμηλές επιδόσεις και στις δύο ασκήσεις και λιγότερο πιθανό να χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση κάποιος άλλος μαθητής, με μόνο μία χαμηλή επίδοση στη μία από τις δύο ασκήσεις.

Δεύτερον ο πλούτος των πληροφοριών που παρέχονται μας επιτρέπει την αξιολόγηση με μεγαλύτερη αξιοπιστία όταν εμφανίζονται ταυτόχρονα υψηλές ή χαμηλές επιδόσεις και στις δύο ασκήσεις. Περαιτέρω η χαμηλή επίδοση στις δοκιμασίες, τόσο των λεκτικών, όσο και των μη λεκτικών συλλογισμών δημιουργεί υπόνοιες μιας γενικευμένης μαθησιακής δυσκολίας. Αντίθετα η διάσταση μεταξύ των γλωσσικών και των μη λεκτικών συλλογισμών δημιουργεί υπόνοιες για ελλείψεις υπόβαθρου στους μαθητές. Δηλαδή κάτι δυσκολεύει τον μαθητή στο να ολοκληρώσει τη διαδικασία.

Τέλος η εφαρμογή του λογισμικού μας σε ένα σχολικό τμήμα, και κατ' επέκταση σε μία ολόκληρη τάξη, μας επιτρέπει να αποτυπώσουμε το δυναμικό του συνόλου, καθώς και να επιλέξουμε τα κατάλληλα κριτήρια για να αναδείξουμε τις τυχόν αδυναμίες της εκπαιδευτικής προσπάθειας. Εάν, για παράδειγμα, παρατηρηθούν δυσκολίες σε μία ομάδα παιδιών που φοιτούν

στην ίδια τάξη ως προς την εύρεση της τιμής της κόκκινης αντίστασης στο παράλληλο κύκλωμα, θα εστιάσουμε την προσοχή στις γνώσεις υποβάθρου που έχουν οι συγκεκριμένοι μαθητές και αφορούν τα κλάσματα (πρόσθεση κλασμάτων).

5.2 Ηλικίες που εξετάζονται και ηλικιακά ζητήματα

Κύριο χαρακτηριστικό του εργαλείου είναι ο μικρός έως μέτριος βαθμός δυσκολίας των ερωτήσεων και η σύντομη διάρκεια του. Επίσης και οι ηλικίες που αφορά είναι συγκεκριμένες συνεπώς και οι ικανότητες τους δεν έχουν μεγάλο εύρος. Με αυτόν τον τρόπο καθορίζεται το σύνολο των δυο ασκήσεων για όλους τους μαθητές της Γ' τάξης του Γυμνασίου. Ειδικότερα το παιχνίδι που φτιάξαμε θα πρέπει να χορηγείται σε μαθητές της Γ' τάξης μετά την 1η Ιανουαρίου.

Μέχρι την Γ' τάξη πολλά παιδιά δεν έχουν εξοικειωθεί με την έννοια του φυσικού μεγέθους και δεν έχουν κατακτήσει την ευχέρεια των πράξεων ανάμεσα σε μεγέθη, όπως ένταση ρεύματος, τάση και αντίσταση. Επίσης, η κατάκτηση των αφηρημένων εννοιών γίνεται στη Β' τάξη υπονομεύοντας την οποιαδήποτε προσπάθεια για μέτρηση ικανοτήτων των μαθητών.

Τα παραπάνω επιτρέπουν στον εκάστοτε καθηγητή να μην υπάρχει περιορισμός στο ποιος θα ελέγχει τη διαδικασία, μέσω του βαθμού συμμετοχής του παιδιού. Ακόμη στην ηλικία που απευθύνεται το παιχνίδι μας είναι σχεδόν αδύνατο ένα παιδί να μην έχει έρθει σε αλληλεπίδραση με υπολογιστή. Το παιχνίδι σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιείται τόσο από εκπαιδευτικούς, όσο και από οποιονδήποτε θελήσει να διαγνώσει την κατανόηση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, όσον αφορά την ερμηνεία και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων. Η σχεδίαση του λογισμικού είναι τέτοια ώστε να μην απαιτούνται καθόλου ειδικές γνώσεις ως προς την χρήση υπολογιστών, με σκοπό η εφαρμογή του λογισμικού να είναι άμεση εντός και εκτός σχολικής μονάδας.

5.3 Αξιολόγηση επιδόσεων

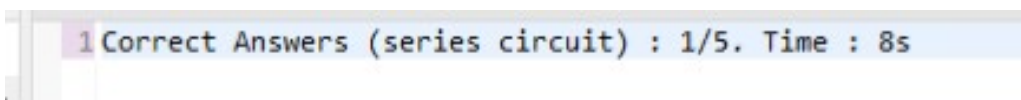
Οι επιδόσεις των παιδιών κατατάσσονται αρχικά σε 3 ζώνες συγκριτικά με τις επιδόσεις των συμμαθητών τους. Τα διαστήματα που καλύπτουν οι 3 ζώνες δεν είναι ίσα μεταξύ τους και ειδικότερα πρόκειται για τα διαστήματα 0-4, 4-7 και 7-10. Συνεπώς οι επιδόσεις που τοποθετούνται στην πρώτη «ζώνη» δείχνουν πιθανή ιδιαίτερη δυσκολία. Μαζί με τον έλεγχο του προφίλ του μαθητή μπορούμε να ερευνήσουμε περαιτέρω τις επιδόσεις του.

Επίδοση που κατατάσσεται στη μεσαία ζώνη σημαίνει ότι ο μαθητής βρίσκεται στη ζώνη των συνομηλίκων του, που έχουν κατακτήσει τις συγκεκριμένες δοκιμασίες. Επίδοση που τοποθετείται στη ζώνη 7 με 10 σημαίνει ότι ο μαθητής, κατά πάσα πιθανότητα δεν αντιμετωπίζει δυσκολίες, κάτι το οποίο φαίνεται και από το μαθησιακό του προφίλ.

Η ταχύτητα παρουσιάζεται με βάση τον χρόνο που μεσολάβησε μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας σωστής απάντησης του μαθητή. Με αυτόν τον τρόπο καταλαβαίνουμε αν ο μαθητής επεξεργάστηκε τα στοιχεία που του δόθηκαν ή τα απάντησε στην τύχη και γρήγορα. Έτσι μετράται και η ευχέρεια με την οποία ο μαθητής απαντά τα ερωτήματα.

Έτσι η Χαμηλή επίδοση αντιστοιχεί ([Εικόνα 1](#)):

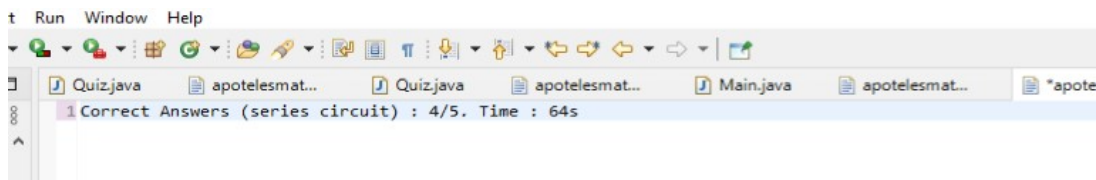
- Σε μικρό χρονικό διάστημα (μεταξύ 0s και 40s) μεταξύ της εμφάνισης των δύο σωστών απαντήσεων, και
- Σε χαμηλή απόκριση του μαθητή (0-2) σωστές απαντήσεις ανά ενότητα.



Εικόνα 1: Χαμηλή απόκριση του μαθητή

Η Μέση επίδοση αντιστοιχεί ([Εικόνα 2](#)):

- Σε μεσαίο χρονικό διάστημα για την κάθε δοκιμασία χωριστά (από 40s έως 105s) μεταξύ της εμφάνισης των δύο σωστών απαντήσεων, και
- Σε μέση απόκριση του μαθητή (2-4) σωστές απαντήσεις ανά ενότητα.



Εικόνα 2: Μέση απόκριση του μαθητή

Η Ανώτερη επίδοση αντιστοιχεί:

- Σε χρονικό διάστημα για την κάθε δοκιμασία χωριστά από 85s και άνω, μεταξύ της εμφάνισης των δύο σωστών απαντήσεων, και
- Σε ανώτερη απόκριση του μαθητή με 5 σωστές απαντήσεις ανά ενότητα.

6 Μεθοδολογία

Η σχεδίαση του παιχνιδιού σοβαρού σκοπού «ΚΕ.ΔΙ» ήταν μια πρόκληση, αλλά μέσω της μεθοδολογίας έγινε πιο εύκολη. Παρακάτω παρέχουμε τη βασική μεθοδολογία για το πώς σκεφτήκαμε και σχεδιάσαμε το παιχνίδι μας:

1. Καθορισμός του στόχου του παιχνιδιού: Θέλουμε να εκπαιδεύσουμε τους παίκτες σε συγκεκριμένες δεξιότητες της Φυσικής (π.χ. κατανόηση της τάσης και της έντασης σε απλά κυκλώματα).
2. Σχεδίαση του παιχνιδιού: Σκεφτήκαμε τον τρόπο που θα ενσωματώσουμε τη μάθηση στο παιχνίδι και πώς θα κρατήσουμε το ενδιαφέρον των παικτών αμείωτο. Σχεδιάσαμε την πλοκή, τα επίπεδα, τους χαρακτήρες και τα αντικείμενα του παιχνιδιού με βάση το εκπαιδευτικό μας στόχο.
3. Τέλος είναι χρήσιμο να ακολουθήσουμε μια μεθοδολογία για την πλήρη ανάπτυξη του παιχνιδιού.

Στις επόμενες ενότητες θα γίνει αρχικά μία περιγραφή της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του παιχνιδιού μας. Θα αναλυθεί το πλαίσιο βάσει του οποίου σχεδιάστηκε το παιχνίδι μας, καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του.

6.1 Θεωρητικό Μέρος

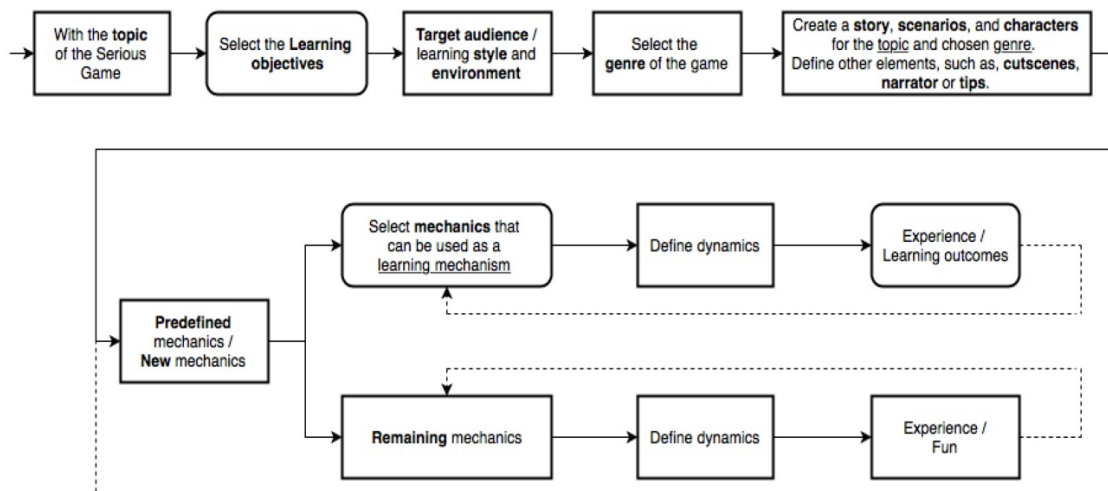
Η προσπάθεια σύνδεσης των στόχων με τους μηχανισμούς του παιχνιδιού, καθώς και η θεωρία πάνω στην οποία βασιστήκαμε συνοψίζεται στο Σχήμα 7, καθώς το συγκεκριμένο αναφέρεται σε παιχνίδια εκπαιδευτικού περιεχομένου [42]. Στο άρθρο αυτό, προτείνεται μια μεθοδολογία για το σχεδιασμό ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού σοβαρού σκοπού, βασισμένη στην ιεραρχία των στόχων μάθησης βάσει της ταξινομίας Bloom.

Η μεθοδολογία αυτή περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

1. Καθορισμός του εκπαιδευτικού στόχου και των συναφών δεξιοτήτων που πρέπει να αναπτυχθούν για την επίτευξή του.
2. Καθορισμός των επιμέρους εργασιών και δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων και την επίτευξη του στόχου.
3. Ανάπτυξη του σεναρίου και των κανόνων του παιχνιδιού, με βάση τις

δραστηριότητες και εργασίες που καθορίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο.

4. Σχεδίαση των επιμέρους επιπέδων του παιχνιδιού και των διαφόρων προκλήσεων που προσφέρονται στον παίκτη.
5. Ανάπτυξη των γραφικών και των άλλων στοιχείων που απαιτούνται για την υλοποίηση του παιχνιδιού
6. Αξιολόγηση του παιχνιδιού και η συλλογή ανατροφοδοτήσεων από τους χρήστες.



Σχήμα 7. Πλαίσιο που αναφέρεται σε παιχνίδια εκπαιδευτικού περιεχομένου [42]

Τα στοιχεία που φαίνονται μέσα στο Σχήμα 7 αναλύονται ως εξής :

- Αντικείμενο Μελέτης: Τι ακριβώς θέλουμε να μάθει ο παίκτης μέσα από τους στόχους που βάλαμε;
- Είδος παιχνιδιού: Τι είδος παιχνιδιού επιλέχθηκε και πώς αυτό οδηγεί τον παίκτη στη μάθηση;
- Διαμόρφωση εκπαιδευτικού περιβάλλοντος: Πώς το παιχνίδι κρατά το ενδιαφέρον του μαθητή και πώς τον βοηθάει να μάθει αυτά που πρέπει; Υπάρχει αλληλεπίδραση μέσα σε αυτό; Υπάρχει κλιμάκωση όσον αφορά τη μάθηση;
- Προκαθορισμένοι μηχανισμοί και νέοι μηχανισμοί: Πώς το παιχνίδι μπορεί να συσχετιστεί με τη μαθησιακή διδασκαλία. Δηλαδή πώς συνιστάται η αλλαγή της συμπεριφοράς που οδηγεί στη μάθηση;

- Εμπειρίες/παιδαγωγικά αποτελέσματα: Το σύστημα του παιχνιδιού μπορεί μέσα από συγκεκριμένους μηχανισμούς , να οδηγήσει στην επίτευξη των στόχων.

Η ανάλυση των παραπάνω στοιχείων θα μας οδηγήσει σε ένα πιο αναλυτικό διάγραμμα που αφορά το πλαίσιο του δικού μας παιχνιδιού. Το διάγραμμα αυτό θα παρουσιαστεί σε επόμενη ενότητα (Σχήμα 9) εμπλουτισμένο και πιο αναλυτικό στις ανάγκες του παιχνιδιού μας.

Απόρροια του παραπάνω σχήματος είναι οι παρακάτω προτάσεις οι οποίες προηγήθηκαν της σχεδίασης του παιχνιδιού μας:

6.1.1 Πόσο συγκεκριμένος είναι ο στόχος μέσα στο παιχνίδι.

Οπωσδήποτε δεν είναι πάντοτε εφικτό να έχουμε έναν ξεκάθαρο στόχο αλλά ο κανόνας είναι: όσο πιο ευδιάκριτος είναι ένας στόχος τόσο περισσότερο προσπαθούμε για να τον πετύχουμε. Το να βρούμε μια ενδιαφέρουσα ενότητα όπως το Ηλεκτρικό Ρεύμα από το βιβλίο της Φυσικής της Γ' Γυμνασίου και να δημιουργήσουμε ένα παιχνίδι είναι πιθανά ένας ωραίος στόχος, αλλά φαίνεται να μην αφορά τους «σοβαρούς» παίκτες.

6.1.2 Υποκατηγορίες στόχων ως ενδιάμεσο στάδιο για επιτυχία.

Μια καλή στρατηγική είναι παράλληλα με την ύπαρξη εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων να διασπάσουμε τον στόχο σε μικρότερα μέρη. Για παράδειγμα μελετήσαμε από το βιβλίο Φυσικής της Γ' Γυμνασίου το 2^ο Κεφάλαιο (Ηλεκτρικό Ρεύμα). Τι θα μπορούσαμε να κάνουμε μέσα από τη μελέτη των φαινομένων που περιγράφονται για να ενεργοποιήσουμε τα κίνητρα των μαθητών με τη βοήθεια της τεχνολογίας;

1^η Εκδοχή

Να φτιάξουμε ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού για τον ηλεκτρισμό με κινούμενα μέρη ηλεκτρικών κυκλωμάτων (όπως αμπερόμετρα και βολτόμετρα) ή ένα animation με διάφορα είδη κυκλωμάτων (παράλληλα ή σε σειρά). Βλέπουμε ότι και οι δυο στόχοι είναι γενικοί και προσανατολιζόμαστε προς τον δεύτερο.

2^η Εκδοχή

Να φτιάξουμε ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού για το ηλεκτρικό ρεύμα με κινούμενα μέρη ηλεκτρικών κυκλωμάτων (όπως αμπερόμετρα και βολτόμετρα), αξιοποιώντας περισσότερο τα

μεγέθη ένταση και δυναμικό ή ένα animation με διάφορα είδη κυκλωμάτων (παράλληλα ή σε σειρά). Βλέπουμε ότι ο πρώτος στόχος γίνεται πιο ευδιάκριτος, αλλά σίγουρα το animation συνεχίζει να κερδίζει.

3^η Εκδοχή

Δείχνουμε ένα animation σε όλη την τάξη, με διάφορα είδη κυκλωμάτων (παράλληλα ή σε σειρά) και ξεκινάμε με ένα παιχνίδι που στόχος του είναι να διδάξει την έννοια του κυκλώματος και εφόσον τα παιδιά την έχουν κατακτήσει να προχωρήσουν και στην έννοια της τάσης και έντασης. Βλέπουμε ότι το μάθημα της Φυσικής είναι διαιρεμένο σε κεφάλαια και ένα κεφάλαιο μπορούμε να το επεξεργαστούμε κατά ενότητες.

Το animation εξακολουθεί να είναι πρώτο στη σειρά προτεραιότητας, αλλά ίσως δίνουμε περισσότερα κίνητρα και οι μαθητές να σκέφτονται τώρα και τις εναλλακτικές προσεγγίσεις μέσω του σοβαρού παιχνιδιού.

6.1.3 Σύγκρουση Διαδικασιών

Η μελέτη του δευτέρου κεφαλαίου της Φυσικής της Γ' Γυμνασίου (Ηλεκτρικό Ρεύμα) και η περαιτέρω ανάλυση του είναι πιο αξιόπιστος στόχος για να ενεργοποιήσουμε τα κίνητρα των μαθητών από ότι το animation.

- **Συγκεκριμενοποίηση.** Η πρόταση «μελέτη του δευτέρου κεφαλαίου» και ενασχόληση με το παιχνίδι σοβαρού σκοπού είναι το ίδιο συγκεκριμένη με το animation: και οι δύο προτάσεις διαρκούν όσο μια διδακτική ώρα.

- **Πιθανότητα επιτυχίας:** Animation: 100% επίτευξη (Χωρίς να υπάρχει όμως ανατροφοδότηση από τους ίδιους τους μαθητές). Παιχνίδι σοβαρού σκοπού: επίσης 100% επιτυχία (εάν αρχίσουν οι μαθητές να αλληλεπιδρούν με το παιχνίδι και να παίζουν θα τελειώσουν το δεύτερο κεφάλαιο).

- **Χρόνος που απαιτείται** για την επίτευξη του στόχου. Μια διδακτική ώρα: ή παρακολουθούν το animation ή μελετούν το δεύτερο κεφάλαιο φυσικής με την βοήθεια του παιχνιδιού.

Αποτέλεσμα της προαναφερθείσας διαδικασίας είναι ο στόχος «Παιχνίδι σοβαρού σκοπού για τα ηλεκτρικά κυκλώματα» να αναλύεται και να γίνεται τελικά πιο συγκεκριμένος και

εφικτός. Οι ανταμοιβές γίνονται περισσότερες. Περνώντας τις ενότητες του σοβαρού παιχνιδιού ο μαθητής έχει το αίσθημα επίτευξης του στόχου. Μια σύνοψη της διαδικασίας με την ανάλυση στόχων φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Συγκεκρινοποίηση και Ανάλυση Στόχων.

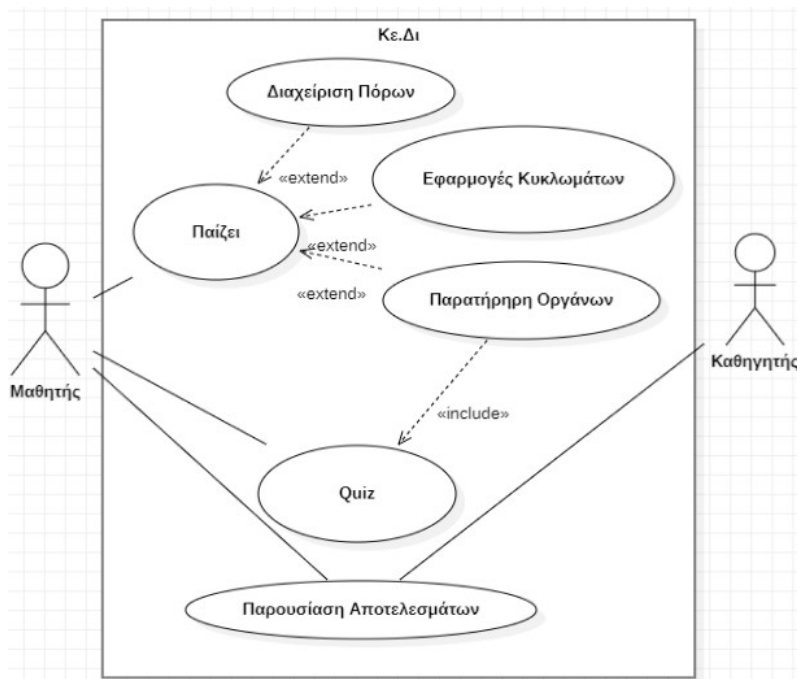
ΣΤΟΧΟΣ	Σημαντικότητα στόχου;	Εφικτός για σήμερα;	Συγκεκριμένος	Προσέγγιση του στόχου;	Κίνητρο;
Παιχνίδι σοβαρού σκοπού για τα ηλεκτρικά κυκλώματα.	NAI	OXI	OXI	OXI	+
Παιχνίδι σοβαρού σκοπού για τα ηλεκτρικά κυκλώματα με αντιστάτες, αμπερόμετρα και βολτόμετρο με τα μεγέθη ένταση-τάση.	NAI	NAI	OXI	OXI	++
Ξεκινάμε με ένα παιχνίδι που στόχος του είναι να διδάξει μέσα στο εργαστήριο τις έννοιες της τάσης, της έντασης και της αντίστασης. Εφόσον έχουν κατακτήσει αυτά, τα παιδιά να προχωρήσουν και στην έννοια του ηλεκτρικού κυκλώματος.	NAI	NAI	NAI	NAI	++++

Εάν λοιπόν όλοι οι επιμέρους στόχοι μας μοιραστούν σε μικρά τμήματα, θα δούμε ότι αφομοιώνονται καλύτερα από τους μαθητές στα διάφορα στάδια του παιχνιδιού. Επιπλέον μπορούμε να ανταμείβουμε και να επαινούμε τους μαθητές συχνότερα επειδή τα έχουν καταφέρει.

6.1.4 Διάδραση Μαθητή

Ο μαθητής, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα περίπτωσης χρήσης (Use-Case Diagram) στο Σχήμα 8, βρίσκεται σε συνεχή αλληλεπίδραση με το παιχνίδι. Στην αρχή καλείται να ακούσει τον επιστήμονα του εργαστηρίου ο οποίος περιγράφει το τι θα κάνει στις δύο αίθουσες και στη συνέχεια ο χρήστης πρέπει να προβεί σε συγκεκριμένα βήματα. Τα βήματα αυτά τελειώνουν με τη λύση μερικών προβλημάτων (Quiz), μετά από την αλληλεπίδραση από τις

κονσόλες των κυκλωμάτων (Circuit Apps), που αφορούν τα σειριακά και τα παράλληλα κυκλώματα. Τόσο ο μαθητής όσο και ο καθηγητής μπορούν να δουν τα αποτελέσματα (presentation of results) μέσα από ένα text αρχείο όπως φαίνεται στην [Εικόνα 2](#).



Σχήμα 8: Διάγραμμα Περίπτωσης Χρήσης

Για να συγκροτηθεί όμως μία ομάδα για ένα συγκεκριμένο πείραμα, δεν αρκεί μόνο τα άτομα που θα την αποτελέσουν με τη φυσική τους παρουσία να είναι πολλά. Πρέπει να συντρέχουν και ορισμένες άλλες προϋποθέσεις που είναι μάλιστα πολύ πιο απαραίτητες. Σε πάρα πολλές περιπτώσεις μπορούμε να βρούμε πολλά άτομα συγκεντρωμένα μαζί χωρίς να είναι απαραίτητα ομάδα. Στη δικιά μας περίπτωση τα μέλη της ομάδας όχι μόνο συνυπάρχουν σε ένα συγκεκριμένο τόπο, αλλά μέσα σε ένα δραστήριο και δημιουργικό περιβάλλον υπάρχει και μία εσωτερική οργάνωση. Οι μαθητές έχουν κοινές παρωθήσεις, κατευθύνονται προς ένα κοινό σκοπό και μεταξύ τους δημιουργούνται σχέσεις αλληλεπίδρασης.

Η φύση του γνωστικού αντικείμενου της φυσικής προϋποθέτει ένα φυσιολογικό επίπεδο νόησης από τους μαθητές μας. Αναρωτηθήκαμε στην αρχή πώς γίνεται να επιλέξουμε μαθητές που έχουν συγκεκριμένο μαθησιακό προφίλ, το οποίο τους επιτρέπει να αλληλεπιδρούν με πολύπλοκες έννοιες λεκτικές και ταυτόχρονα πρακτικές. Ωστόσο τα επιμέρους στοιχεία του

γνωστικού προφίλ των μαθητών έχουν προεπιλεγεί μέσα από μία συνεδρία με εκπαιδευτικό φυσικών επιστημών, για τον κάθε μαθητή. Τα στοιχεία αυτά αφορούν την ευχέρεια ανάγνωσης, το λεξιλόγιο, την κατανόηση εννοιών μέσα από κείμενα και τη μαθηματική επάρκεια. Με τον όρο μαθηματική επάρκεια εννοούμε τη γνώση των τεσσάρων βασικών πράξεων και τη σωστή αντιστοίχιση διαδικασιών με πράξεις, σε απλά προβλήματα. Τα παραπάνω σηματοδοτούν ότι οι μαθητές που επιλέχτηκαν για το παιχνίδι μας, θα μπορούν να έρθουν σε πλήρη αλληλεπίδραση με το περιεχόμενό του και η διάδραση μεταξύ μαθητή-παιχνιδιού θα επιτευχθεί σε μεγάλο βαθμό.

7 Περιγραφή του παιχνιδιού

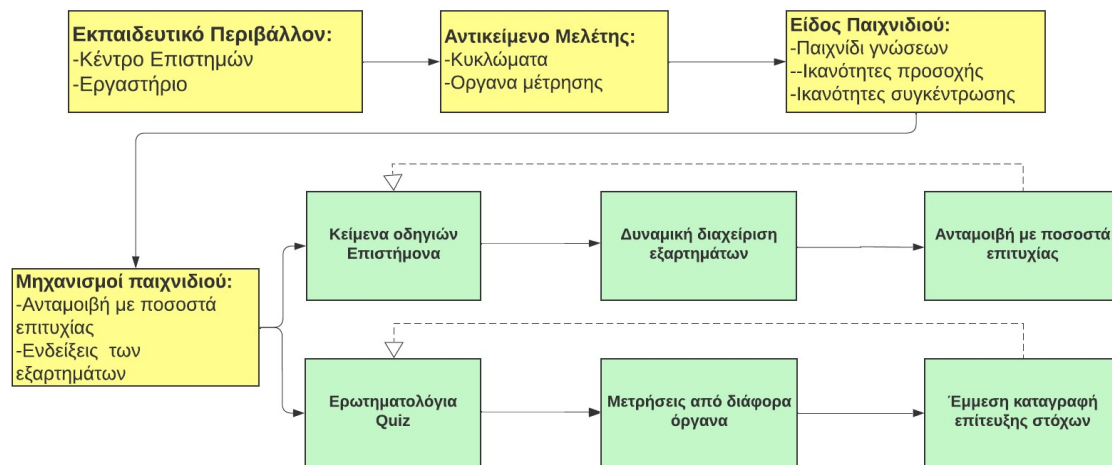
Η ενότητα αυτή της πτυχιακής αφορά τη σχεδίαση του εννοιολογικού χάρτη του παιχνιδιού όπως παρουσιάζεται στο [Σχήμα 9](#). Με την παρουσίαση του σεναρίου θα αναλύσουμε περισσότερο τα τμήματα του εννοιολογικού πλαισίου. Μετέπειτα θα παρουσιαστούν οι τεχνικές που εφαρμόζονται στα διάφορα επιμέρους μέρη του παιχνιδιού και η προσαρμογή του σεναρίου του στις παιδαγωγικές προσεγγίσεις του εποικοδομητισμού, όπως αυτές αναπτύχθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

7.1 Ονομασία Εφαρμογής

Ο τίτλος για το παιχνίδι μας «ΚΕ.ΔΙ» είναι η συντομογραφία της φράσης Κέντρο Διεπιστημονικότητας. Επιλέχθηκε για να δημιουργήσει στους μαθητές μας την πεποίθηση ότι πρόκειται για επιστήμονες διαφορετικών αντικειμένων οι οποίοι πρόκειται να συνεργαστούν μέσα σε ένα κέντρο (εικονικό εργαστήριο). Ταυτόχρονα τα φωτεινά γραφικά και το ευχάριστο κλίμα καθιστούν εύπεπτη την όλη διαδικασία μέσα σε ένα κλίμα δημιουργικής απασχόλησης.

7.2 Σενάριο

Μέσα από το σενάριο ο μαθητής προσπαθεί να καλύψει τα κενά που έχει σε σχέση με το εργαστήριο της φυσικής της Γ' Γυμνασίου, εφόσον σε πολλές περιπτώσεις δεν υπάρχει αντίστοιχος χώρος. Η ιστορία μας διαδραματίζεται σε ένα εργαστήριο με έναν μαθητή, τον επιστήμονα και τις εργαστηριακές κονσόλες που υπάρχουν πάνω στα τραπέζια του εργαστηρίου. Ο μαθητής έχει ως αποστολή να κρατήσει σημειώσεις από τον επιστήμονα και να «παίξει» με τον εργαστηριακό εξοπλισμό. Ταυτόχρονα ο μαθητής καλείται να φέρει εις πέρας τις ερωτήσεις που του δίνονται και οι οποίες εμφανίζονται σε αυτόν με τη μορφή Quiz. Τέλος, αφού ο παίκτης έχει απασχοληθεί και στις δύο κονσόλες εμφανίζεται, αυτόματα μέσω του παιχνιδιού, μία ανάλυση των αποτελεσμάτων του στον καθηγητή του με τη μορφή text αρχείων.



Σχήμα 9. Εννοιολογικός Χάρτης

Αυτή η ανάλυση είναι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων στα δύο επιμέρους τεστ, καθώς και ο χρόνος που μεσολαβεί από την πρώτη σωστή ερώτηση μέχρι το τέλος του κάθε τεστ ξεχωριστά. Στο τέλος του παιχνιδιού ο μαθητής μπορεί να δει κατά πόσο έχει κατακτήσει τη γνώση όσον αφορά τα ηλεκτρικά κυκλώματα και στα δύο τεστ. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να βελτιώσει την απόδοσή του σε επόμενες προσπάθειες. Η σημαντική αυτή παρατήρηση φάνηκε και στο μικρό δείγμα των μαθητών, καθώς τη δεύτερη φορά που έπαιξαν το παιχνίδι η βελτίωση ήταν εμφανής. Το εκπαιδευτικό τμήμα έχει ήδη αναλυθεί παραπάνω (Κεφάλαιο 3), ωστόσο χρειάζεται να αναλυθεί και το τμήμα της συνεργασίας ανάμεσα στους μαθητές. Παρατηρήσαμε στο πλαίσιο της πτυχιακής ότι συχνά οι μαθητές «ντρέπονται» για τις απαντήσεις τους μπαίνοντας σε ένα φαύλο κύκλο αρνητικής ανατροφοδότησης. Το πρόβλημα αυτό μέσα στο παιχνίδι παύει να γίνεται «ταμπού», γιατί η πορεία του παιχνιδιού ωθεί τους μαθητές να εξωτερικεύσουν τις σκέψεις τους στους υπόλοιπους συμμαθητές τους ή και στον καθηγητή τους. Αυτός με τη σειρά του γίνεται πιο ελαστικός, σημειώνοντας παράλληλα τις αδυναμίες του καθενός, ώστε να υπάρξει η ανάλογη παρέμβαση.

7.3 Σχεδίαση

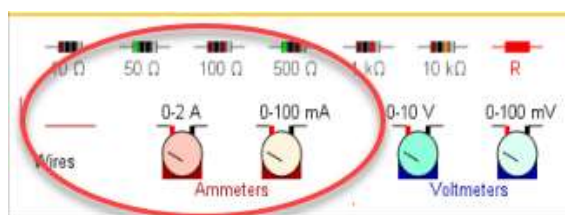
Το παιχνίδι απεικονίζει την κάτοψη ενός εργαστηρίου φυσικής. Σε όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού παρουσιάζεται όλος ο χώρος του εργαστηρίου, ενώ υπάρχουν στιγμές του παιχνιδιού που εμφανίζεται η ανάλογη κονσόλα κυκλωμάτων στην ανάλογη αίθουσα, σύμφωνα με τις οδηγίες του εικονικού επιστήμονα.

Η κάτοψη του εργαστηρίου δίνει τη δυνατότητα να συμβαίνουν πολλές ενέργειες ταυτόχρονα. Με αυτό τον τρόπο το παιχνίδι μάς δίνει την εντύπωση της ταχύτητας. Έτσι ενώ ο μαθητής πλησιάζει το τραπέζι με την κονσόλα των κυκλωμάτων μέσα στην εργαστηριακή αίθουσα, η διακοπή της ροής του παιχνιδιού και η μεγέθυνση της κονσόλας γίνεται με τρόπο ώστε να μην αποσπάται η προσοχή του εκάστοτε μαθητή και να τονιστούν οι λεπτομέρειες των εξαρτημάτων που έχει επάνω της η κονσόλα.

Τα δυσδιάστατα γραφικά του σοβαρού παιχνιδιού μας διευκολύνουν περισσότερο τους παίκτες. Οι μαθητές έχουν έρθει πολλές φορές σε επαφή με ανάλογα γραφικά από τα κινητά τους και η εξοικείωσή τους είναι δεδομένη.

Το παιχνίδι μας ενσωματώνει τη διαχείριση των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων (πηγή, αντίσταση, αγωγοί, ροοστάτης), καθώς ο μαθητής καλείται να διαμορφώσει τα στοιχεία της εκάστοτε κονσόλας με μέρη των κυκλωμάτων, που ο ίδιος επιλέγει.

Για να δείξουμε περαιτέρω πώς έχει χρησιμοποιηθεί το πλαίσιο (framework) στη διαδικασία σχεδιασμού του παιχνιδιού παρέχεται ως παράδειγμα μια περιγραφή του επιπέδου του παιχνιδιού η οποία αντιστοιχεί στα ηλεκτρονικά εξαρτήματα (Εικόνα 3)



Εικόνα 3

Μαθησιακοί Στόχοι (LO)

Να έρθουν σε οπτική επαφή με τα βασικά στοιχεία του κυκλώματος και να αντιληφθούν πώς ο συνδυασμός τους έδωσε τη δυνατότητα στην ανθρώπινη επιστήμη να εξελιχθεί (μπαταρία, αντίσταση, πηγή). Η ιστορία βασίζεται στις έννοιες που θα εξηγηθούν και θα παρέχει πληροφορίες για τον τρόπο επίτευξης των στόχων. Στην Εικόνα 4, εκτός από τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα, είναι εμφανείς και οι μονάδες μέτρησης που βρίσκονται πάνω από αυτά και χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των αντίστοιχων φαινομένων.



Εικόνα 4

Πρόκληση (Προβλήματα)

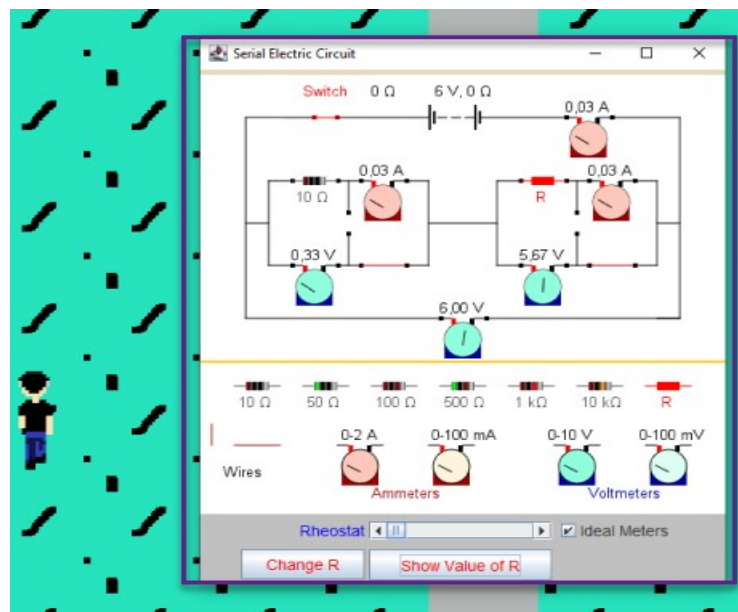
Πώς να συλλέξουν τα στοιχεία, να τα συνδέσουν και να δημιουργήσουν κυκλώματα και να απαντήσουν στις ερωτήσεις. Οι παίκτες πρέπει να δημιουργήσουν κυκλώματα σε σειρά και παράλληλα. (Εικόνα 5)



Εικόνα 5: Συλλογή στοιχείων

Για να προχωρήσουν στο παιχνίδι, οι παίκτες πρέπει να εξερευνήσουν, με δοκιμές

τοποθέτησης των αμπερομέτρων και των βολτομέτρων. καθώς κάθε επίπεδο επιλύεται με μια νέα σελίδα που εμφανίζεται. (Εικόνα 6)



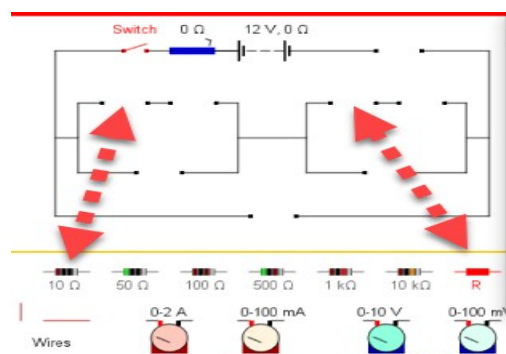
Εικόνα 6: Εμφάνιση καινούργιας σελίδας

Χρήση προαπαιτούμενων γνώσεων

Οι παίκτες θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις τους για το παιχνίδι και τις δεξιότητές τους για να προοδεύουν στο παιχνίδι.

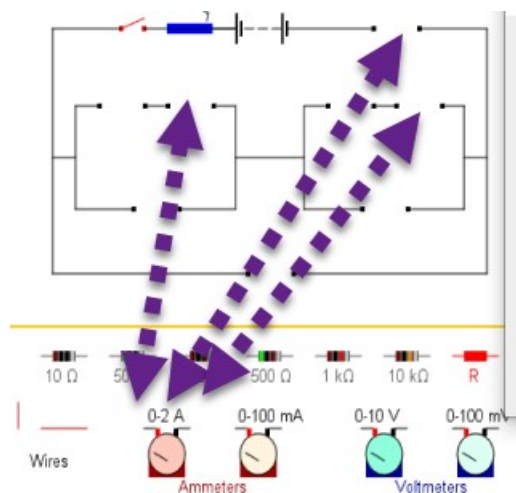
Πρέπει να επιλυθούν οι ακόλουθες δοκιμές:

Η τοποθέτηση των αντιστατών πρέπει να γίνει σε συγκεκριμένες θέσεις. (Εικόνα 7)

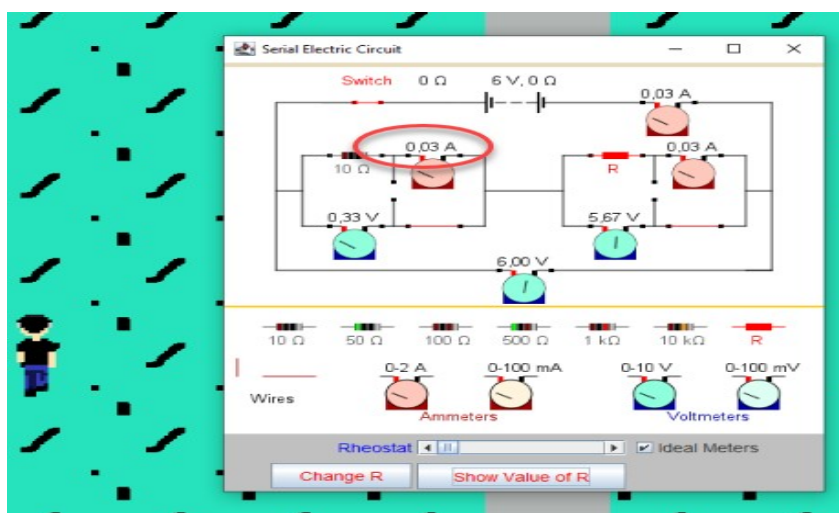


Εικόνα 7: Τοποθέτηση αντιστατών σε συγκεκριμένες θέσεις

Η τοποθέτηση των αμπερομέτρων - βολτομέτρων πρέπει να γίνει σε συγκεκριμένες θέσεις.
(Εικόνα 8)

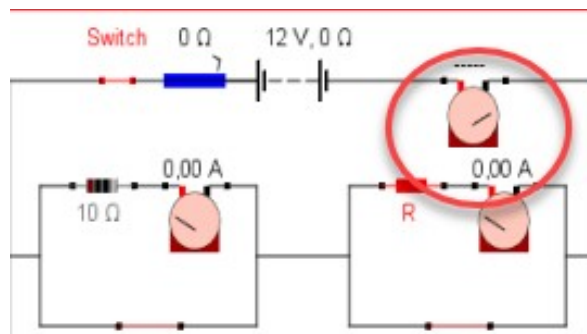


Εικόνα 8: Τοποθέτηση των αμπερομέτρων – βολτομέτρων σε συγκεκριμένες θέσεις
Πρέπει να συλλεχθούν πληροφορίες, τόσο από τα αμπερόμετρα, όσο και από τα βολτόμετρα.
(Εικόνα 9)



Εικόνα 9: Ενδείξεις Βολτομέτρων-Αμπερομέτρων

Το κύκλωμα πρέπει να λειτουργεί σε ιδανικές συνθήκες και να προστατεύεται από βραχυκύκλωμα. (Εικόνα 10)



Εικόνα 10: Ένδειξη αμπερομέτρου --- μετά από βραχυκύκλωμα

Πειραματιζόμενοι ενεργά, οι παίκτες θα μάθουν βασικά στοιχεία του παιχνιδιού: πώς να χρησιμοποιήσουν το avatar τους, πώς είναι δομημένο το παιχνίδι, πώς λειτουργεί ένα κύκλωμα και ποιες προκλήσεις πρέπει να ξεπεραστούν.

Το πιο σημαντικό, αρχίζουν επίσης να μαθαίνουν για τον ηλεκτρισμό και για τα ηλεκτρικά κυκλώματα μέσα από τη διαδραστική διερεύνηση. Ο στόχος είναι, συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω στοιχεία, να επιτραπεί στους παίκτες να φτάσουν σε κατάσταση αλληλεπίδρασης με ένα εικονικό εργαστήριο.

7.4 Ανάλυση σεναρίου με παιδαγωγική προσέγγιση

Κύριο χαρακτηριστικό του εποικοδομητισμού, όπως περιγράφηκε και στο κεφάλαιο 3, είναι η έμφαση στην ανάδειξη των θετικών στοιχείων της μάθησης και η ενθάρρυνση των μαθητών να συνεχίσουν να βελτιώνονται. Αντί να επικεντρώνεται στα λάθη και τις αδυναμίες των μαθητών, ο εποικοδομητισμός προσπαθεί να επιβραβεύσει την προσπάθεια και τη βελτίωση. Μέσω της ανάδειξης των θετικών στοιχείων, οι μαθητές αισθάνονται αυτοπεποίθηση και έτοιμοι να αντιμετωπίσουν νέες προκλήσεις και να συνεχίσουν τη μάθηση. Τα θετικά αυτά στοιχεία, όπως η ενίσχυση της αυτοπεποίθησης και η επιβράβευση, έχουν κυρίαρχη θέση στο σενάριο του παιχνιδιού «ΚΕ.ΔΙ», όπως περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους.

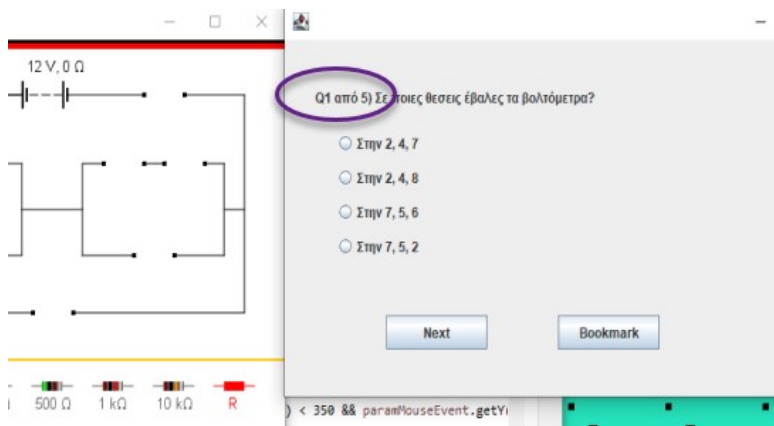
Η χορήγηση του παιχνιδιού μας υπαγορεύει ένα ιδιαίτερο περιβάλλον αλληλεπίδρασης το οποίο θα πρέπει να διατηρεί το ενδιαφέρον και τη συγκέντρωση των παιδιών από την αρχή μέχρι το τέλος της διαδικασίας. Με τον τρόπο αυτό οι ασκήσεις δεν επικεντρώνονται στα λάθη ή στις αδυναμίες των μαθητών, αλλά είναι ευχάριστες, και συμπληρώνονται με διασκεδαστικά συμβάντα, ώστε να μην γίνονται κουραστικές και να ενισχύεται η αυτοπεποίθησή τους. Σε ένα

βαθμό αυτό επιτυγχάνεται με κινούμενες παραστάσεις που συνοδεύουν την κάθε διαδικασία.

Παρότι τα παιχνίδια απορροφούν εύκολα την προσοχή των παιδιών δεν αρκεί μόνο η μορφή του παιχνιδιού για να κρατήσει ένα παιδί συγκεντρωμένο μία ολόκληρη ώρα. Πόσο μάλλον παιδιά που έχουν συνηθίσει να αποτυγχάνουν σε τέτοιου τύπου δοκιμασίες. Το αποτέλεσμα είναι να κουραστούν, χωρίς καν να βάλουν τα δυνατά τους και να ακυρώσουν τις ασκήσεις. Από την άλλη υπάρχει κίνδυνος διάσπασης της προσοχής για παιδιά που έχουν υψηλότερες επιδόσεις.

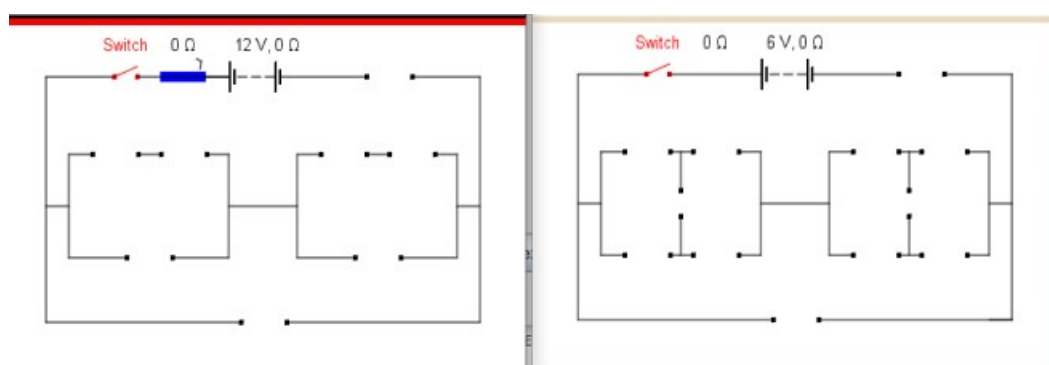
Οι κίνδυνοι αυτοί αντιμετωπίστηκαν με μία πολυεπίπεδη σχεδίαση του λογισμικού, ώστε η αλληλεπίδραση να υποστηρίζεται από ένα μακροπρόθεσμο στόχο ο οποίος θα πρέπει να αποκαλυφθεί στο τέλος της πορείας του παιχνιδιού. Κάθε άσκηση εξυπηρετεί ένα επιμέρους στόχο με επιβράβευση προς την κατεύθυνση του μακροπρόθεσμου. Έτσι ο κάθε μαθητής αντιλαμβάνεται ότι επιτελεί πρόοδο προς τον τελικό στόχο και από την άλλη έχει ένα μέτρο της χρονικής διάρκειας του παιχνιδιού. Η οπτική απεικόνιση δείχνει αναλογικά τον βαθμό προσέγγισης του στόχου.

Κάθε επιμέρους δοκιμασία παρέχει οπτική πληροφόρηση. Οι ασκήσεις είναι σύντομες και ο μαθητής βλέπει ως ενίσχυση μετά από κάθε απάντηση την ενημέρωση ενός δείκτη προόδου. Ο αριθμός των ερωτήσεων είναι μικρός και η οπτική απεικόνιση προτρέπει το παιδί να βάλει τα δυνατά του και να μην εγκαταλείψει την προσπάθεια. Η πρόοδος δεν εξαρτάται από την επίδοση και δεν δίνεται καμία πληροφόρηση στο παιδί σχετικά με την ορθότητα των επιλογών του κατά τη διάρκεια των Quiz. (Εικόνα 11)



Εικόνα 11: Οπτική απεικόνιση Ερώτησης

Τα δύο εργαλεία, τόσο της παράλληλης σύνδεσης, όσο και της κατά σειράς, έχουν ενσωματωθεί σε μία κοινή διαχειριστική εφαρμογή, ώστε να διευκολύνουν τη χρήση τους από τον εκπαιδευτικό. Εφόσον όλη η διαδικασία είναι αυτοματοποιημένη και το διαφοροποιητικό στοιχείο αφορά μόνο τους μαθητές της Γ' τάξης, δεν υπάρχει λόγος ο εκπαιδευτικός να ασχοληθεί με το ποιο είναι το κατάλληλο λογισμικό κάθε φορά που θέλει το μάθημα του να αποκτήσει μεγαλύτερο ενδιαφέρον στην συγκεκριμένη ενότητα των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Με αυτό τον τρόπο απλοποιείται σε μεγαλύτερο βαθμό η αξιοποίηση των δυνατοτήτων του λογισμικού. (Εικόνα 12)



Εικόνα 12: Οπτική απεικόνιση Ερώτησης

7.4.1 Αναγνώριση ερεθισμάτων και εποικοδομιτισμός

Η αναγνώριση ερεθισμάτων και ο εποικοδομιτισμός είναι σημαντικά στοιχεία στον σχεδιασμό και την αξιολόγηση παιχνιδιών σοβαρού σκοπού. Η αναγνώριση ερεθισμάτων αναφέρεται στη δυνατότητα του παιχνιδιού να προσελκύσει και να διατηρήσει το ενδιαφέρον του παίκτη, σημεία που αποτελούν και βασικά στοιχεία του εποικοδομιτισμού. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω διαφόρων στοιχείων όπως η πλοκή, οι χαρακτήρες και οι επιδόσεις.

Στην πλοκή του παιχνιδιού μας η αναγνώριση ερεθισμάτων είναι μία απλή διαδικασία και με βάση αυτή διεκπεραιώνονται μία σειρά από δραστηριότητες (π.χ. εξαγωγή συμπερασμάτων). Η αναγνώριση συμβόλων και λέξεων μέσα στο παιχνίδι μας, είναι το πρώτο βήμα και απαραίτητη προϋπόθεση για την επεξεργασία και την κατανόηση. Η χαμηλή ταχύτητα στην επεξεργασία των οπτικών ερεθισμάτων μπορεί να αποτελεί αιτία χαμηλού κινήτρου είτε λόγω αδυναμίας της επεξεργασίας του σχολικού υλικού, είτε λόγω μιας δυσλειτουργίας.

Το παιχνίδι που έχουμε δημιουργήσει περιλαμβάνει ασκήσεις, στις οποίες οι μαθητές

εξοικειώνονται μέσω των χαρακτήρων του μαθητή και του επιστήμονα με το πλαίσιο αλληλεπίδρασης και εξασφαλίζουν την προσοχή και την ανταπόκρισή τους. Η πρώτη δραστηριότητα (Εικόνα 5) είναι μία απόκριση επιλογής στο οπτικό ερέθισμα κατά την οποία οι μαθητές πρέπει να μαζέψουν, μετά τις οδηγίες του επιστήμονα μέσα στο παιχνίδι, τα αντίστοιχα εργαλεία που θα τους βοηθήσουν να ανοίξουν την εφαρμογή. Χαμηλή επίδοση στην άσκηση αυτή μπορεί να σημαίνει έλλειψη συγκέντρωσης και χαμηλή συμμετοχή και ως εκ τούτου αξιολογούμε το προφίλ της ταχύτητας με την οποία αλληλοεπιδρά ο μαθητής. Οι τομείς δεξιοτήτων που εξετάζονται στις υπόλοιπες δραστηριότητες του παιχνιδιού αναλύονται παρακάτω.

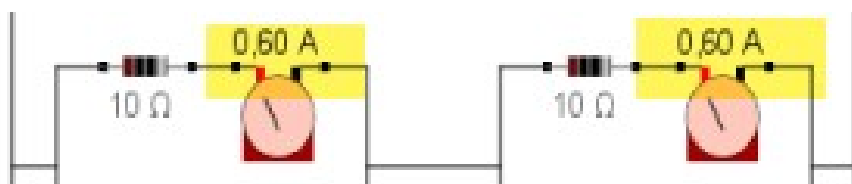
Στην περίπτωση του «ΚΕ.ΔΙ» ο εποικοδομητισμός χρησιμοποιείται και στη διαδικασία αξιολόγησης της επίδοσης του μαθητή. Αυτό επιτεύχθηκε μέσω της σχεδίασης ασκήσεων που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες δεξιότητες των παικτών. Η διαδικασία κατασκευής των δύο ασκήσεων του παιχνιδιού μας περιλαμβάνει δεξιότητες που εξετάζονται όσον αφορά την αντίληψη για τις έννοιες που διδάσκονται οι μαθητές στη φυσική της Γ' γυμνασίου και συγκεκριμένα στο κεφάλαιο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα οι τομείς δεξιοτήτων που εξετάζονται μπορούν να διερευνηθούν με τη μέθοδο των πολλαπλών επιλογών. Οι ερωτήσεις είναι αποδοτικές και δυσκολεύουν τον μαθητή να απαντήσει με βάση την τύχη, καθώς υπάρχει μία μόνο σωστή απάντηση [43]. Επίσης έχει γίνει προσπάθεια μιας σφαιρικής αξιολόγησης, ώστε το παραγόμενο έργο της επίδοσης να δίνει μία χρήσιμη πληροφορία στον εκπαιδευτικό ως προς την απόδοση του μαθητή στο συγκεκριμένο τομέα. Τυχόν ανομοιογένειες στις επιδόσεις των quiz του σοβαρού παιχνιδιού μπορούν να αποδοθούν σε ελλείψεις υποβάθρου του μαθητή, πάντα σε συνδυασμό και με την υπόλοιπη εικόνα που δείχνει αυτός.

Ο περιορισμός των πολλαπλών επιλογών σηματοδοτεί την αυτοματοποιημένη αξιολόγηση. Αν η αξιολόγηση δεν είναι πλήρως αποδεκτή και αυτοματοποιημένη θα υπάρξει ζήτημα αξιοπιστίας, λόγω της υποκειμενικότητας από τον εκάστοτε βαθμολογητή. Οι δακτυλογραφημένες αποκρίσεις δεν προτιμώνται, γιατί η ακρίβεια τους μπορεί να επηρεάζεται από διαφορές στην εξοικείωση των παιδιών με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Απόρροια όλων των παραπάνω είναι οι ασκήσεις να περιλαμβάνουν μόνο εφαρμογές (κονσόλες, Quiz) στις οποίες τα παιδιά να ανταποκρίνονται με απλή επιλογή χρησιμοποιώντας το ποντίκι.

7.4.2 Σχεδίαση ασκήσεων και εποικοδομητισμός

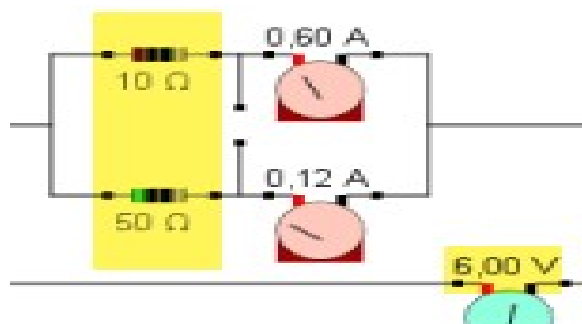
Πολλές από τις δραστηριότητες του παιχνιδιού δίνουν έμφαση στη μάθηση διαμέσου μιας άμεσης εμπειρίας (για παράδειγμα ο μαθητής μαθαίνει φυσικές έννοιες μετρώντας την ένταση και την τάση μέσα σε ένα κύκλωμα με ηλεκτρονικές συσκευές). Οι μαθητές μαθαίνουν αρκετά πράγματα αλληλεπιδρώντας ο ένας με τον άλλον, όπως για παράδειγμα το διάβασμα των Quiz. Αυτό γίνεται με το να διαβάζουν και να ακούν ζητώντας παράλληλα βοήθεια για τις άγνωστες λέξεις και έννοιες που συναντούν μέσα σε αυτές. Αυτό μπορεί να ενθαρρύνει τους μαθητές να συνεχίσουν να βελτιώνονται και να μαθαίνουν περισσότερα.

Η άσκηση «κυκλώματα σε σειρά» παρουσιάζει 2 εικόνες. Για τη συμπλήρωση των κενών θέσεων παρουσιάζονται 13 επιλογές οι οποίες ταιριάζουν οπτικά στην εικόνα, αλλά μόνο συγκεκριμένες διατάξεις συμπληρώνουν σωστά την αλληλουχία. Η σειρά στο σχήμα ακολουθεί μία λογική, την οποία ο μαθητής θα πρέπει να ανακαλύψει με βάση τη θεωρία που έχει διδαχθεί, ώστε να επιλέξει και τη σωστή απάντηση. Δεδομένου ότι η άσκηση αυτή αφορά μαθητές γυμνασίου οι σχέσεις είναι αρκετά απλές στη χρήση, αλλά απαιτούν αφηρημένη σκέψη ως προς την διάταξη του εκάστοτε κυκλώματος. Έτσι τα αμπερόμετρα πρέπει να τοποθετηθούν σε σειρά μαζί με τις αντιστάσεις και τα βολτόμετρα παράλληλα σε αυτές. (Εικόνα 13)



Εικόνα 13: Σειριακό κύκλωμα με τοποθέτηση αμπερομέτρων

Η δεύτερη άσκηση ακολουθεί το πρότυπο της παράλληλης σύνδεσης αντιστάσεων. Αποτελείται από ένα βασικό σχήμα το οποίο περιέχει επαναλαμβανόμενες ή συνδυαζόμενες επιμέρους αντιστάσεις. Μέρη του βασικού σχήματος έχουν αφαιρεθεί, ώστε να προστεθούν είτε τα βολτόμετρα είτε τα αμπερόμετρα. Με αυτό τον τρόπο οι αντιστάσεις πρέπει να τοποθετηθούν παράλληλα, όπως και τα αμπερόμετρα. Ο μαθητής πρέπει να ανακαλέσει τη λογική με την οποία θα κατασκευαστεί το σχήμα, ώστε να επιλέξει σωστά τη συμπλήρωση των κενών. (Εικόνα 14)



Εικόνα 14: Παράλληλο κύκλωμα με τοποθέτηση αμπερομέτρων

Η χαμηλή επίδοση στις δοκιμασίες, τόσο των λεκτικών, όσο και των μη λεκτικών συλλογισμών δημιουργεί υπόνοιες μιας γενικευμένης μαθησιακής δυσκολίας. Αντίθετα, η διάσταση μεταξύ των γλωσσικών και των μη λεκτικών συλλογισμών δημιουργεί υπόνοιες για ελλείψεις υπόβαθρου στους μαθητές. Δηλαδή κάτι δυσκολεύει τον μαθητή στο να ολοκληρώσει τη διαδικασία.

7.5 Συσχέτιση σεναρίου με διάγραμμα UML υψηλού επιπέδου

Το σενάριο του παιχνιδιού συνέβαλε στον προσδιορισμό των λειτουργικών απαιτήσεων του παιχνιδιού και στον καθορισμό των ενεργειών που θα πρέπει να πραγματοποιούνται στο παιχνίδι. Από την άλλη πλευρά ένα διάγραμμα UML υψηλού επιπέδου μπορεί να βοηθήσει στη σχεδίαση της αρχιτεκτονικής του παιχνιδιού και στην απεικόνιση των κλάσεων και των αντικειμένων του παιχνιδιού και των σχέσεων μεταξύ τους. Στην περίπτωση του «ΚΕ.ΔΙ» η διαμόρφωση του διαγράμματος Java UML υψηλού επιπέδου ([Διάγραμμα 1](#)), όπως αναλύεται παρακάτω, μας βοήθησε να οργανώσουμε καλύτερα τη δομή του κώδικα, να προβλέψουμε πιθανά προβλήματα και να βελτιώσουμε την επεκτασιμότητα του παιχνιδιού.

Μέσα στο εικονικό εργαστήριο υπάρχει ο μαθητής (**Player**) και ο Επιστήμονας (**Professor**), που αποτελούν αντικείμενα τύπου οντότητας (**Entity**), με όμοιες αλλά και ξεχωριστές λειτουργίες στο **GamePanel**. Οι λειτουργίες αυτές μέσα από το UML διάγραμμα ([Διάγραμμα 1](#)) αποτυπώνεται ως εξής:

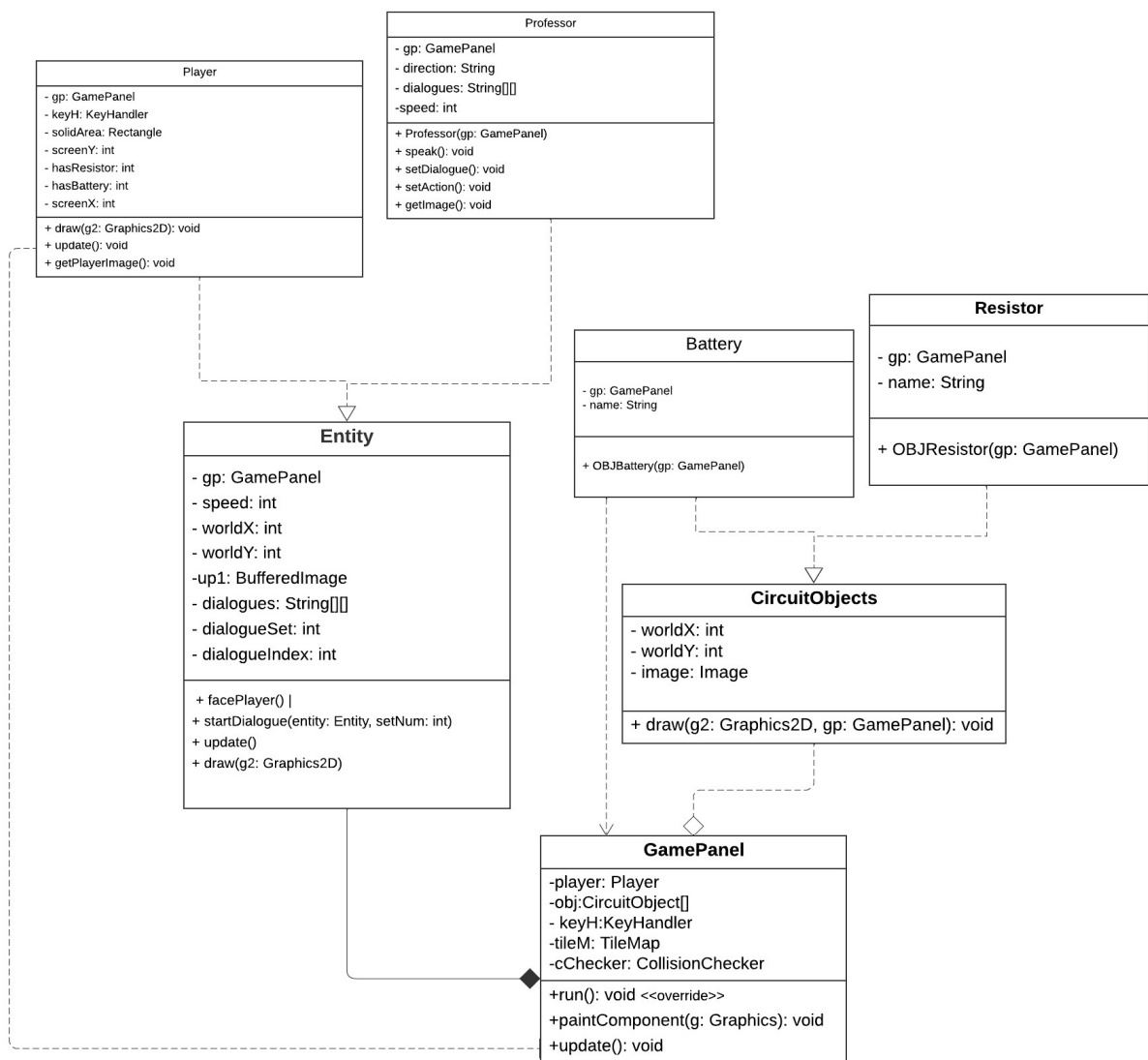
1. Η κλάση **Player** είναι μια υποκλάση της κλάσης **Entity**, που σημαίνει ότι η κλάση **Player** κληρονομεί όλες τις ιδιότητες και τις μεθόδους της κλάσης **Entity**. Εκτός όμως από αυτές τις ιδιότητες που ορίζονται στη γενικότερη κλάση **Entity**, ο παίκτης (**Player**)

μπορεί να έχει πρόσθετες λειτουργίες, όπως η κατευθυνόμενη κίνηση και η συλλογή εξαρτημάτων.

2. Επιπλέον, η κλάση **Professor** είναι επίσης μια υποκλάση της κλάσης **Entity**. Ακολουθεί την ίδια λογική όπως η κλάση **Player**, δηλαδή κληρονομεί τις ιδιότητες και τις μεθόδους της κλάσης **Entity**, αλλά μπορεί επίσης και αυτή να έχει πρόσθετες λειτουργίες όπως οδηγίες προς τον παίκτη και τυχαία κίνηση.
3. Τέλος όσον αφορά τη σχέση ανάμεσα στην κλάση **Entity** και στην κεντρική κλάση **GamePanel**, το αντικείμενο της κλάσης **GamePanel** περνάει ως παράμετρος και ανατίθεται στη μεταβλητή μέλους gp μέσα στον constructor της κλάσης **Entity** (`public Entity(GamePanel gp) { this.gp=gp; }`). Από την άλλη η δήλωση του πίνακα των αντικειμένων της κλάσης **Entity** στην κλάση **GamePanel** μέσω της γραμμής κώδικα [`public Entity professor[] = new Entity[10];`] σημαίνει ότι η κλάση **GamePanel** περιέχει μια συλλογή από αντικείμενα της κλάσης **Entity**. Συμπερασματικά η σχέση μεταξύ των κλάσεων **Entity** και **GamePanel** μπορεί να θεωρηθεί ως σχέση σύνθεσης (Composition relationship) Στο διάγραμμα UML ([Διάγραμμα 1](#)) αυτή η σχέση αποτυπώνεται με ένα ρόμβο γεμάτο προς την κλάση **GamePanel**.

Επιπλέον στο [Διάγραμμα 1](#), υπάρχει μία σχέση εξάρτησης (Dependency) ανάμεσα στις κλάσεις **OBJ_Battery** και **GamePanel** και μάλιστα με κατεύθυνση από **OBJ_Battery** προς την **GamePanel**. Αυτό ισχύει γιατί ένας από τους constructors της κλάσης **OBJ_Battery** δέχεται ως παράμετρο ένα αντικείμενο τύπου **GamePanel** και το αποθηκεύει στη μεταβλητή gp. Έτσι η κλάση **OBJ_Battery** εξαρτάται από την ύπαρξη της κλάσης **GamePanel** για να λειτουργήσει σωστά, καθώς στην τελευταία βρίσκονται τα χαρακτηριστικά και οι μέθοδοι που αφορούν την αλληλεπίδραση της με τον παίκτη.

Τέλος, υπάρχει μία σχέση συνάθροισης (Aggregation) ανάμεσα στις κλάσεις **GamePanel** και **CircuitObject**, καθώς η κλάση **GamePanel** περιέχει έναν πίνακα από αντικείμενα **CircuitObject**. Αυτό σημαίνει ότι η κλάση **GamePanel** έχει μια σχέση «has-a» με τα αντικείμενα της συλλογής της. Η σχέση αυτή ταιριάζει και με το σενάριο του παιχνιδιού μας, καθώς η ύπαρξη της **GamePanel** είναι ανεξάρτητη της συλλογής των αντικειμένων των κυκλωμάτων που κατέχει.



Διάγραμμα 1: Διάγραμμα Κλάσεων

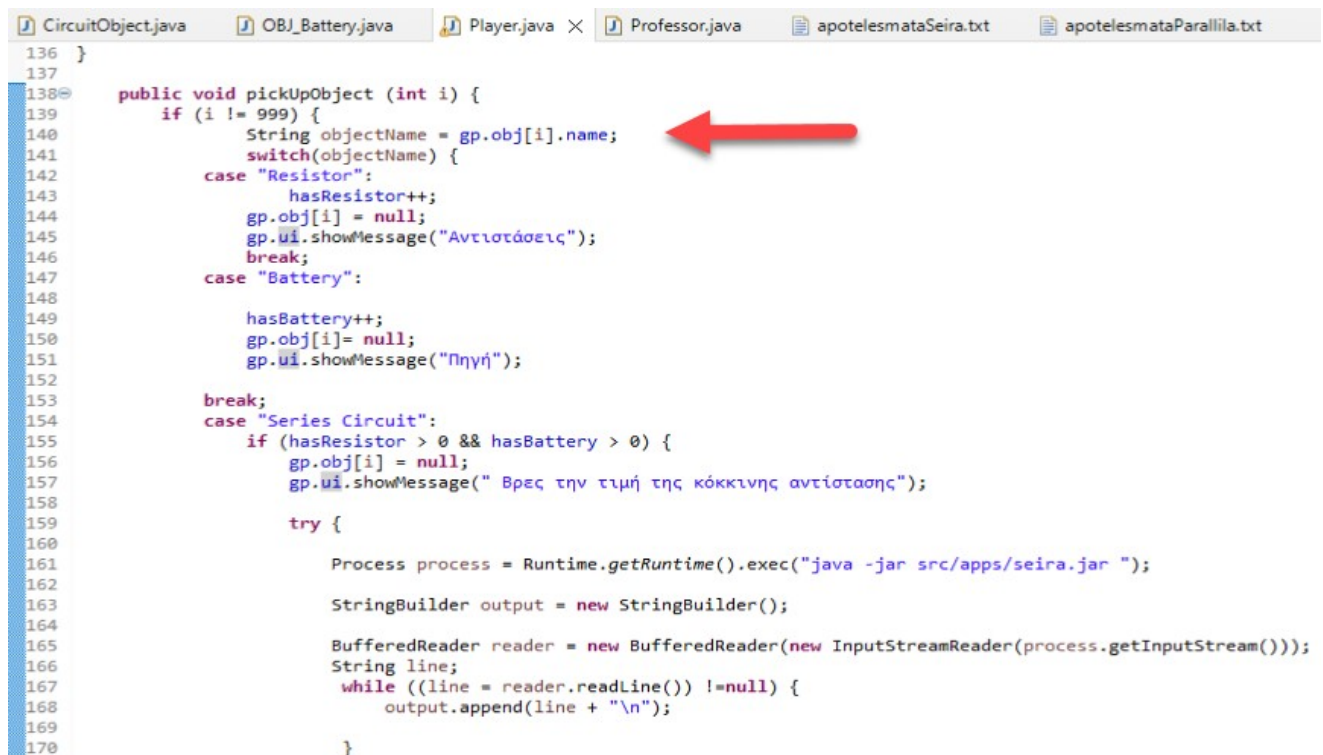
8 Σχόλια σχετικά με την υλοποίηση σε Java

Για την υλοποίηση του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Java και ανάλογα με τις παραδοχές που κάναμε προέκυψαν και οι σχέσεις των κλάσεων μεταξύ τους. Συνήθως η πληθικότητα των σχέσεων είναι ένα προς πολλά (1:N) και δεν διαφέρουν ως προς την υλοποίησή τους με τη γλώσσα Java.

Η κλάση `GamePanel` υλοποιεί τη διαδικασία `update()`. Η διαδικασία αυτή μας επιτρέπει να κάνουμε αλλαγές με την πάροδο (ανά 60ms) στο παιχνίδι. Για παράδειγμα, μπορούμε να μετακινήσουμε αντικείμενα ή να αλλάξουμε σταδιακά ένα χρώμα σε μια κλήση της `Update()`.

Οι υπόλοιπες κλάσεις επικοινωνούν άμεσα ή έμμεσα με την κεντρική `GamePanel`, έχοντας πάντα ως προαπαιτούμενο την ύπαρξη της κλάσης `Player`. Επίσης οι κλάσεις κληρονομούν από ή κληροδοτούν σε άλλες κλάσεις, υλοποιείται δηλαδή μία ιεραρχία υπερκλάσεων-υποκλάσεων. Για παράδειγμα οι κλάσεις `OBJ_Resistor` και `OBJ_Battery` είναι υποκλάσεις της κλάσης `Circuit_Object`, με την τελευταία να χρησιμοποιεί την `UtilityTool`, η οποία προσαρμόζει τα αντικείμενα στα γραφικά του παιχνιδιού.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η κλάση `Player` συνδέεται με τις κλάσεις της αντίστασης, της πηγής και των δύο κονσόλων μέσω της μεθόδου `pickObject()`, με δυναμική διαχείριση ενός πίνακα με τα ονόματά τους. Στην Εικόνα 15 παρατίθεται ένα παράδειγμα αυτής της τεχνικής, όπου η μέθοδος προχωράει στη δημιουργία μιας μεταβλητής με το όνομα "`objectName`", η οποία παίρνει την τιμή του ονόματος του αντικειμένου από την θέση `i` του πίνακα "`gp.obj[]`".



```
136 }
137
138 public void pickUpObject (int i) {
139     if (i != 999) {
140         String objectName = gp.obj[i].name;
141         switch(objectName) {
142             case "Resistor":
143                 hasResistor++;
144                 gp.obj[i] = null;
145                 gp.ui.showMessage("Αντίσταση");
146                 break;
147             case "Battery":
148
149                 hasBattery++;
150                 gp.obj[i] = null;
151                 gp.ui.showMessage("Πηγή");
152
153             break;
154             case "Series Circuit":
155                 if (hasResistor > 0 && hasBattery > 0) {
156                     gp.obj[i] = null;
157                     gp.ui.showMessage(" Βρες την τιμή της κόκκινης αντίστασης");
158
159                     try {
160
161                         Process process = Runtime.getRuntime().exec("java -jar src/apps/seira.jar ");
162
163                         StringBuilder output = new StringBuilder();
164
165                         BufferedReader reader = new BufferedReader(new InputStreamReader(process.getInputStream()));
166                         String line;
167                         while ((line = reader.readLine()) != null) {
168                             output.append(line + "\n");
169
170                     }
171                 }
172             }
173         }
174     }
175 }
```

Εικόνα 15. Σύνδεση με τις κλάσεις της αντίστασης ,της πηγής και των δύο κονσόλων μέσω της μεθόδου pickObject()

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η μέθοδος update() στην κλάση **GamePanel**, η οποία είναι υπεύθυνη για την ενημέρωση της κατάστασης του παιχνιδιού, όπως τη θέση του παίκτη και του επιστήμονα στο παιχνίδι. Καλείται από τη μέθοδο run() της ίδιας κλάσης. Η μέθοδος update() στην κλάση **GamePanel** ελέγχει πρώτα την τρέχουσα κατάσταση του παιχνιδιού (gameState) και στην συνέχεια ενημερώνει την κατάσταση του παίκτη (player.update()) και έπειτα του επιστήμονα (professor.update()) που υπάρχει.

Μέθοδοι update() υπάρχουν επίσης στις κλάσεις **Player**, **Entity**, αλλά διαφέρουν στον τρόπο λειτουργίας τους και τις ενέργειες που περιλαμβάνουν.

Η μέθοδος update() στην κλάση **Player** χειρίζεται την ενημέρωση του παίκτη. Ελέγχει τα πλήκτρα που πατήθηκαν από τον μαθητή (keyH.upPressed, keyH.downPressed, κλπ.) και ανάλογα με αυτά ορίζει την κατεύθυνση (direction) του παίκτη στο **GamePanel**. Στη συνέχεια, ελέγχει τυχόν συγκρούσεις του παίκτη με τα πλακίδια (Tiles), τα αντικείμενα και τον επιστήμονα. Εάν υπάρχει σύγκρουση, γίνονται οι αντίστοιχες ενέργειες.

Τέλος η μέθοδος update() στην κλάση Entity χειρίζεται την ενημέρωση των υπόλοιπων

οντοτήτων (π.χ., επιστήμονα) στο παιχνίδι. Συγκεκριμένα, ελέγχει αν υπάρχει σύγκρουση (collision) της οντότητας **Professor** με πλακίδια (Tiles) ή τον παίκτη. Αν δεν υπάρχει σύγκρουση, ο **Professor** μετακινείται σύμφωνα με τυχαία κατεύθυνση.

8.1 Αντιμετώπιση Δυσκολιών

Κάθε προσπάθεια για τη δημιουργία ενός σοβαρού παιχνιδιού προϋποθέτει κάποιους στόχους και κάποιες ιδέες. Αυτά συνδέονται αναπόσπαστα με όλη την πορεία της παραγωγής του και πολλές φορές επαναπροσδιορίζονται κατά τη διάρκεια της. Σκοπός της εργασίας ήταν η αποσαφήνιση αυτών των στόχων και η αξιολόγηση τους ως προς την κατάκτηση της γνώσης πάνω στο κεφάλαιο 2 (Ηλεκτρικό Ρεύμα) της φυσικής της Γ' Γυμνασίου. Οι ιδέες μας για το πώς θα συμπεριφερθούν οι μαθητές μέσα στο παιχνίδι και η ανάπτυξη κινήτρων για να εμπλακούν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία άλλαζαν συνεχώς. Οι περισσότερες δυσκολίες ήταν στα σημεία που έπρεπε τα μέρη του κυκλώματος να απεικονιστούν με ρεαλιστικό τρόπο, όπως δηλαδή τα συναντάμε μέσα στο σχολικό εργαστήριο. Μέθοδοι όπως `setColor()` `drawLine()` και `fillRect()` χρησιμοποιήθηκαν για την απεικόνιση γεωμετρικών σχημάτων, καθώς και η `setRenderingHint()` για την εξομάλυνση (smoothing) των καμπυλών των γραφικών μέσα στο παιχνίδι. Η ύπαρξη των παραπάνω δυσκολιών αποτέλεσαν μία πρόκληση, χωρίς να μπορούμε να έχουμε εκ των προτέρων όλες τις απαιτούμενες δεξιότητες για να ανταποκριθούμε με επιτυχία.

Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν δομές προγραμματισμού για να διαχειριστούν τα δεδομένα και τις λειτουργίες του παιχνιδιού. Οι δομές αυτές συχνά ήταν πολύπλοκες για να αντιμετωπιστούν οι διαφορετικές απαιτήσεις του σεναρίου του παιχνιδιού. Μερικές από τις πιο συνηθισμένες δομές προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνουν:

Συνθήκες if-else: Αυτές οι δομές είναι ένα από τα πιο συνηθισμένα και βασικά εργαλεία στην Java. Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της συμμόρφωσης μιας συνθήκης και, αν είναι αληθής, εκτελεί μια σειρά εντολών. Αν δεν είναι αληθής, τότε εκτελείται μια διαφορετική σειρά εντολών. Επίσης η δομή επιλογής switch στην Java χρησιμοποιείται για την εκτέλεση διακριτών ενεργειών βάσει της τιμής μιας μεταβλητής.

Στον κώδικά μας η χρήση του if σε συνδυασμό με το switch χρησιμοποιήθηκε για να ελεγχθεί ο τύπος του αντικείμενου που πρόκειται να μαζέψει ο παίκτης καθώς και να αλληλεπιδράσει ο ίδιος, με την σειρά, από την ευκολότερη κονσόλα στην πιο δύσκολη. Αρχικά, γίνεται ένας έλεγχος με την συνθήκη if για να εξασφαλιστεί ότι ο δείκτης (i) που αντιστοιχεί σε ένα αντικείμενο που μαζεύει δεν έχει την τιμή 999, η οποία χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει ότι δεν υπάρχει σύγκρουση με αντικείμενο. Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται το switch για να

ελεγχθεί η εκχώριση της μεταβλητής `objectName`, η οποία περιέχει το όνομα του αντικειμένου που πρόκειται να μαζέψει ο παίκτης. Ανάλογα με την τιμή του `objectName`, εκτελείται ο αντίστοιχος κλάδος του `switch`. Για παράδειγμα, αν το `objectName` είναι "Resistor", τότε αυξάνεται η μεταβλητή `hasResistor` κατά ένα και ανατίθεται τιμή `null` στο αντικείμενο `gr.obj[i]` και εμφανίζεται ένα μήνυμα στο χρήστη. Σε περίπτωση που το `objectName` είναι "Series Circuit", γίνεται πρώτα έλεγχος για την ύπαρξη του απαραίτητου αριθμού αντιστάσεων (`hasResistor`) και πηγών ενέργειας (`hasBattery`) με την `if`. Αν ο έλεγχος περάσει, τότε ανατίθεται `null` στο αντικείμενο `gr.obj[i]` και εμφανίζεται ένα μήνυμα στον χρήστη για να βρει την τιμή της κόκκινης αντίστασης. Έπειτα, ανοίγει το πρόγραμμα (`seira.jar`) που αναλαμβάνει τη διαχείριση των κυκλωμάτων σε σειρά. Στη συνέχεια και αφού ο παίκτης έχει τελειώσει με τα κυκλώματα σε σειρά, εμφανίζεται ένα μήνυμα στον χρήστη που του επιτρέπει να συνεχίσει στην επόμενη αίθουσα όπου μπορεί να αλληλεπιδράσει με τα παράλληλα κυκλώματα.

Επαναληπτική συνθήκη `for`: η συνθήκη χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μιας επαναληπτικής δομής που επαναλαμβάνεται. Κάθε φορά που επαναλαμβάνεται, μπορεί να εκτελείται μια σειρά εντολών. Παράδειγμα αποτελεί ο κώδικας που χρησιμοποιεί έναν βρόχο `for` για να διαχειριστεί ένα κείμενο (οδηγίες από επιστήμονα) που έχει χωριστεί σε διαφορετικές γραμμές. Στην αρχή, το κείμενο χωρίζεται σε γραμμές χρησιμοποιώντας τον χαρακτήρα αλλαγής γραμμής ("`\n`") και αποθηκεύεται στη μεταβλητή `currentDialogue`. Στη συνέχεια, ο βρόχος `for` διαβαίνει κάθε μια από τις γραμμές αυτές, τις σχεδιάζει στο παράθυρο γραφικών χρησιμοποιώντας τη μέθοδο `drawString()` και αυξάνει μια μεταβλητή `y` κατά 40 θέσεις για να μετακινηθεί στην επόμενη γραμμή. Ο κώδικας αυτός συνήθως χρησιμοποιείται για την εμφάνιση κειμένου στο παράθυρο ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού. Ο βρόχος `for` βεβαιώνει ότι το κείμενο εμφανίζεται σε διαφορετικές γραμμές και ότι οι γραμμές αυτές δεν ξεπερνούν το πλάτος του παραθύρου.

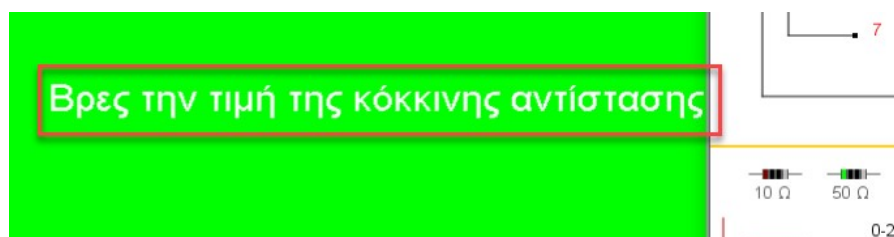
9 Οδηγίες και δραστηριότητες εντός παιχνιδιού

9.1 Οδηγίες

Ο παίκτης λαμβάνει αρχικά οδηγίες και καλείται να επικοινωνήσει με τον επιστήμονα σε πραγματικό χρόνο. Η αποτύπωση των οδηγιών του επιστήμονα μέσα στο παιχνίδι γίνεται με μικρές προσθήκες προτάσεων που εμφανίζονται στην οθόνη (Εικόνα 16).

Οι οδηγίες παρατίθενται παρακάτω:

- Καλωσόρισες, πες μου το όνομά σου..
- Jim
- Hello Jim.
- Σήμερα το εργαστήριο αφορά την αντίσταση και τους αντιστάτες.
- Στο εργαστήριο θα προσπαθήσεις να φτιάξεις κυκλώματα με αντιστάτες.
- Πρώτα φτιάχνουμε κυκλώματα σε σειρά (αριστερή αίθουσα) και μετά παράλληλα (δεξιά αίθουσα).
- Πριν απαντήσεις οποιαδήποτε ερώτηση διάβασε την προσεκτικά και μετά φτιάξε το κύκλωμα που σου ζητάει.
- Στο ενδιαμέσο πρέπει να μαζέψεις τους αντιστάτες και την πηγή που σου δίνονται.
- Να είσαι προσεκτικός.



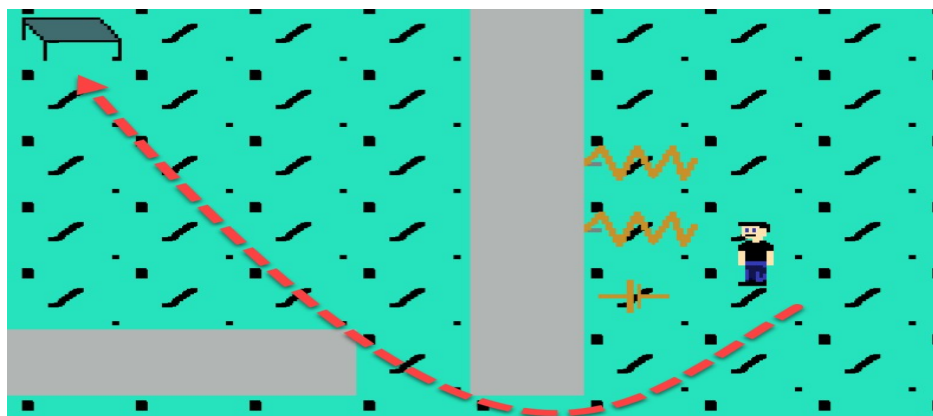
Εικόνα 16: Οδηγίες από τον επιστήμονα

Με τις στοχευμένες παρατηρήσεις μας οδηγούμε τους μαθητές να ανακαλύψουν μόνοι τους τη νέα γνώση και παράλληλα αναπτύσσουν δεξιότητες συμμετέχοντας ενεργά στην κάθε διαδικασία. Ο εποικοδομητικός τρόπος διδασκαλίας που έχουμε επιλέξει έχει στόχο να τροποποιήσει τις προϋπάρχουσες λανθασμένες ιδέες των μαθητών μέσα από μία διαδικασία παρατήρησης, εφαρμογής και κατάληξης σε ένα συμπέρασμα. Πρέπει δηλαδή, οι ίδιοι οι

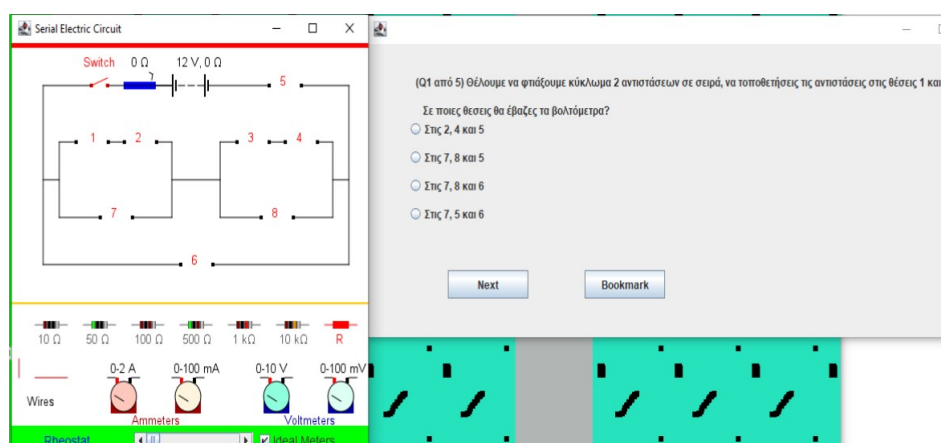
μαθητές να αναλάβουν τον ρόλο του ερευνητή, χωρίς να λάβουν οδηγίες από τον καθηγητή της τάξης τους, καθώς αυτός έχει μόνο το ρόλο του οργανωτή της όλης διαδικασίας.

9.2 Επιμέρους δραστηριότητες

1. Ο παίκτης αφού συλλέξει τα μέρη ενός ηλεκτρικού κυκλώματος και αφού εισέλθει στο χώρο του πρώτου δωματίου ([Εικόνα 17](#)) αλληλεπιδρά με την πρώτη κονσόλα που βρίσκεται πάνω στο τραπέζι (σύνδεση σε σειρά). Ταυτόχρονα εμφανίζονται με τη σειρά πέντε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής διαβαθμισμένης δυσκολίας ([Εικόνα 18](#)).

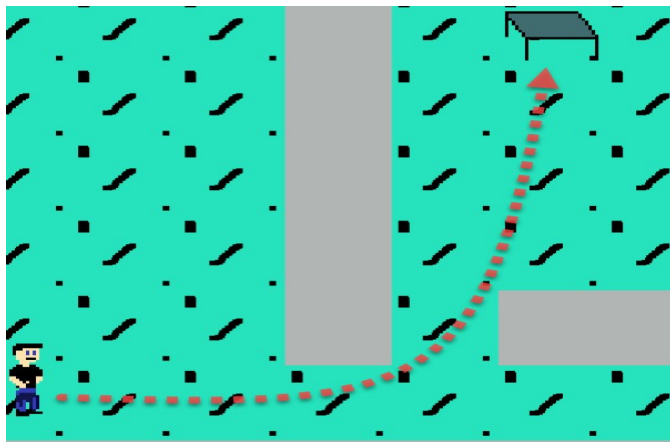


Εικόνα 17

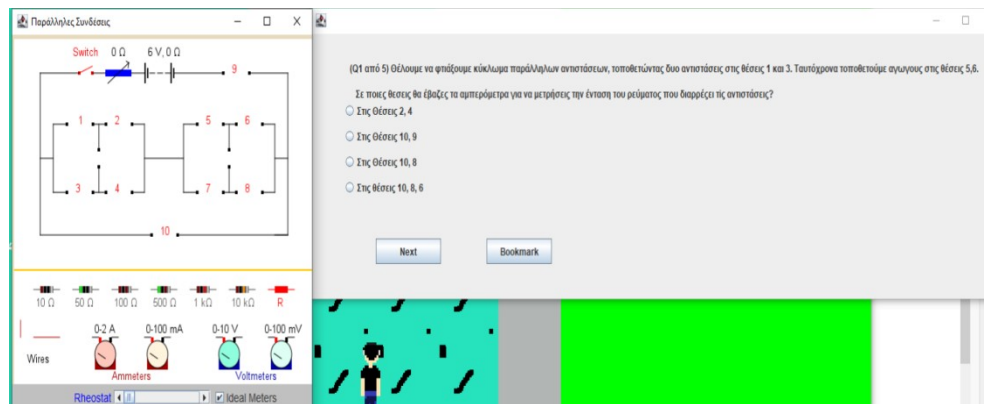


Εικόνα 18

2. Οι πρώτες τέσσερις ερωτήσεις αφορούν την κατανόηση της θεωρίας του σχολικού εγχειριδίου, ενώ παράλληλα δίνονται οδηγίες για το πώς μπορούν να κατακτήσουν τη γνώση μέσα από το παιχνίδι τους με την κονσόλα. Η επόμενη ερώτηση είναι ερώτηση εξαγωγής συμπεράσματος, καθώς οι μαθητές προσπαθούν να οδηγηθούν στη λύση του προβλήματος και να βρουν την τιμή της κόκκινης αντίστασης.
3. Στη συνέχεια, και εφόσον ο παίκτης έχει απαντήσει στις ερωτήσεις, συνεχίζει στο δεύτερο δωμάτιο (Εικόνα19) όπου αλληλεπιδρά με τη δεύτερη κονσόλα (παράλληλη σύνδεση). Εμφανίζονται και εδώ 5 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής διαβαθμισμένης δυσκολίας. Οι πρώτες τέσσερις αφορούν την κατανόηση θεωρίας του σχολικού εγχειριδίου, ενώ η τελευταία αποτελεί ένα πρόβλημα. (Εικόνα 20).



Εικόνα 19



Εικόνα 20

4. Η εύρεση της κόκκινης αντίστασης στις δύο κονσόλες και η απάντηση στις ερωτήσεις είναι ένα πρόβλημα που απαιτεί από τους μαθητές τόσο την κατάκτηση θεωρητικών γνώσεων, όσο και καλή λογικομαθηματική σκέψη.

10 Αποτίμηση του παιχνιδιού

Η αξιολόγηση ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού πρέπει να γίνεται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, όπως η αποτελεσματικότητα του παιχνιδιού στην επίτευξη των στόχων του, η αξιοπιστία και η ακρίβεια των πληροφοριών που παρέχονται στους χρήστες.

10.1 Χαρακτηριστικά της σωστής αξιολόγησης.

Περίληπτικά τα χαρακτηριστικά της σωστής αξιολόγησης είναι τα εξής:

1. Η εγκυρότητα. Το αποτέλεσμα της αξιολόγησης είναι έγκυρο όταν ο διδάσκων μετράει ακριβώς αυτό που ήθελε να αξιολογήσει. Έτσι μία εξέταση στη φυσική θα είναι έγκυρη όταν καλύπτει όλο το φάσμα της ύλης που διδάχτηκε και όχι μόνο δύο ή τρία σημεία της.
2. Η αξιοπιστία. Μία αξιολόγηση θεωρείται αξιόπιστη, όταν οι μαθητές παρουσιάζουν σχεδόν το ίδιο ποσοστό επιτυχίας, όσες φορές και αν ερωτηθούν, έστω και από διαφορετικούς εξεταστές, εφόσον φυσικά δεν έχει μεσολαβήσει καλύτερη μελέτη.
3. Η αντικειμενικότητα. Η αξιολόγηση θεωρείται αντικειμενική όταν δεν επηρεάζεται από τις σχέσεις διδάσκοντα εκπαιδευόμενου.
4. Η Διακριτική ικανότητα. Η διαβάθμιση ανάμεσα στους άριστους, στους πολύ καλούς και στους μέτριους μαθητές μάς δείχνει ότι η αξιολόγηση είναι επιτυχής.
5. Η πρακτικότητα. Μία αξιολόγηση είναι πρακτική όταν απαιτείται λίγος χρόνος για την εξέταση και τη διόρθωση της ύλης.

10.2 Δοκιμαστική εφαρμογή και αποτελέσματα του παιχνιδιού

Το πιο κοινό εργαλείο για την αξιολόγηση ενός σοβαρού παιχνιδιού είναι το ερωτηματολόγιο. Ωστόσο αρκετοί είναι αυτοί που υποστηρίζουν ότι η αξιολόγηση πρέπει να γίνεται μέσα από ένα σύνολο απαιτήσεων του παιχνιδιού [28]. Σε πιο προηγμένα παιχνίδια η καταγραφή της πορείας του παιχνιδιού συνδέεται άμεσα και με την αξιολόγησή του, μέσα από μία ή περισσότερες ad hoc διαδικασίες. Με αυτό τον τρόπο υπάρχει συνδυασμός αναλυτικών μεθόδων και μετρήσεων στην πορεία του παιχνιδιού.

Στο δικό μας project η αξιολόγηση που εμείς έχουμε ορίσει αφορά καταγραφή για τη βασική εξέλιξη του παιχνιδιού και τα επιτεύγματα που κατορθώνουν οι μαθητές μέσα σε αυτό, μέσω ενός βασικού χρονομέτρου [44]. Για να αξιολογήσουμε την αποτελεσματικότητα του συστήματος επεξεργαστήκαμε συνεντεύξεις από δεκατέσσερις μαθητές με βάση τέσσερα κριτήρια αποδοχής που σχεδιάσαμε μέσα από 10 ερωτήσεις, τα οποία περιέχονται στον Πίνακα 4. Το ερωτηματολόγιο διατέθηκε σε κάθε μαθητή ξεχωριστά μετά το τέλος του παιχνιδιού.

Τα δεδομένα που προέκυψαν πήραν τη μορφή απλών υπολογισμών σύμφωνα με τις απόψεις σχετικά με την επιτυχία ή όχι του παιχνιδιού. Στην αναφορά δεν συμπεριλήφθηκαν λεπτομερή σχόλια των συμμετεχόντων. Σύμφωνα με το πρώτο κριτήριο η πλειοψηφία των χρηστών (12 από 14) δήλωσαν υψηλά επίπεδα ικανοποίησης όσον αφορά τη χρήση του συστήματος. Το «κατάλληλο για τη μελέτη μου» απέσπασε 7 απαντήσεις, 4 βρήκαν ότι οι διάφορες λεπτομέρειες του συστήματος «έχουν μεγάλη συνάφεια» με το διδακτικό αντικείμενο των κυκλωμάτων, ενώ για την επιλογή «αποθηκευτικό για το χρήστη» επέλεξαν 2 χρήστες, οι οποίοι βρήκαν το σύστημα όχι καλά ολοκληρωμένο, καθώς και 2 οι οποίοι αντιμετώπισαν προβλήματα στην προσπάθειά τους να μάθουν να χρησιμοποιούν τη νέα τεχνολογία. Ειδικότερα οι 2 τελευταίοι μαθητές που αντιμετώπισαν δυσκολία στη χρήση του υπολογιστή ανέφεραν και έλλειψη πρόσβασης σε κατάλληλο εξοπλισμό, όπως υπολογιστές ή ταμπλέτες.

Πίνακας 4: Ομαδοποίηση Ερωτήσεων βάσει τεσσάρων κριτηρίων

Ευκολία χρήσης Ερώτημα 1, Ερώτημα 3 , Ερώτημα 7, Ερώτημα 8	Αξιολόγηση της προσπάθειας, της δυσκολίας ή του κόπου που ενέχει η χρήση του συστήματος.
Κατάλληλο για τη διδακτική ενότητα Ερώτημα 9, Ερώτημα 10	Αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο οι υπηρεσίες του συστήματος ταιριάζουν με τις ανάγκες που έχει ο κάθε μαθητής όσον αφορά την προσπάθειά του να κατανοήσει το περιεχόμενο της ενότητας.
Βοηθητικό για το χρήστη. Ερώτημα 2, Ερώτημα 4	Αξιολόγηση του εάν υπάρχει διαθέσιμη βοήθεια όταν και όπου χρειάζεται και με τη μορφή που αυτή πρέπει να δοθεί στον εκάστοτε μαθητή.
Συνέπειες που έχουν γίνει αντιληπτές. Ερώτημα 5, Ερώτημα 6	Αξιολόγηση ενός εύρους σχετιζομένων με την διδακτική ενότητα απόψεων οι οποίες προκύπτουν από το σύστημα του ηλεκτρονικού παιχνιδιού

Με βάση τις απαντήσεις που δόθηκαν από τους παίκτες, μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

1. Οι περισσότεροι παίκτες (11 από τους 14) θα ήθελαν να χρησιμοποιήσουν ξανά το παιχνίδι, οπότε μπορούμε να υποθέσουμε ότι οι περισσότεροι από αυτούς βρήκαν το παιχνίδι ενδιαφέρον και διασκεδαστικό.
2. Μικρός αριθμός παικτών (2 από τους 14) θεωρούν το παιχνίδι αδικαιολόγητα περίπλοκο, υποδεικνύοντας ότι ίσως υπάρχει στοχευμένη ανάγκη για βελτίωση στην απλότητα του παιχνιδιού στους συγκεκριμένους παίκτες.
3. Οι περισσότεροι παίκτες (12 από τους 14) θεωρούν το παιχνίδι εύκολο στη χρήση, υποδεικνύοντας ότι η διεπαφή του παιχνιδιού είναι φιλική προς τον χρήστη.
4. Μόνο μικρός αριθμός παικτών (2 από τους 14) ανέφεραν ότι θα χρειαζόντουσαν βοήθεια από κάποιον άλλο για να ολοκληρώσουν το παιχνίδι, υποδεικνύοντας ότι οι οδηγίες του παιχνιδιού ήταν κατανοητές και εύκολες στην ακολούθηση.
5. Οι περισσότεροι παίκτες (12 από τους 14) θεωρούν ότι οι λειτουργίες του παιχνιδιού είναι καλά οργανωμένες. Αυτό υποδεικνύει ότι το παιχνίδι παρότρυνε τους μαθητές να ανακαλέσουν πληροφορίες από το συναφές γνωστικό αντικείμενο και να παρακολουθήσουν την πρόοδο του παιχνιδιού.

6. Επίσης, οι περισσότεροι (12 στους 14) θεωρούν ότι δεν υπάρχει μεγάλη ασυνέπεια (π.χ. απρόβλεπτη συμπεριφορά των χαρακτήρων-κрасάρισμα) στο σύστημα του παιχνιδιού, οπότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το παιχνίδι ήταν κατάλληλα σχεδιασμένο με επαρκή προετοιμασία.
7. Η πλειονότητα των παικτών (11 από τους 14) θεωρούν το παιχνίδι έχει εύκολη πρόσβαση και είναι εύκολο να παιχτεί από τους υπόλοιπους συμμαθητές τους. Αυτό υποδηλώνει ότι το παιχνίδι έχει απλούς κανόνες και είναι ευχάριστο να παιχτεί από διάφορα άτομα με διάφορα επίπεδα εμπειρίας.
8. Μόνο 2 από τους 14 παίκτες ανέφεραν ότι το παιχνίδι ήταν πολύ περίπλοκο στη χρήση του. Αυτό υποδηλώνει ότι η πλειονότητα των παικτών βρήκαν το παιχνίδι χωρίς περίπλοκες διαδικασίες ή δυσκολίες στην χρήση του.
9. Περίπου το 1/3 των παικτών (5 από τους 14) ανέφεραν ότι χρειάστηκε να μάθουν πολλά πράγματα από τη θεωρία προτού ξεκινήσουν το παιχνίδι. Αυτό μπορεί να υποδηλώνει ότι ορισμένοι παίκτες αντιμετώπισαν μια μικρή δυσκολία στη μάθηση του γνωστικού αντικειμένου.
10. Μόνο 2 μαθητές απάντησαν λάθος στην ερώτηση γνωστικού περιεχομένου. Αυτό υποδηλώνει ότι το παιχνίδι μας έχει επιτύχει τους διδακτικούς στόχους του.

Συνολικά, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το παιχνίδι είναι αξιόπιστο εφόσον είναι συνδεδεμένο με τους διδακτικούς στόχους του. Επίσης είναι φιλικό προς τον χρήστη και ευκολόχρηστο από άτομα με διάφορα επίπεδα εμπειρίας, αλλά ίσως χρειάζεται μια μικρή βελτίωση στην απλοποίηση των κανόνων ή στην παροχή περισσότερης βοήθειας με μεγαλύτερη ακρίβεια για ορισμένους παίκτες, ώστε να προοδεύουν και αυτοί. Επιπλέον, φαίνεται ότι υπήρξαν κάποια προβλήματα στην εκμάθηση και χρήση του συστήματος από μερικούς χρήστες, που μπορεί να σχετίζονται με την ελλιπή πρόσβασή τους σε κατάλληλο εξοπλισμό. Αυτό μπορεί να υποδεικνύει ότι η διδασκαλία και η εκπαίδευση στην τεχνολογία πρέπει να είναι επαρκείς και προσιτές σε όλους τους χρήστες.

11 Συζήτηση

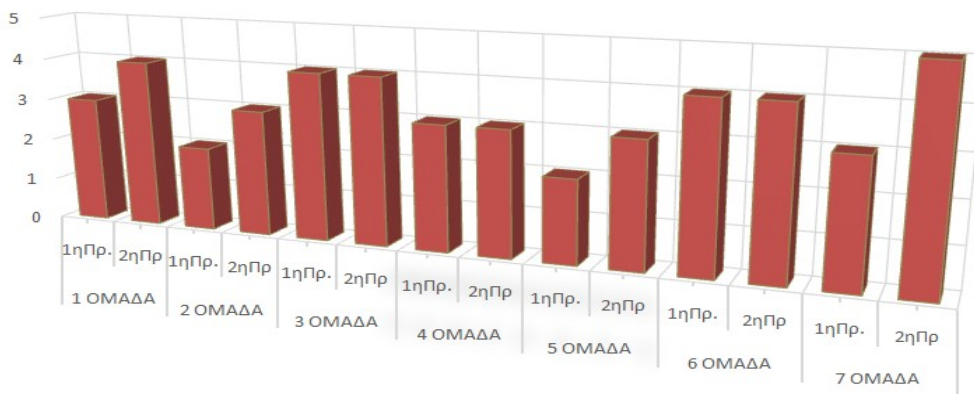
11.1 Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής, το παιχνίδι σοβαρού σκοπού διατέθηκε σε μικρό αριθμό μαθητών. Συγκεκριμένα διατέθηκε σε ομάδες 2 ατόμων σε σύνολο 14 μαθητών στους οποίους δοκιμάστηκε με σαφείς οδηγίες (όπως περιγράφηκαν στην ενότητα 4.4) με 2 επαναλήψεις εκτέλεσης για την κάθε ομάδα. Από τις επαναλήψεις αυτές προέκυψαν διαφορετικά δεδομένα απόδοσης και χρόνου. Στη συνέχεια φαίνεται η επίδοση των μαθητών στα κυκλώματα σε σειρά (Διάγραμμα 2) και στα παράλληλα κυκλώματα (Διάγραμμα 3).

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τις απαντήσεις των μαθητών σε κάθε εκτέλεση του παιχνιδιού τα σκορ με τη μεγαλύτερη συχνότητα που καταγράφηκαν στις 14 τελικές μετρήσεις μας, κυμαίνονται μεταξύ 5 και 7 σωστών απαντήσεων στο σύνολο των 10 ερωτήσεων (Διάγραμμα 4).

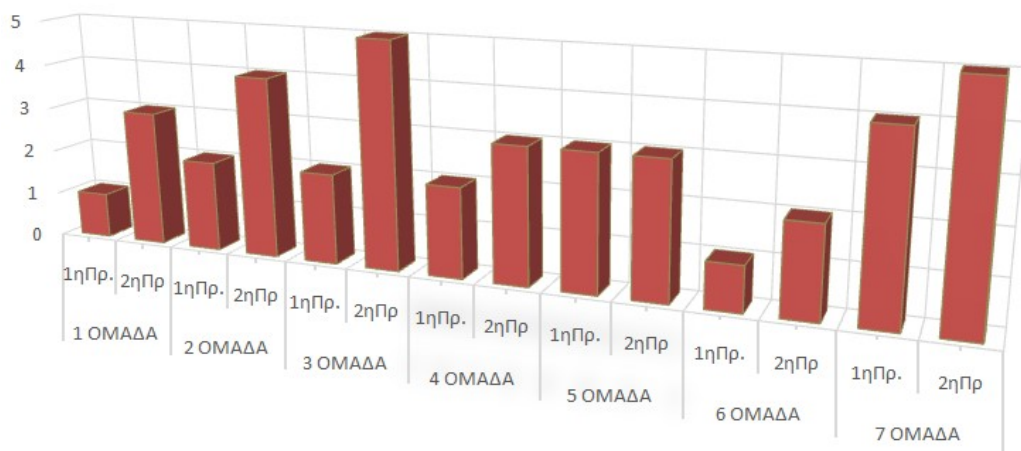
Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι ο «βομβαρδισμός» των μαθητών με ερεθίσματα, μέσω του σοβαρού παιχνιδιού μας, τους επιτρέπει να έχουν επιδόσεις στις τιμές 5-6-7 συχνότερα από ότι στις πιο χαμηλές τιμές. Ταυτόχρονα προκύπτει ότι σε κάθε επανάληψη του παιχνιδιού οι παίκτες παρουσιάζουν μία μικρή βελτίωση σε σχέση με την πρώτη προσπάθεια.

Επίδοση Μαθητών Στο Σειριακό Κύκλωμα

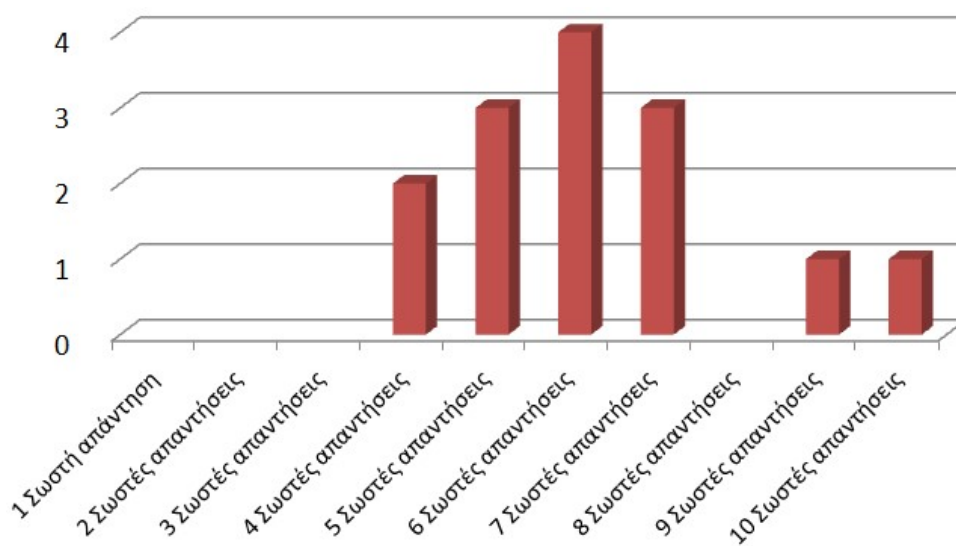


Διάγραμμα 2: Επίδοση μαθητών στο Σειριακό Κύκλωμα

Επίδοση Μαθητών Στο Παράλληλο Κύκλωμα



Διάγραμμα 3: Επίδοση μαθητών στο Παράλληλο Κύκλωμα

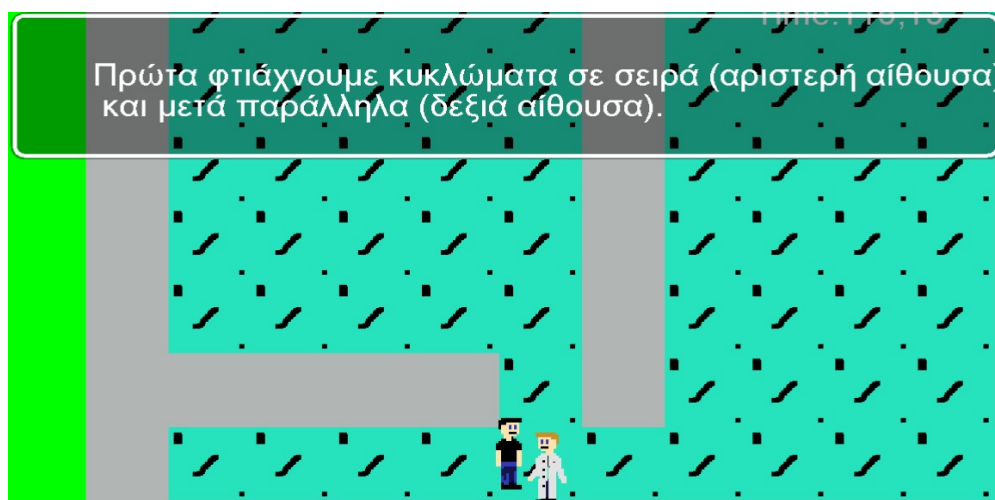


Διάγραμμα 4: Συχνότητα τελικών σκορ στο σύνολο των 14 ομάδων

11.2 Μελλοντικοί στόχοι

Μέσα στο παιχνίδι φαίνεται να επιτυγχάνεται ένα μεγάλο κομμάτι των στόχων μας που αφορούν, κυρίως τη μαθησιακή διαδικασία. Από πλευράς σχεδίασης μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αυτό είναι πλήρες. Πιο συγκεκριμένα μέσα στο παιχνίδι παρουσιάζονται τα διάφορα μέρη κυκλώματος και είναι δυνατή η συσχέτιση πολλών συνδυασμών μέσα στην ίδια συνδεσμολογία. Επίσης, ο παίχτης εξετάζεται ως προς τη γνώση του δύο φορές στο παιχνίδι. Έτσι εμφανίζεται κάποια αλληλοσυσχέτιση της απόδοσής του μέσα στο ίδιο το παιχνίδι. Ωστόσο η πρόσθεση περισσότερων ενισχυτών (π.χ ξεκλείδωμα μιας επιπλέον αίθουσας με περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές) θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της επαναληψιμότητας, ενώ παράλληλα ίσως να είχαμε και τη συλλογή περισσότερων δεδομένων σε σχέση με την επίδοση των παικτών.

Μία ενδιαφέρουσα οπτική που μελετήθηκε σε επίπεδο κώδικα, είναι η εισαγωγή ενός συστήματος συμβουλευτικής καθοδήγησης μέσα στο παιχνίδι από τον επιστήμονα όταν ο παίκτης κάνει κάποιο λάθος (Εικόνα 21). Με αυτό τον τρόπο το παιχνίδι θα γινόταν πιο ρεαλιστικό αν οι κινήσεις και οι επιδόσεις του παίκτη επηρέαζαν την ομιλία του επιστήμονα κάθε φορά που γινόταν κάποιο λάθος.



Εικόνα 21: Επεξήγηση λάθους στον παίκτη ως προς την επιλογή της αίθουσας

Η φάση αυτή αντιστοιχεί στη φάση της αυτορρύθμισης. Κατά την αυτορρύθμιση οι μαθητές θα εφαρμόζαν τις ικανότητές τους σε νέες διαφορετικές καταστάσεις που είναι μεν σχετικές με το αρχικό σχέδιο, αλλά θα οδηγούσαν σε νέους προβληματισμούς.

Κλείνοντας χρειάζεται να τονιστεί ότι στις μέρες μας η αναβάθμιση του εκπαιδευτικού έργου και των μέσων διδασκαλίας των φυσικών επιστημών είναι μία πρόκληση. Το ζήτημα αυτό αφορά τόσο την πολιτεία που ζητά βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όσο και το ίδιο το εκπαιδευτικό προσωπικό. Η βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι ένας σημαντικός στόχος για το εκπαιδευτικό προσωπικό, καθώς αποτελεί το θεμέλιο της ποιότητας της εκπαίδευσης που παρέχεται στους μαθητές. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους το εκπαιδευτικό προσωπικό μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ορισμένες ιδέες περιλαμβάνουν:

Επαγγελματική ανάπτυξη: Το εκπαιδευτικό προσωπικό μπορεί να επιδιώξει τη συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη παρακολουθώντας σεμινάρια, εργαστήρια και συνέδρια σχετικά με τις πιο πρόσφατες εκπαιδευτικές πρακτικές και ερευνητικά ευρήματα. Αυτό θα ενημερώσει τους εκπαιδευτικούς για νέες μεθόδους διδασκαλίας και θα τους βοηθήσει να εφαρμόσουν καινοτόμες προσεγγίσεις στην τάξη.

Συνεργασία και ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών: Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να συνεργαστούν μεταξύ τους για να ανταλλάξουν ιδέες, εμπειρίες και βέλτιστες πρακτικές. Μπορούν να δημιουργήσουν ομάδες συζήτησης, να παρακολουθήσουν κοινά μαθήματα ή να οργανώσουν εργαστήρια για να μοιραστούν τις βέλτιστες πρακτικές τους.

Ανασκόπηση και αξιολόγηση: Το εκπαιδευτικό προσωπικό μπορεί να αξιολογεί την εκπαιδευτική διαδικασία που ακολουθεί σε τακτική βάση. Μέσω αυτής της αξιολόγησης, μπορούν να αναγνωρίσουν τους τομείς που χρειάζονται βελτίωση και να επικεντρωθούν σε αυτές.

Χρήση τεχνολογίας: Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διαδικασία διδασκαλίας μπορεί δημιουργήσει πιο δυναμικά μαθησιακά περιβάλλοντα. Το εκπαιδευτικό προσωπικό μπορεί να αξιοποιήσει διάφορες τεχνολογικά εργαλεία, όπως διαδραστικούς πίνακες, εκπαιδευτικές εφαρμογές, πολυμέσα και διαδικτυακούς πόρους για να ενισχύσει την αλληλεπίδραση και την διδακτική εμπειρία των μαθητών. Αυτές οι προσεγγίσεις ενθαρρύνουν τους μαθητές να αναλάβουν ενεργό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία και να αναπτύξουν τις δεξιότητες τους μέσω εμπλοκής και συνεργασίας.

Συνολικά, η βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας απαιτεί συνεχή προσπάθεια από το εκπαιδευτικό προσωπικό και κατανόηση όλου του θεωρητικού υποβάθρου. Με τη συνεχή αναβάθμιση των δεξιοτήτων τους, τη συνεργασία και την προσαρμογή στις ανάγκες των μαθητών, το εκπαιδευτικό προσωπικό μπορεί να δημιουργήσει ένα δυναμικό και ενθαρρυντικό μαθησιακό περιβάλλον που προωθεί περισσότερο την απόκτηση γνώσεων.

Βιβλιογραφία

- [1] L. Sanga Lamsari Purba, E. Sormin, N. Harefa, and S. Sumiyati, “Effectiveness of use of online games kahoot! chemical to improve student learning motivation,” *J. Pendidik. Kim.*, vol. 11, no. 2, pp. 57–66, 2019, doi: 10.24114/jpkim.v11i2.14463.
- [2] K. K. Fan, P. wei Xiao, and C. H. Su, “The effects of learning styles and meaningful learning on the learning achievement of gamification health education curriculum,” *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 11, no. 5, pp. 1211–1229, 2015, doi: 10.12973/eurasia.2015.1413a.
- [3] M. Filsecker and D. T. Hickey, “A multilevel analysis of the effects of external rewards on elementary students’ motivation, engagement and learning in an educational game,” *Comput. Educ.*, vol. 75, pp. 136–148, 2014, doi: 10.1016/j.compedu.2014.02.008.
- [4] M. Dzikovska, N. Steinhauser, E. Farrow, J. Moore, and G. Campbell, “BEETLE II: Deep natural language understanding and automatic feedback generation for intelligent tutoring in basic electricity and electronics,” *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, vol. 24, no. 3, pp. 284–332, 2014, doi: 10.1007/s40593-014-0017-9.
- [5] G. Falloon, “Using simulations to teach young students science concepts: An Experiential Learning theoretical analysis,” *Comput. Educ.*, vol. 135, no. March, pp. 138–159, 2019, doi: 10.1016/j.compedu.2019.03.001.
- [6] M. V. Schneider and R. C. Jimenez, “Teaching the Fundamentals of Biological Data Integration Using Classroom Games,” *PLoS Comput. Biol.*, vol. 8, no. 12, pp. 1–8, 2012, doi: 10.1371/journal.pcbi.1002789.
- [7] J. C. Woo, “Digital game-based learning supports student motivation, cognitive success, and performance outcomes,” *Educ. Technol. Soc.*, vol. 17, no. 3, pp. 291–307, 2014.
- [8] M. Ullah *et al.*, “Serious Games in Science Education. A Systematic Literature Review,” *Virtual Real. Intell. Hardw.*, vol. 4, no. 3, pp. 189–209, 2022, doi: 10.1016/j.vrih.2022.02.001.
- [9] E. A. Schoneveld, A. Wols, A. Lichtwarck-Aschoff, R. Otten, and I. Granic, “Mental Health Outcomes of an Applied Game for Children with Elevated Anxiety Symptoms: A Randomized Controlled Non-inferiority Trial,” *J. Child Fam. Stud.*, vol. 29, no. 8, pp. 2169–2185, 2020, doi: 10.1007/s10826-020-01728-y.

- [10] Claire Carrington; Dr. Christopher Ingraham, “Blasting at Mastery: Math Blaster! as a Media Instrument,” *Raleigh, North Carolina*, pp. 8–25, 2018. doi: 1840.20 35199.
- [11] E. Ottmar, D. Landy, and R. L. Goldstone, “Teaching the Perceptual Structure of Algebraic Expressions: Preliminary Findings from the Pushing Symbols Intervention,” *Build. Bridg. Across Cogn. Sci. Around World - Proc. 34th Annu. Meet. Cogn. Sci. Soc. CogSci 2012*, pp. 2156–2161, 2012.
- [12] E. Brooks and J. Sjöberg, *Evolving Playful and Creative Activities When School Children Develop Game-Based Designs*, vol. 265. 2019. doi: 10.1007/978-3-030-06134-0_51.
- [13] H. Tsalapatas, S. Kourias, and O. Heidmann, “LanguageGames: Serious Games for Fostering Multilingualism in Early Childhood Education Development of Methodological Learning Frameworks for Fostering Multilingualism in Early Childhood Education taking into account Learning Requirements,” *Comm. Staff Work. Doc. SEC*, vol. 11, pp. 36–45, 2016.
- [14] A. Androussou, E. Kourti, and N. Askouni, “‘The Chest that longs to be moved’: A serious game for the greek Muslim minority children,” *7th Eur. Conf. Games Based Learn. ECGBL 2013*, vol. 1, pp. 27–34, 2013.
- [15] D. Bar-El and K. E. Ringland, “Crafting Game-Based Learning: An Analysis of Lessons for Minecraft Education Edition,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, no. September, 2020, doi: 10.1145/3402942.3409788.
- [16] M. C. Ramos-Vega, V. M. Palma-Morales, D. Pérez-Marín, and J. M. Moguerza, “Stimulating children’s engagement with an educational serious videogame using Lean UX co-design,” *Entertain. Comput.*, vol. 38, 2021, doi: 10.1016/j.entcom.2021.100405.
- [17] R. Damaševičius, R. Maskeliūnas, and T. Blažauskas, “Serious Games and Gamification in Healthcare: A Meta-Review,” *Inf.*, vol. 14, no. 2, 2023, doi: 10.3390/info14020105.
- [18] K. Fleming *et al.*, “The use of serious games in engaging stakeholders for disaster risk reduction, management and climate change adaption information elicitation,” *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 49, no. February, p. 101669, 2020, doi: 10.1016/j.ijdr.2020.101669.
- [19] L. van Peppen, T. J. E. Faber, V. Erasmus, and M. E. W. Dankbaar, “Teamwork Training With a Multiplayer Game in Health Care: Content Analysis of the Teamwork Principles

- Applied,” *JMIR Serious Games*, vol. 10, no. 4, 2022, doi: 10.2196/38009.
- [20] C. Hoebbel, T. Bauerle, B. Macdonald, and L. Mallett, “Assessing the Effects of Virtual Emergency Training on Mine Rescue Team Efficacy,” *Interservice/Industry Training, Simulation, Educ. Conf. 2015*, no. 15119, pp. 1–11, 2015, [Online]. Available: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/ateov.pdf>
- [21] I. A. Ramírez-Granizo, J. L. Ubago-Jiménez, G. González-Valero, P. Puertas-Molero, and S. S. Román-Mata, “The effect of physical activity and the use of active video games: Exergames in children and adolescents: A systematic review,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 12, pp. 1–10, 2020, doi: 10.3390/ijerph17124243.
- [22] B. A. Foss, O. K. Solbjørg, T. I. Eikaas, and F. Jakobsen, “GAME PLAY IN VOCATIONAL TRAINING AND ENGINEERING EDUCATION,” *Soc. Res. (New York)*.
- [23] M. A. Sousa Lima *et al.*, “Game-Based Application for Helping Students Review Chemical Nomenclature in a Fun Way,” *J. Chem. Educ.*, vol. 96, no. 4, pp. 801–805, 2019, doi: 10.1021/acs.jchemed.8b00540.
- [24] Hew Khe Foon & Lee Chui Ki, *Shaping the Future of Education, Communication and Technology*. Technological and Higher Education Institute of Hong Kong, 2019. doi: 10.1007/978-981-13-6681-9.
- [25] M. P. Jacob Habgood and S. E. Ainsworth, *Motivating children to learn effectively: Exploring the value of intrinsic integration in educational games*, vol. 20, no. 2. 2011. doi: 10.1080/10508406.2010.508029.
- [26] S. C. Gurbuz and M. Celik, “Serious games in future skills development: A systematic review of the design approaches,” *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 30, no. 5, pp. 1591–1612, 2022, doi: 10.1002/cae.22557.
- [27] W. Westera, “Why and How Serious Games can Become Far More Effective: Accommodating Productive Learning Experiences, Learner Motivation and the Monitoring of Learning Gains,” *Educ. Technol. Soc.*, vol. 22, no. 1, pp. 59–69, 2019.
- [28] Á. Serrano-Laguna, B. Manero, M. Freire, and B. Fernández-Manjón, “A methodology for assessing the effectiveness of serious games and for inferring player learning outcomes,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 77, no. 2, pp. 2849–2871, 2018, doi: 10.1007/s11042-017-

4467-6.

- [29] J. Baker, “Designing Immersive Serious Games,” no. June, 2017, [Online]. Available: <https://eprints.soton.ac.uk/419472/>
- [30] C. Obikwelu and J. C. Read, “The serious game constructivist framework for children’s learning,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 15, pp. 32–37, 2012, doi: 10.1016/j.procs.2012.10.055.
- [31] I. Zairi, M. Ben Dhiab, K. Mzoughi, I. Ben Mrad, and S. Kraiem, “Assessing medical student satisfaction and interest with a serious game,” *Tunisie Medicale*, vol. 99, no. 11, pp. 1030–1035, 2021.
- [32] M. C. S. Manzanares, S. R. Arribas, C. P. Aguilar, and M. Á. Queiruga-Dios, “Effectiveness of self-regulation and serious games for learning stem knowledge in primary education,” *Psicothema*, vol. 32, no. 4, pp. 516–524, 2020, doi: 10.7334/psicothema2020.30.
- [33] B. Schmitz, R. Klemke, and M. Specht, “A Learning Outcome-Oriented Approach towards Classifying Pervasive Games for Learning using Game Design Patterns and Contextual Information,” *Int. J. Mob. Blended Learn.*, vol. 5, no. 4, pp. 59–71, Oct. 2013, doi: 10.4018/ijmbl.2013100104.
- [34] M. Guenaga, A. Eguiluz, A. Rayon, A. Nunez, and E. Quevedo, “A serious game to develop and assess teamwork competency,” *2014 Int. Symp. Comput. Educ. SIIE 2014*, no. January 2020, pp. 183–188, 2014, doi: 10.1109/SIIE.2014.7017727.
- [35] V. Wendel, M. Gutjahr, S. Göbel, and R. Steinmetz, “Designing collaborative multiplayer serious games: Escape from Wilson Island-A multiplayer 3D serious game for collaborative learning in teams,” *Educ. Inf. Technol.*, vol. 18, no. 2, pp. 287–308, 2013, doi: 10.1007/s10639-012-9244-6.
- [36] D. A. Sternberg, K. Ballard, J. L. Hardy, B. Katz, P. M. Doraiswamy, and M. Scanlon, “The largest human cognitive performance dataset reveals insights into the effects of lifestyle factors and aging,” *Front. Hum. Neurosci.*, vol. 7, no. JUN, pp. 1–10, 2013, doi: 10.3389/fnhum.2013.00292.
- [37] M. N. A. van der Kuil, J. M. A. Visser-Meily, A. W. M. Evers, and I. J. M. van der Ham, “A usability study of a serious game in cognitive rehabilitation: A compensatory

- navigation training in acquired brain injury patients,” *Front. Psychol.*, vol. 9, no. JUN, pp. 1–12, 2018, doi: 10.3389/fpsyg.2018.00846.
- [38] C. Obikwelu, J. Read, and G. Sim, “Children’s problem-solving in serious games: The ‘Fine-Tuning System (FTS)’ elaborated,” *Electron. J. e-Learning*, vol. 11, no. 1, pp. 49–60, 2013.
- [39] W. Schulz, “A CONSTRUCTIVIST APPROACH TO SECONDARY SCHOOL SCIENCE EXPERIMENTS,” *Res. Sci. Educ.*, vol. 24, pp. 295–303, 1994.
- [40] R. Osborne, “Towards Modifying Children’s Ideas about Electric Current,” *Res. Sci. Technol. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 73–82, 1983, doi: 10.1080/0263514830010108.
- [41] R. E. Mayer, “Should There Be a Three-Strikes Rule against Pure Discovery Learning? The Case for Guided Methods of Instruction,” *Am. Psychol.*, vol. 59, no. 1, pp. 14–19, 2004, doi: 10.1037/0003-066X.59.1.14.
- [42] F. G. M. Silva, “Practical methodology for the design of educational serious games,” *Inf.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–13, 2020, doi: 10.3390/info11010014.
- [43] B. W. Yang, J. Razo, and A. M. Persky, “Using testing as a learning tool,” *Am. J. Pharm. Educ.*, vol. 83, no. 9, pp. 1862–1872, 2019, doi: 10.5688/ajpe7324.
- [44] A. P. Simes and A. De Moraes, “The ergonomic evaluation of a virtual learning environment usability,” *Work*, vol. 41, no. SUPPL.1, pp. 1140–1144, 2012, doi: 10.3233/WOR-2012-0293-1140.

Παραρτήματα

Παράρτημα Α': Ερωτηματολόγιο

Ερώτημα 1

Θα ήθελες να χρησιμοποιήσεις το παιχνίδι ξανά;

Ερώτημα 2

Ήταν το παιχνίδι αδικαιολόγητα περίπλοκο;

Ερώτημα 3

Ήταν το παιχνίδι εύκολο στη χρήση;

Ερώτημα 4

Νόμιζες ότι θα χρειαστείς βοήθεια από κάποιον για να ολοκληρώσεις το παιχνίδι;

Ερώτημα 5

Ήταν οι λειτουργίες του παιχνιδιού καλά οργανωμένες;

Ερώτημα 6

Σκέφτηκες ότι υπήρχε μεγάλη ασυνέπεια στο σύστημα του παιχνιδιού;

Ερώτημα 7

Θα μπορούσαν οι περισσότεροι συμμαθητές σου να παίξουν το παιχνίδι πολύ εύκολα και γρήγορα;

Ερώτημα 8

Ήταν το παιχνίδι πολύ περίπλοκο στη χρήση του;

Ερώτημα 9

Χρειάστηκε να μάθεις πολλά πράγματα από τη θεωρία για να ξεκινήσεις το παιχνίδι;

Ερώτημα 10

Δυο αντιστάσεις που διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα είναι συνδεδεμένες παράλληλα;

Παράρτημα Β': Κώδικας Παιχνιδιού

```
package main;
import javax.swing.JFrame;
public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        JFrame window = new JFrame(); // δημιουργείται ένα κενό JFrame παράθυρο

        window.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        window.setResizable(false);
        window.setTitle("Serious game in Physics");

        GamePanel gamePanel = new GamePanel(); //δημιουργεί ένα νέο αντικείμενο
                                                //GamePanel με όνομα "gamePanel"

        window.add(gamePanel); //προσθέτει το αντικείμενο gamePanel
                                //που είναι το JFrame που δημιουργήθηκε
                                //προηγουμένως.

        window.pack(); //Κατά την εκτέλεση της μεθόδου pack(), το JFrame
                      //υπολογίζει αυτόματα το μέγεθος του βάσει
                      //των διαστάσεων των στοιχείων που περιέχει,
                      //όπως κουμπιά, ετικέτες, πεδία κειμένου .

        window.setLocationRelativeTo(null); //Τοποθετεί το JFrame με όνομα "window" στην
                                             //κεντρική θέση της οθόνης.

        window.setVisible(true);

        gamePanel.setupGame();
        gamePanel.startGameThread(); //Ξεκινά έναν χρονισμένο νήμα (thread) που
                                     //εκτελεί τη λογική του παιχνιδιού,
                                     //επιτρέποντας έτσι την ανανέωση της
                                     //κατάστασης του παιχνιδιού σε τακτά
                                     //διαστήματα.

    }

}
```

```

package main;

import java.awt.Color;
import java.awt.Dimension;
import java.awt.Graphics;
import java.awt.Graphics2D;
import javax.swing.JPanel;
import entity.Entity;
import entity.Player;
import object.CircuitObject;
import tile.TileManager;

public class GamePanel extends JPanel implements Runnable{
    //Η GamePanel κληρονομεί την
    //JPanel και υλοποιεί τη
    //διεπαφή (interface) Runnable.

    //Παράμετροι Ρυθμίσεων Οθόνης
    final int originalTileSize = 32;
    final int scale = 3;

    // το μέγεθος των πλακιδίων καθορίζεται από τη μεταβλητή tileSize και θεωρείται σταθερό κατά τη
    //διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος.
    public final int tileSize = originalTileSize * scale; //48x48 tiles
    public final int maxScreenCol = 16;
    public final int maxScreenRow = 13;
    public final int screenWidth = tileSize * maxScreenCol; //768 pixels
    public final int screenHeight = tileSize * maxScreenRow; //576 pixels

    //ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΧΑΡΤΗ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ
    public final int maxWorldCol = 16;
    public final int maxWorldRow = 14;
    public final int worldWidth = tileSize * maxWorldCol;
    public final int worldHeight = tileSize * maxWorldRow;

    // Καρέ ανά δευτερόλεπτο.
    int FPS = 60;

    TileManager tileM = new TileManager(this); //νέο αντικείμενο της κλάσης TileManager θα
    //δημιουργηθεί και θα αποθηκευθεί στη μεταβλητή
    //tileM.

```

```

// Επιτρέπουμε στην κλάση TileManager να έχει
//πρόσβαση σε μέλη και μεθόδους της κλάσης
//GamePanel, όπως τη μεταβλητή gr που αναθέτει το
//τρέχον αντικείμενο της κλάσης GamePanel στη
//μεταβλητή gr της κλάσης TileManager.

public KeyHandler keyH = new KeyHandler(this);//επιτρέπεται η αλληλεπίδραση του
//αντικειμένου KeyHandler με
//το αντικείμενο GamePanel και
//η πρόσβαση σε μεταβλητές και
// μεθόδους του.

//System
public CollisionChecker cChecker = new CollisionChecker(this);
public AssetSetter aSetter = new AssetSetter(this);
public UI ui = new UI(this);
Thread gameThread;

//Entity and Object
public Player player =new Player(this,keyH);// δημιουργείται ένα νέο αντικείμενο της
//κλάσης Player και το αποθηκεύει στη μεταβλητή
//player τύπου Player που ορίζεται στην κλάση
//GamePanel. Η εντολή δέχεται δύο παραμέτρους:
//το this, που αναφέρεται στην τρέχουσα οντότητα
//GamePanel και το keyH, που είναι ένα
//αντικείμενο της κλάσης KeyHandler που έχει
//δημιουργηθεί προηγουμένως.

public CircuitObject obj[] = new CircuitObject[10];// δημιουργείται μια μεταβλητή obj που
//είναι δημόσια (public) και τύπου
//CircuitObject[] (πίνακας από
//10 αντικείμενα τύπου CircuitObject)

public Entity professor[] = new Entity[10]; // Δημιουργείται ένας πίνακας με το όνομα professor που
//μπορεί να αποθηκεύσει μέχρι 10 αντικείμενα
//τύπου Entity.

// Τρέχουσα κατάσταση του παιχνιδιού
public int gameState;
public final int playState = 1;
public final int pauseState = 2;
public final int dialogueState = 3;

```

//Κατασκευαστής του περιβάλλοντος όπου εκτελείται ο παιχνίδι

```
public GamePanel(){ // κατασκευαστής (constructor) της κλάσης GamePanel.
    this.setPreferredSize(new Dimension(screenWidth,screenHeight)); //επιθυμητές διαστάσεις.
    this.setBackground(Color.green); // Ορίζεται στο Background το πράσινο χρώμα
    this.addKeyListener(keyH); //Προσθέτει ένα αντικείμενο keyH στο πάνελ με τη μέθοδο
    //addKeyListener().(Ακροατής πληκτρολογίου)
    this.setFocusable(true); // το πάνελ είναι σε θέση να ανταποκριθεί στην εισαγωγή από το πληκτρόγιο
}

public void setupGame() { //Δημιουργία μεθόδου setupGame() που εκτελεί μια ακολουθία ενεργειών.
    aSetter.setObject(); //Καλεί την μέθοδο setObject() της κλάσης AssetSetter μέσω aSetter και τοποθετεί τα
    //αντικείμενα
    aSetter.setProfessor(); //Καλεί την μέθοδο setObject() της κλάσης AssetSetter μέσω aSetter και τοποθετεί τον
    //επιστήμονα
    gameState = playState; //Στη μεταβλητή gameState ανατίθεται η τιμή της σταθεράς playstate για να δηλώσει ότι
    //το παιχνίδι είναι σε κατάσταση play
}

public void startGameThread(){//Δημιουργία μεθόδου startGameThread().
    gameThread = new Thread(this); // νέα έκδοση της κλάσης Thread και την αναθέτει στη μεταβλητή gameThread.
    gameThread.start(); // Ξεκινά την εκτέλεση του gameThread.
}

@Override // η μέθοδος run() που ακολουθεί υπερκαλύπτει την υπερκείμενη μέθοδο
//run() από την διεπαφή Runnable που υλοποιείται από την τρέχουσα
//κλάση.

public void run() {
    double drawInterval = 1000000000/FPS; //ο αριθμός των νανοδευτερολέπτων που πρέπει να περάσουν
    //μεταξύ κάθε ανανέωσης της οθόνης

    double delta = 0 ;
    long lastTime = System.nanoTime(); // δημιουργία μιας μεταβλητής lastTime τύπου long
    // αρχικοποίησή της με την τρέχουσα τιμή του συστήματος για την
    //χρονική στιγμή σε μονάδες νανοδευτερολέπτων.

    long currentTime;
    long timer =0;
    int drawCount = 0;

    while (gameThread != null){ // επαναληπτική δομή (while loop) που εκτελείται όσο η μεταβλητή gameThread δεν είναι null

        currentTime = System.nanoTime(); //τρέχουσα χρονική στιγμή αποθηκεύεται σε νανοδευτερολέπτα στην currentTime

        delta += (currentTime -lastTime)/ drawInterval; // Η μεταβλητή delta αυξάνεται κατά τη διαφορά του
```

```

//currentTime από το lastTime, διαιρεμένη με το
//drawInterval. Αυτό χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό
//του χρόνου που έχει περάσει από την τελευταία
//ανανέωση της οθόνης και ελέγχει αν είναι καιρός για την
//επόμενη ανανέωση.

timer += (currentTime -lastTime);
lastTime = currentTime;

    if(delta >= 1) {
        update();    //update() καλείται για να ενημερώσει την κατάσταση του παιχνιδιού.
        repaint();  //Καλείται για να ξανασχεδιαστεί η οθόνη και να εμφανιστούν οι ενημερωμένες
                    //καταστάσεις των αντικειμένων.

        delta--;    //Μειώνεται κατά 1, για να αντιστοιχεί τον υπόλοιπο χρόνο που έχει περάσει από
                    //την τελευταία ανανέωση της οθόνης.

        drawCount++; // Μέτρηση του αριθμού των ανανεώσεων της οθόνης.
    }
    if (timer >= 1000000000) {
        System.out.println("FPS:" + drawCount);
        drawCount =0 ;
        timer = 0 ;
    }
}
}

public void update() { // Η μέθοδος update() αναλαμβάνει να ενημερώσει την κατάσταση του παιχνιδιού.
    if (gameState == playState) {
        player.update();
        for (int i =0; i<professor.length; i++) {
            if(professor[i] != null) {
                professor[i].update();
            }
        }
    }
}

public void paintComponent(Graphics g) {
    super.paintComponent(g);    //Η κλήση super.paintComponent(g) καλεί την αντίστοιχη μέθοδο της JPanel για να
                                //ζωγραφίσει τον εαυτό της.

    Graphics2D g2 = (Graphics2D)g; // Δημιουργία μιας νέα μεταβλητή με την ονομασία g2, η οποία αναφέρεται
                                    //στον ίδιο αντικείμενο γραφικών με το g, αλλά είναι τύπου Graphics2D.

    // TILE

```

```

tileM.draw(g2);

// OBJECT
for (int i = 0; i<obj.length; i++) { //τσεκάρουμε αν υπάρχει αντικείμενο
    if (obj[i] != null) {
        obj[i].draw(g2, this);          //Περνάμε το αντικείμενο g2, το οποίο είναι ένα αντικείμενο τύπου
                                         //Graphics2D, και το this, που αναφέρεται στην τρέχουσα κλάση GamePanel
                                         // ζωγραφίζουμε το αντικείμενο obj[i].
    }
}
//professor
for (int i = 0; i < professor.length; i++) { //τσεκάρουμε αν υπάρχει επιστήμονας
    if (professor[i] != null) {
        professor[i].draw(g2);          //ζωγραφίζουμε
    }
}
//PLAYER
player.draw(g2);                        //ζωγραφίζουμε

//UI
ui.draw(g2);                            //ζωγραφίζουμε το user interface
g2.dispose();                           // απελευθερώνουμε πόρους του συστήματος όπως μνήμη και buffers..
}

public void paintComponent1(Graphics q) {
    super.paintComponent(q);
}
}

```

```

import java.awt.Graphics2D;
import java.awt.Rectangle;
import java.awt.image.BufferedImage;
import java.io.BufferedReader;
import java.io.DataInputStream;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStreamReader;
import java.io.Reader;

import javax.imageio.ImageIO;
import javax.swing.JFrame;

import main.GamePanel;
import main.KeyHandler;
import main.UtilityTool;

public class Player extends Entity { //Η κλάση Player κληρονομεί τα χαρακτηριστικά της
                                     //από την κλάση Entity

    KeyHandler keyH;
    public final int screenX;
    public final int screenY;
    public int hasResistor;
    public int hasBattery;

    int counter2 = 0;

    public Player(GamePanel gp, KeyHandler keyH) {
        super(gp);

        this.keyH = keyH;

screenX = gp.screenWidth/2 -(gp.tileSize/2); // θέση του παίκτη στον οριζόντιο άξονα
                                                //ώστε να είναι κεντραρισμένος στο
                                                //παράθυρο του παιχνιδιού.
screenY = gp.screenHeight/2-(gp.tileSize/2); // θέση του παίκτη στον κατακόρυφο άξονα
                                                //ώστε να είναι κεντραρισμένος στο

```

//παράθυρο του παιχνιδιού.

```
solidArea = new Rectangle();//Δημιουργία ορθογωνίου
solidArea.x=22;    //22 pixel οριζόντια
solidArea.y=44;    //44 pixel καθετα
solidAreaDefaultX = solidArea.x; //recording default values σε περίπτωση που
αυτές αλλάζουν
solidAreaDefaultY = solidArea.y;

solidArea.width =32;//αναπαριστάνει τον πλάτος ορθογωνίου που καταλαμβάνει ο
player
solidArea.height=32; // αναπαριστάνει τον ύψος ορθογωνίου που καταλαμβάνει ο
player
setDefaultValues();// ορίζεται η αρχική θέση του Player
getPlayerImage();
}

public void setDefaultValues() {
worldX = gp.tileSize*8;    // ορίζεται η αρχική θέση του παίκτη στον άξονα X του παιχνιδιού.
worldY = gp.tileSize*2;    // ορίζεται η αρχική θέση του παίκτη στον άξονα Y του παιχνιδιού.
speed = 4;
direction = "down"; //ο παίκτης αρχικά κινείται προς τα κάτω.
}

//Η μέθοδος setup() βρίσκεται στην κλάση Entity και χρησιμοποιείται για τη φόρτωση και κλιμάκωση των
εικόνων.
public void getPlayerImage() {
    down1 =setup("/player/down_1");//καλείται η μέθοδος setup() και αναθέτει την
    down2 = setup("/player/down_2");//επιστρεφόμενη τιμή στις μεταβλητές
    down3 = setup("/player/down_3");// down1,down2... φόρτωση των αντίστοιχων
    left1 = setup("/player/left_1");// εικόνων /player/down_1.png.
    left2 = setup("/player/left_2");
    left3 = setup("/player/left_3");
    right1 = setup("/player/right_1");
    right2 = setup("/player/right_2");
    right3 = setup("/player/right_3");
}
```

```

        up1 = setup("/player/up_1");
        up2 = setup("/player/up_2");
        up3 = setup("/player/up_3");

    }

    public void update() {
        if( keyH.upPressed == true || keyH.downPressed == true || keyH.leftPressed ==
true|| keyH.rightPressed == true ) // ελέγχει αν οποιοδήποτε από τα πλήκτρα up ή down ή
        {
            // left ή right είναι πατημένα.
            if (keyH.upPressed ==true) {
                // Αν κάποιο από αυτά τα πλήκτρα είναι
                direction = "up";
                // πατημένο, τότε ανάλογα ορίζεται η κατεύθυνση
            }
            if (keyH.downPressed ==true) {
                direction = "down";
            }
            if (keyH.leftPressed ==true) {
                direction = "left";
            }
            if (keyH.rightPressed ==true) {
                direction = "right";
            }
        }
        //Έλεγχος σύγκρουσης ή όχι σε πλακίδιο
        //CHECK TILE COLLISION
        collisionOn=false; // αρχικοποιεί τη μεταβλητή collisionOn σε false
        gp.cChecker.checkTile(this); //καλεί τη μέθοδο checkTile του αντικειμένου cChecker
        // Έλεγχος σύγκρουσης ή όχι σε αντικείμενο
        int objIndex = gp.cChecker.checkObject(this, true); // καλούμε την check object και
        //εκχώριση τιμής στην objIndex
        pickupObject(objIndex) ;// καλεί τη μέθοδο pickupObject και περνά την τιμή της μεταβλητής
        // objIndex ως όρισμα.

        // Έλεγχος προσκόλλησης σε επιστήμονα
        int professorIndex = gp.cChecker.checkEntity(this, gp.professor);
        interactProfessor(professorIndex);

        //εαν collision ==false τότε ο παίκτης κινείται
        if (collisionOn ==false) {
            switch(direction) {

```

```

        case"up": worldY -= speed; break;
        case "down": worldY += speed; break;
        case"left": worldX -= speed; break;
        case"right": worldX += speed; break;

    }
}

spriteCounter++; // Αύξηση της spriteCounter κατά μια μονάδα
if(spriteCounter > 10) { // Περιοδική μεταβολή της spriteNum ανάμεσα στις τιμές 1 έως3
    if (spriteNum ==1) { // Αν η spriteNum είναι 1,
        spriteNum =2; // θα γίνει αλλαγή σε 2
    }
    else if (spriteNum ==2) {
        spriteNum =3;
    }
    else if (spriteNum ==3) {
        spriteNum =1;
    }
    spriteCounter = 0;
}
}

// Η μέθοδος pickUpObject κάνει τις ενέργειες ανάλογα με το αντικείμενο που συναντά ο
// Player
public void pickUpObject (int i) {
if (i != 999) { //η μεταβλητή i θα περιέχει τον δείκτη του αντικειμένου που συγκρούστηκε ή την
    String objectName = gp.obj[i].name; //τιμή 999 αν δεν υπάρχει σύγκρουση.
    switch(objectName) {
case "Resistor":
        hasResistor++;
        gp.obj[i] = null;
        gp.ui.showMessage("Αντιστάσεις");
        break;
        case "Battery":

            hasBattery++;

```

```

        gp.obj[i]= null;
        gp.ui.showMessage("Πηγή");

        break;
        case "Series Circuit":
            if (hasResistor > 0 && hasBattery > 0) {
                gp.obj[i] = null;
                gp.ui.showMessage("   Βρες   την   τιμή   της   κόκκινης
αντίστασης");
                //Ανοίγμα της κονσόλας των κυκλωμάτων σε σειρά
                try {
                    Process process = Runtime.getRuntime().exec("java -jar src/apps/seira.jar ");
                    StringBuilder output = new StringBuilder();

                    BufferedReader reader = new BufferedReader(new
InputStreamReader(process.getInputStream()));
                    String line;
                    while ((line = reader.readLine()) !=null) {
                        output.append(line + "\n");
                    }
                    reader.close();
                    gp.ui.showMessage("Συνέχισε στην επόμενη αίθουσα");
                } catch (IOException e) {

                    e.printStackTrace();

                }
                hasResistor--;
                hasResistor--;
                hasResistor--;
                hasBattery--;

                break;
            }
            case "Parallel Circuit":
                if (hasResistor == 0 && hasBattery == 0) {

```

```

gp.obj[i] = null;
gp.ui.showMessageDialog("Βρες την τιμή της κόκκινης αντίστασης");

//Άνοιγμα της κονσόλας των Παράλληλων Κυκλωμάτων
// Η κλάση Process παρέχει μεθόδους για τη δημιουργία, εκτέλεση, διαχείριση και
//αλληλεπίδραση με διεργασίες.
try {
    Process process = Runtime.getRuntime().exec("java -jar
src/apps/parallila.jar ");
    //αποθηκεύει την έξοδο της εκτέλεσης σε ένα StringBuilder με το όνομα output
    StringBuilder output = new StringBuilder();

    BufferedReader reader = new BufferedReader(new
InputStreamReader(process.getInputStream()));
    String line;
    while ((line = reader.readLine()) !=null) {
        output.append(line + "\n");
    }
    gp.ui.showMessageDialog("Βρες την Πόρτα εξόδου");
    reader.close();
} catch (IOException e) {
    e.printStackTrace();
}
break;
}
else {
    gp.ui.showMessageDialog("Χρειάζεσαι εξοπλισμό");
}

}

}

}

// Σε περίπτωση σύγκρουσης με τον επιστήμονα ενεργοποιείται η κατάσταση
// διαλόγου και παροχής οδηγιών
public void interactProfessor(int i) {
    if (i != 999) {

```

```

        if(gp.keyH.enterPressed == true) {
//      gp.gameState = gp.dialogueState;
          gp.professor[i].speak();
        }
      }
}

```

//Η μέθοδος draw αναλαμβάνει να εμφανίσει τον παίκτη με τη σωστή εικόνα ανάλογα με //την κατεύθυνση και τον αριθμό του spriteNum.

```

public void draw(Graphics2D g2) {
    BufferedImage image = null;

    switch(direction) {
    case "up" :
        if (spriteNum == 1) {
            image = up1;
        }
        if (spriteNum == 2) {
            image = up2;
        }
        if (spriteNum == 3) {
            image = up3;
        }
        break;
    case "down" :
        if (spriteNum == 1) {
            image = down1;
        }
        if (spriteNum == 2) {
            image = down2;
        }
        if (spriteNum == 3) {
            image = down3;
        }
        break;
    }
}

```

```

case "left" :
    if (spriteNum == 1) {
        image = left1;
    }
    if (spriteNum == 2) {
        image = left2;
    }
    if (spriteNum == 3) {
        image = left3;
    }
    break;
case "right" :
    if (spriteNum == 1) {
        image = right1;
    }
    if (spriteNum == 2) {
        image = right2;
    }
    if (spriteNum == 3) {
        image = right3;
    }
    break;
}
g2.drawImage(image, screenX, screenY,null);
}
}

```