



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

«Μάθε παιδί μου κώδικα»: Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού.

"Learn my child to code": Design and development of a serious game using three-dimensional virtual worlds for learning fundamental programming concepts

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
της
ΜΙΧΑΗΛΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑΣ
(801)

Επιβλέπων : Νικόλαος Πέλλας

Ιδιότητα :

Καστοριά Μήνας - 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

«Μάθε παιδί μου κώδικα»: Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού.

"Learn my child to code": Design and development of a serious game using three-dimensional virtual worlds for learning fundamental programming concepts

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
της
ΜΙΧΑΗΛΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑΣ
(ΑΕΜ:801)

Επιβλέπων : Πέλλας Νικόλαος

Ιδιότητα :

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την **ημερομηνία εξέτασης**

.....
Ον/μο Μέλους
Ιδιότητα Μέλους

.....
Ον/μο Μέλους
Ιδιότητα Μέλους

.....
Ον/μο Μέλους
Ιδιότητα Μέλους

Καστοριά Μήνας - 2023

Copyright © 2023 – ΜΙΧΑΗΛΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Ως συγγραφέας της παρούσας εργασίας δηλώνω πως η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και δεν περιέχει υλικό από μη αναφερόμενες πηγές.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κ. Νικόλαο Πέλλα για την υπομονή, την εμπιστοσύνη, τις πολύτιμες συμβουλές και την ακούραστη καθοδήγησή του στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω ολόψυχα την οικογένειά μου για τη βοήθειά τους και την ανεκτίμητη υποστήριξή τους ηθικά και οικονομικά καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια έχει κεντρίσει το ερευνητικό ενδιαφέρον η εκμάθηση προγραμματισμού μέσω της χρήσης διαφορετικών εκπαιδευτικών προσεγγίσεων που έρχονται σε αντίθεση με τις μεθόδους της παραδοσιακής εκμάθησης. Η ανάγκη για νέες εκπαιδευτικές μεθόδους προέρχεται κυρίως από τις δυσκολίες στην σύνταξη των προγραμματιστικών γλωσσών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές καθώς και την έλλειψη ικανοτήτων στην επίλυση προβλημάτων.

Μία προσέγγιση εκμάθησης προγραμματισμού είναι η ψηφιακή παιχνοκεντρική μάθηση η οποία χρησιμοποιεί ψηφιακά παιχνίδια ως εργαλεία διδασκαλίας. Μέσω αυτών, οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν ή/και να παίξουν σε έναν εικονικό κόσμο με τον οποίο θα αλληλεπιδρούν με σκοπό την υλοποίηση των στόχων του παιχνιδιού και ταυτόχρονα τις απαιτήσεις της διδακτικής ύλης. Η χρήση περιβαλλόντων οπτικού προγραμματισμού όπως το Scratch, σε συνδυασμό με εικονικούς κόσμους που αναπτύσσονται σε περιβάλλοντα όπως το OpenSim, δημιουργούν το κατάλληλο έδαφος για την εκμάθηση του προγραμματισμού και της υπολογιστικής σκέψης. Η υπολογιστική σκέψη είναι θεμελιώδης δεξιότητα καθώς σχετίζεται με την επίλυση προβλημάτων και την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης που αποτελούν σημαντικές δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα.

Ωστόσο πολύ συχνά, τα εκπαιδευτικά παιχνίδια αποτυγχάνουν να εμβιθίσουν τον μαθητή και να κρατήσουν το ενδιαφέρον του αμείωτο. Βασιζόμενη σε προηγούμενες έρευνες που προτείνουν νέα σχεδιαστικά πλαίσια και οδηγίες, η παρούσα μελέτη αποσκοπεί: α) Στη διερεύνηση του τρόπου διδασκαλίας του προγραμματισμού και των εργαλείων που χρησιμοποιούνται β) Στη διερεύνηση του τρόπου διδασκαλίας των δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης και των εργαλείων που χρησιμοποιούνται γ) Στον σχεδιασμό και ανάπτυξη ενός ψηφιακού παιχνιδιού σοβαρού σκοπού με απώτερο σκοπό την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού μέσω της εφαρμογής υπολογιστικών στρατηγικών για την επίλυση προβλημάτων.

Λέξεις Κλειδιά:

Προγραμματισμός, Υπολογιστική σκέψη, ψηφιακή παιχνοκεντρική μάθηση, Scratch, OpenSim, εικονικοί κόσμοι, παιχνίδια σοβαρού σκοπού

Abstract

Over the past few years, there has been a growing research interest in learning programming through innovative educational approaches that challenge traditional teaching methods, especially when it comes to computational thinking (CT) skills development for younger students. CT covers a wide variety of fundamental skills related to problem-solving and critical thinking, is crucial in the 21st century. The need for new educational methods mainly arises from students' difficulties in grasping the syntactical rules of various programming languages and their poor problem-solving skills. One such approach to learning programming is digital game-based learning approaches, which allow Computer Science teachers to utilize simulation games as teaching tools. In this approach, students can create and/or play in a virtual world where they interact with materials and features to achieve game goals and meet curricular requirements. For instance, the use of visual programming environments, such as Scratch, in conjunction with virtual environments developed in software like OpenSimulator, an open-source three-dimensional (3D) virtual world, can support programming concepts and CT skills development. However, in some cases, educational games may fail to fully engage students and sustain their interest over extended periods. Drawing from previous studies which proposed novel design frameworks and guidelines within game-based learning contexts, the present thesis aims to: a) investigate how programming is taught in high schools, along with any relevant tools that support teaching, b) explore how CT skills are taught in high schools, as well as any relevant tools that support teaching, c) design and develop a 3D simulation game with the objective of teaching fundamental programming concepts through the application of computational strategies for problem-solving.

Key Words:

Programming, computational thinking, digital game-based learning, Scratch, OpenSimulator, virtual worlds, simulation games

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή.....	1
1. Προγραμματισμός και υπολογιστική σκέψη	2
1.1 Επιστήμη των υπολογιστών	2
1.2 Η έννοια του Προγραμματισμού των υπολογιστών	3
1.3 Ο Προγραμματισμός στην Εκπαίδευση.....	4
1.3.1 Διδασκαλία Προγραμματισμού και επιστήμης υπολογιστών στην Ελλάδα	6
1.4 Υπολογιστική Σκέψη	8
1.4.1 Αλγοριθμική Σκέψη	11
1.4.2 Επίλυση Προβλημάτων.....	12
1.4.3 Κριτική σκέψη	14
1.5 Η Υπολογιστική Σκέψη στην Εκπαίδευση	16
2. Ψηφιακά προγραμματιστικά περιβάλλοντα.....	19
2.1 Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού	20
2.1.1 Περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού δύο διαστάσεων	21
2.1.2 Περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού τριών διαστάσεων	22
2.1.3 Εικονικοί κόσμοι τριών διαστάσεων	24
2.2 Ψηφιακή παιχνοκεντρική μάθηση	30
2.2.1 Σχεδιασμός παιχνιδιών.....	33
2.2.2 Flow και GameFlow	35
2.3 Κατηγοριοποίηση παιχνιδιών	37
2.3.1 Παιχνίδια σοβαρού σκοπού	38
2.3.2 Προτεινόμενο σχεδιαστικό πλαίσιο παιχνιδιών σοβαρού σκοπού	41
2.3.3 Παιχνίδια προσομοίωσης.....	45
3. Μεθοδολογία σχεδίασης	46

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

3.1 Εισαγωγή.....	46
3.2 Επισκόπηση του παιχνιδιού “Metacrystal”	47
3.3 Περιβάλλον εικονικού κόσμου	52
3.3.1 Κρύσταλλοι και μέταλλα	52
3.3.2 Εχθρικό περιβάλλον	54
3.4 Πρώτη αποστολή.....	59
3.5 Δεύτερη αποστολή	62
3.6 Τρίτη αποστολή.....	64
3.7 Χρήση του παιχνιδιού «Metacrystal»	68
Συμπεράσματα	70
Βιβλιογραφία	73

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1. Διαδικασία Προγραμματισμού.....	4
Εικόνα 2. Χαρακτηριστικά Υπολογιστικής Σκέψης.....	11
Εικόνα 3. Μοντέλο επίλυσης προβλημάτων.....	13
Εικόνα 4. Περιβάλλον Scratch.....	21
Εικόνα 5. Περιβάλλον Alice.....	22
Εικόνα 6. Περιβάλλον Kodu.....	23
Εικόνα 7. Εικονικός κόσμος Second Life.....	26
Εικόνα 8. Λογισμικό OpenSimulator.....	28
Εικόνα 9. Περιβάλλον Scratch4SL.....	29
Εικόνα 10. Αναπαράσταση του πλαισίου των Pellas & Vosinakis [61].....	43
Εικόνα 11. Οι κρύσταλλοι είναι αόρατοι στο χώρο και επισημαίνονται με κόκκινο στην παρούσα φωτογραφία.....	52
Εικόνα 12. Οι κρύσταλλοι εμφανίζονται με τη σύγκρουση.....	53
Εικόνα 13. Κώδικας κρυστάλλων.....	53
Εικόνα 14. Κώδικας μετάλλου στη γλώσσα LSL.....	54
Εικόνα 15. Εχθρός worm.....	55
Εικόνα 16. Κώδικας κίνησης worm.....	55
Εικόνα 17. Κώδικας συμπεριφοράς worm.....	55
Εικόνα 18. Κώδικας κίνησης insect.....	56
Εικόνα 19. Κώδικας συμπεριφοράς insect.....	56
Εικόνα 20. Εχθρός insect.....	56
Εικόνα 21. Εχθρός alien.....	57
Εικόνα 22. Κώδικας συμπεριφοράς alien.....	57
Εικόνα 23. Διαδραστικές πινακίδες προειδοποίησης.....	57
Εικόνα 24. Κώδικας πινακίδας.....	58
Εικόνα 25. Τοξική λίμνη.....	58
Εικόνα 26. Απότομος βυθός τοξικής λίμνης.....	58
Εικόνα 27. Αόρατα εμπόδια κατά μήκος της λίμνης που επισημαίνονται στην παρούσα εικόνα με κόκκινο.....	59
Εικόνα 28. Κώδικας αόρατων εμποδίων.....	59
Εικόνα 29. Οδηγίες και κανόνες παιχνιδιού.....	59

Εικόνα 30. Πρώτη επαφή με το Ρομπότ-βοηθό.....	60
Εικόνα 31. Κώδικας κίνησης ρομπότ	60
Εικόνα 32. Πόντοι κρυστάλλου εμφανίζονται στο chat	61
Εικόνα 33. Κώδικας ρομπότ που κινείται κυκλικά.....	62
Εικόνα 34. Κώδικας κίνησης ρομπότ σε τετράγωνο	63
Εικόνα 35. Κώδικας ενέργειας ρομπότ.....	63
Εικόνα 36. Χάρτης παιχνιδιού	65
Εικόνα 37. Σημείο αναφοράς (κόκκινος κύλινδρος)	65
Εικόνα 38. Συντεταγμένες κρυστάλλων στο chat.....	66
Εικόνα 39. Συντεταγμένες κρυστάλλου (x,y,z)	66
Εικόνα 40. Επιτυχής μεταφορά συντεταγμένων απο το μηχάνημα εξόρυξης. .66	
Εικόνα 41. Κώδικας τρίτης αποστολής	67
Εικόνα 42. Συνέχεια κώδικα τρίτης αποστολής.....	67

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1. Διδασκαλία Πληροφορικής Γυμνασίου	6
Πίνακας 2. Πίνακας πρώτης αποστολής	61
Πίνακας 3. Πίνακας δεύτερης αποστολής	63
Πίνακας 4. Πίνακας τρίτης αποστολής	68

Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται οι τρόποι διδασκαλίας του προγραμματισμού και των δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης μέσω της μεθόδου της παιχνοκεντρικής μάθησης και προτείνεται ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού που σχεδιάστηκε για τους σκοπούς της εργασίας.

Η εργασία είναι χωρισμένη σε τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο διεξάγεται η ανάλυση της έννοιας του προγραμματισμού και αναφέρονται όλες οι προκλήσεις που συναντούν οι μαθητές και οι καθηγητές κατά την παραδοσιακή μάθηση στο εξωτερικό αλλά και στην Ελλάδα. Ακόμη, γίνεται των ορισμών της υπολογιστικής σκέψης και αναφέρεται με ποιους τρόπους ενσωματώνεται η εκμάθησή της στα σχολεία καθώς και ποια είναι τα εμπόδια που συναντώνται.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται από αρχάριους αλλά και μαθητές με ελάχιστες γνώσεις προγραμματισμού για την εκμάθηση προγραμματισμού μέσω της χρήσης υπολογιστικών στρατηγικών. Επιπλέον, γίνεται αναφορά και ανάλυση των χαρακτηριστικών του «Flow», μιας κατάστασης βαθιάς απορρόφησης του παίκτη που είναι χαρακτηριστική των εμπειριών των παιχνοκεντρικών. Στη συνέχεια εισάγεται ο όρος της ψηφιακής παιχνοκεντρικής μάθησης όπου οι μαθητές λαμβάνουν γνώση παίζοντας ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια και γίνεται εκτενής ανάλυση των παιχνοκεντρικών σοβαρού σκοπού και των προσομοιώσεων.

Στο τρίτο κεφάλαιο συγκεντρώνοντας όλα τα στοιχεία και τα προβλήματα που αναδείχθηκαν στο πρώτο και δεύτερο κεφάλαιο, αναλύονται η μέθοδος και το σκεπτικό σχεδίασης ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού και συγκεκριμένα ενός παιχνιδιού προσομοίωσης με χαρακτηριστικά role-play. Το παιχνίδι προσομοίωσης δημιουργήθηκε για μαθητές γυμνασίου και στοχεύει στην εκμάθηση και εφαρμογή βασικών εννοιών του προγραμματισμού μέσα από ένα ευχάριστο γραφικό περιβάλλον όπου επιδιώκεται η διατήρηση του ενδιαφέροντος του μαθητή και η ενθάρρυνση της επίτευξης των εκπαιδευτικών στόχων του παιχνιδιού.

Τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα της εργασίας και κάποιες προτάσεις για τη μελλοντική επέκταση της εργασίας.

1. Προγραμματισμός και υπολογιστική σκέψη

1.1 Επιστήμη των υπολογιστών

Στη σημερινή κοινωνία, ο ρυθμός διάδοσης της πληροφορίας αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς. Η ψηφιακή εποχή έχει θεσπίσει αντίγραφα του φυσικού κόσμου και έχει αναπτύξει αυτοσυντηρούμενους ψηφιακούς κόσμους. Τα βήματα που θεμελιώθηκαν προς αυτήν την κατεύθυνση δεν θα ήταν δυνατά χωρίς την επιστήμη που αναπαριστά και διαχειρίζεται δεδομένα από τη φυσική στην ψηφιακή μορφή της. Η επιστήμη των υπολογιστών αφορά στη μελέτη των υπολογιστών, τη θεωρία, τον σχεδιασμό και την υλοποίηση λογισμικού και υλισμικού, καθώς και τον αντίκτυπό τους στην κοινωνία [1].

Βασικό θεμέλιο της επιστήμης αυτής είναι η έννοια του υπολογισμού που συμπεριλαμβάνει την επεξεργασία δεδομένων και πληροφοριών χρησιμοποιώντας αλγόριθμους. Οι αλγόριθμοι είναι μία σειρά από βήματα τα οποία ακολουθεί ένας υπολογιστής για να λύσει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα [2, 3].

Πράγματι, η ανάπτυξη σειριακών αλγορίθμων συνετέλεσε στις ταχύτατες τεχνολογικές εξελίξεις, καθώς συνεισέφερε στην αυτοματοποίηση υπολογισμών σε μικρό χρονικό διάστημα. Άμεσα οφέλη της αυτοματοποίησης είναι η αύξηση της παραγωγικότητας και της αποτελεσματικότητας σε διάφορες βιομηχανίες [4]. Επιπλέον, η επιστήμη υπολογιστών έχει διευκολύνει την επικοινωνία μέσω του διαδικτύου και άλλων τεχνολογιών [5], καθώς και τη διεύρυνση των επαγγελματικών κλάδων και ευκαιριών.

Η έκθεση στην τεχνολογία ξεκινά από νεαρά ηλικία επομένως, η σημαντικότητά της επιστήμης των υπολογιστών δεν περιορίζεται σε όσους επιδιώκουν καριέρα σε συναφείς κλάδους αλλά σε όλους όσους είναι μέλη της σύγχρονης κοινωνίας [6, 7]. Για αυτόν τον λόγο, η επιστήμη των υπολογιστών έχει ενσωματωθεί με διάφορες μορφές στα εκπαιδευτικά συστήματα παγκοσμίως επιτρέποντας στους μαθητές να επωφεληθούν από τα γνωστικά εργαλεία που απαιτούνται για την εκμάθησή της. Για παράδειγμα, ο προγραμματισμός, η λογική, και η επίλυση προβλημάτων συνιστούν απαραίτητες δεξιότητες για την επιστήμη των υπολογιστών [8, 9]. Επιπλέον, η επιστήμη υπολογιστών έχει εξελίξει την βιομηχανία της ψυχαγωγίας δίνοντας την δυνατότητα να δημιουργηθούν διαδραστικές και εμπιθυστικές εμπειρίες όπως είναι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια και η ψηφιακή εικονική πραγματικότητα [10].

Παρόλα αυτά, υπάρχει συστηματική διαφωνία μεταξύ των ερευνητών για το εάν η επιστήμη των υπολογιστών είναι «για όλους» [6].

1.2 Η έννοια του Προγραμματισμού των υπολογιστών

Προγραμματισμός υπολογιστών είναι η διαδικασία του σχεδιασμού μίας ακολουθίας βημάτων τα οποία θα εκτελέσει ένας υπολογιστής. Επιπλέον το πρόγραμμα του υπολογιστή ή αλλιώς κώδικας είναι μία ακολουθία από οδηγίες που θα υλοποιήσει ο υπολογιστής [11]. Αυτές οι «οδηγίες» αποτελούνται από ένα σετ χαρακτήρων, συμβόλων και κανόνων που χρησιμοποιούνται από τους προγραμματιστές για να επιλύσουν ένα συγκεκριμένο πρόβλημα οι οποίες ονομάζονται γλώσσες προγραμματισμού [12].

Χρειάζεται μια πληθώρα δεξιοτήτων για να μάθει κανείς πώς να προγραμματίζει, με τις πιο βασικές να είναι η ικανότητα της επίλυσης προβλημάτων και η θεμελιώδης γνώση των μαθηματικών. Η χρήση υπολογιστή, η δημιουργία και η εκτέλεση προγραμμάτων, η διόρθωση των σφαλμάτων που θα εμφανιστούν στον κώδικα, ο τρόπος εκμάθησης και η ενθάρρυνση είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες για τη διαδικασία της εκμάθησης του προγραμματισμού [13].

Σύμφωνα με τους Dale & Weems [11], ο προγραμματισμός μπορεί να διαιρεθεί σε δύο φάσεις εξίσου σημαντικές οι οποίες είναι η φάση της λύσης ενός προβλήματος και η φάση της εκτέλεσης. Η επίλυση προβλημάτων με υπολογιστή προϋποθέτει την ανάπτυξη προγράμματος κατά την οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού. Οι μαθητές για να μπορέσουν να τελειοποιήσουν μία προγραμματιστική γλώσσα πρέπει να ολοκληρώσουν με επιτυχία την κάθε φάση πριν προχωρήσουν στην επόμενη.

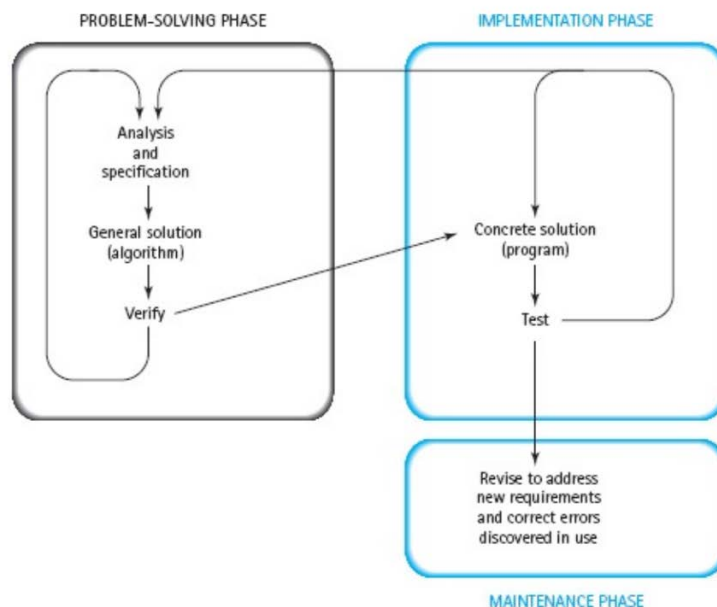
Φάση της λύσης ενός προβλήματος [11]:

1. *Ανάλυση και διασάφηση* (Αντίληψη του προβλήματος και ποιες ενέργειες πρέπει να γίνουν για την επίλυσή του).
2. *Γενική λύση (αλγόριθμος)* (Ανάπτυξη μιας ακολουθίας λογικών βημάτων για την επίλυση του προβλήματος).
3. *Επιβεβαίωση* (Ακολουθία των βημάτων ώστε να επιβεβαιωθεί αν η συγκεκριμένη λύση πράγματι επιλύει το πρόβλημα).

Φάση της Εκτέλεσης ενός προβλήματος:

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

1. *Σαφής λύση* (Μετάφραση του αλγορίθμου σε προγραμματιστική γλώσσα).
2. *Έλεγχος* (Πραγματοποίηση των οδηγιών από τον υπολογιστή και χειροκίνητος έλεγχος των αποτελεσμάτων. Αν βρεθούν λάθη πρέπει να γίνει ανάλυση του προγράμματος και του αλγορίθμου για να εντοπιστεί η πηγή των σφαλμάτων και να γίνουν διορθώσεις).



Εικόνα 1. Διαδικασία Προγραμματισμού

Πηγή: Αντλήθηκε από το βιβλίο των Dale & Weems [11]

Φάση της συντήρησης:

1. *Χρήση* (Χρήση του προγράμματος).
2. *Συντήρηση* (Τροποποίηση του προγράμματος για την ανταπόκριση μεταβαλλόμενων απαιτήσεων ή επιδιόρθωση σφαλμάτων που θα εμφανιστούν κατά τη χρήση του).

Αυτή η σειρά βημάτων είναι η γνωστή ως το “waterfall model” της ανάπτυξης λογισμικού [11].

1.3 Ο Προγραμματισμός στην Εκπαίδευση

Ο προγραμματισμός είναι δύσκολη υπόθεση [13, 14]. Είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί πολλές δεξιότητες [15]. Έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχουν υψηλά ποσοστά εγκατάλειψης αλλά και υψηλά ποσοστά αποτυχίας από τα αρχικά στάδια εκμάθησης του προγραμματισμού [16, 17]. Το 2007 διεξήχθη μία σημαντικά μεγάλη

έρευνα [18] με δεδομένα από 63 πανεπιστήμια και κολέγια ώστε να υπολογιστεί το ποσοστό αποτυχίας της εκπαίδευσης της ΕΥ. Ο μέσος όρος αποτυχίας ήταν στο 33%. Ωστόσο, έπειτα από δώδεκα χρόνια, η ίδια έρευνα διεξήχθη και πάλι με το ποσοστό να πέφτει στο 28% κάτι που σημαίνει βελτίωση σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια [19].

Παρόλα αυτά, μετά από έρευνες που έγιναν σε πανεπιστήμια, παρατηρήθηκε ότι οι φοιτητές συνάντησαν αρκετές δυσκολίες κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης όπως χαμηλού επιπέδου σφάλματα σε κώδικα που δεν μπορεί να εκτελεστεί, δυσκολία στην σύνταξη της προγραμματιστικής γλώσσας [20, 21], παρανόηση σε βασικές έννοιες και δεξιότητες και δυσκολία στο διαχωρισμό των εργασιών του υπολογιστή σε μικρές διεργασίες [22, 14, 23]. Ακόμη, παρατηρήθηκε δυσκολία στην αφομοίωση των θεμάτων καθώς και έλλειψη γνώσης και ικανοτήτων στην επίλυση προβλημάτων που απεδείχθη ότι είναι μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που έχουν να αντιμετωπίσουν οι σπουδαστές [21]. Κάποιες επιπλέον δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι σπουδαστές είναι ότι περνούσαν κατευθείαν στο στάδιο του προγραμματισμού χωρίς να έχει προηγηθεί η εκμάθηση της ανάλυσης και των βημάτων σχεδίασης όπως επίσης το γεγονός ότι για τις εργασίες που δόθηκαν για το σπίτι ήταν απαραίτητη η χρήση εργαστηρίου [24].

Μέσα από έρευνες, παρατηρήθηκαν τα εξής: Οι μαθητές χάνουν το ενδιαφέρον τους όταν υπάρχει απλή παράδοση μαθημάτων αλλά τους διευκολύνουν η πρακτική άσκηση και τα εργαστήρια [22]. Επίσης παρόλο που προτιμούν να μελετούν μόνοι στα εργαστήρια [13], θεωρούν χρήσιμες τις ομαδικές συνεδρίες για ασκήσεις και τυχόν απορίες. Οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα, πράττοντας [14]. Επιπλέον, οι διαδραστικές οπτικοποιήσεις, τα παραδείγματα κώδικα που μπορεί να δείχνει ο καθηγητής, τα εκπαιδευτικά βίντεο στο διαδίκτυο, περιεχόμενα της πλατφόρμας Moodle, ασκήσεις με ερωτήσεις και λύσεις για εξάσκηση και οι εικόνες στις προγραμματιστικές δομές είναι μερικά από τα στοιχεία που βοηθούν τους σπουδαστές να κατανοήσουν καλύτερα τον προγραμματισμό [22, 14].

Βάσει των παραπάνω, ο ρόλος του διδάσκοντα όπως μπορεί κανείς να αντιληφθεί είναι καθοριστικός στην εκμάθηση του Προγραμματισμού. Κάποιες από τις προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει είναι να καταφέρει να εξελίξει τη σκέψη και τις δημιουργικές ικανότητες στους μαθητές του. Παράλληλα οφείλει να τους παρέχει τη γνώση για το χειρισμό ενός υπολογιστή με απόλυτα κατανοητό τρόπο χωρίς να χαθεί το ενδιαφέρον του μαθητή.

Υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης για να μειωθούν ακόμη περισσότερο τα ποσοστά αποτυχίας της εκμάθησης της επιστήμης των υπολογιστών. Το επάγγελμα ενός εκπαιδευτικού προγραμματισμού είναι αρκετά απαιτητικό καθώς προϋποθέτει για εκείνον που το ακολουθεί να είναι πλήρως ενημερωμένος για τις εξελίξεις στον συγκεκριμένο τομέα, τις νέες τεχνικές και μορφές διδασκαλίας.

Με τη βοήθεια πολλών ερευνών καθίστανται πλέον γνωστοί όλοι εκείνοι οι παράγοντες που μπορούν να συμβάλλουν στο να γίνει το μάθημα περισσότερο ενδιαφέρον, διαδραστικό και αποτελεσματικό με στόχο οι νέοι προγραμματιστές να είναι απόλυτα ικανοί και να έχουν όλες τις απαραίτητες δεξιότητες και γνώσεις που απαιτούνται.

1.3.1 Διδασκαλία Προγραμματισμού και επιστήμης υπολογιστών στην Ελλάδα

Η διδασκαλία Πληροφορικής στην Ελλάδα ξεκινάει από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση όπου δεν υπάρχει συγκεκριμένη ύλη για τις τάξεις του Δημοτικού παρά μόνο ένα ολιγοσέλιδο πρόγραμμα¹ σπουδών που χρησιμοποιείται από τις έξι τάξεις του Δημοτικού. Η διδασκαλία πληροφορικής στο Δημοτικό αφορά κυρίως στην εκμάθηση ικανοτήτων και δεξιοτήτων που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές.

Η κατάσταση διαφοροποιείται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, που είναι και η ηλικιακή ομάδα που αφορά την παρούσα πτυχιακή, όπου υπάρχουν βιβλία ξεχωριστά για την κάθε τάξη του Γυμνασίου.

Ο παρακάτω πίνακας αναλύει τα περιεχόμενα διδασκαλίας Πληροφορικής της τρίτης Γυμνασίου, δηλαδή τους γενικούς στόχους και τις ενδεικτικές θεμελιώδεις έννοιες διαθεματικής προσέγγισης.

Πίνακας 1. Διδασκαλία Πληροφορικής Γυμνασίου

Τρίτη γυμνασίου	Άξονες γνωστικού περιεχόμενο	Γενικοί στόχοι (γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες)	Ενδεικτικές Θεμελιώδεις έννοιες Διαθεματικής προσέγγισης
-----------------	------------------------------	---	--

¹ <http://ebooks.edu.gr/ebooks/v2/allcourses.jsp>

	Γνωρίζω τον υπολογιστή ως ενιαίο σύστημα	Γλώσσες προγραμματισμού. Βασικά στάδια επίλυσης προβλήματος με τη χρήση υπολογιστή. Δημιουργία και εκτέλεση προγράμματος.	Πρόβλημα, Λύση Αξιολόγηση, Οργάνωση Διαδοχή, Διάκριση Μεταβολή, Προσαρμογή Επικοινωνία Αλληλεπίδραση
	Χρήση εργαλείων έκφρασης, επικοινωνίας, ανακάλυψης και δημιουργίας	Δημιουργία πολυμεσικής εφαρμογής.	Έκφραση, Αισθητική Αλληλεπίδραση Γραμμικότητα Συνεργασία, Αξιολόγηση
	Ο υπολογιστής στην κοινωνία και στον πολιτισμό	Η επίδραση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην επιστήμη, την τέχνη, τον πολιτισμό, τη γλώσσα, το περιβάλλον, την ποιότητα ζωής κτλ.	Τεχνολογία, Πολιτισμός Ψηφιακός κόσμος Περιβάλλον, Επικοινωνία Αλληλεπίδραση Εργασία, Πρόοδος Αξιοποίηση

Τα δεδομένα του πίνακα 1, έχουν αντληθεί από το διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών πληροφορικής. Στην τρίτη τάξη του Γυμνασίου, ο μαθητής έρχεται σε επαφή με τις βασικές έννοιες του προγραμματισμού, τις γλώσσες προγραμματισμού, την επίλυση προβλημάτων και με τη δημιουργία και εκτέλεση προγράμματος. Η γνώση της πληροφορικής πραγματοποιείται με τέσσερις διαστάσεις: ανάπτυξη γνωστικών δεξιοτήτων, επίλυση προβλημάτων, ανάπτυξη κοινωνικών

δεξιοτήτων και τεχνολογική διάσταση. Ο εκπαιδευτικός βάσει αυτών των πλαισίων καλείται να δημιουργήσει τις δικές του δραστηριότητες χρησιμοποιώντας το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό και εξοπλισμό που εκείνος θα εντοπίσει.

Στην Ελλάδα όπως και σε άλλες χώρες του κόσμου, παρόλο που ξεκινάει η εκπαίδευση της Πληροφορικής από τις μικρές ηλικίες, οι εκπαιδευτικοί πληροφορικής καλούνται να αντιμετωπίσουν πολλές δυσκολίες οι οποίες δυσχεραίνουν το έργο τους. Κάποιες από αυτές είναι η έλλειψη κατάλληλου ψηφιακού, εκπαιδευτικού εξοπλισμού στα σχολεία, ο παλιός εξοπλισμός [25, 26, 27] αλλά και το εκπαιδευτικό υλικό που χρειάζεται τακτική ανανέωση γιατί η τεχνολογία εξελίσσεται με ταχύτατους ρυθμούς. Κάποιοι επιπλέον παράγοντες είναι ο μεγάλος αριθμός των μαθητών στην τάξη [28] και η μη σταθερή σύνδεση δικτύου [26, 27]. Επιπροσθέτως το ωρολόγιο πρόγραμμα προβληματίζει τους εκπαιδευτικούς καθώς πολύ συχνά είναι περιορισμένη ή ανύπαρκτη η διαθεσιμότητα των εργαστηρίων και παράλληλα με τις αργές ταχύτητες του διαδικτύου και των υπολογιστών μειώνεται ακόμη περισσότερο ο χρόνος της διδασκαλίας [29, 27].

Όλα τα παραπάνω είναι ουσιαστικά και πραγματικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν καθημερινά οι εκπαιδευτικοί στις ελληνικές τάξεις και όχι μόνο και είναι κρίσιμης σημασίας η πολιτεία να μεριμνήσει για την αντιμετώπισή τους.

1.4 Υπολογιστική Σκέψη

Στη σημερινή ψηφιακή εποχή όπου υπάρχει ραγδαία τεχνολογική μεταμόρφωση, οι μαθητές πρέπει να έχουν την ικανότητα της κριτικής σκέψης αλλά και να μπορούν να επιλύουν περίπλοκα προβλήματα ώστε να καταφέρουν να θριαμβεύσουν στον τομέα εργασίας τους αλλά και στη ζωή τους [30]. Είναι λοιπόν μεγάλη η χρησιμότητα της εκμάθησης της κριτικής σκέψης και της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων στα σχολεία και μια προσέγγιση που θα βοηθούσε σε αυτό είναι η εκμάθηση και η ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης (ΥΣ).

Η υπολογιστική σκέψη είναι αρκετά παλιά σαν έννοια καθώς χρησιμοποιούνταν κατά τις δεκαετίες 50-60 με τον όρο «Αλγοριθμική Σκέψη» [31, 32].

Επίσημα χρησιμοποιείται σαν όρος για πρώτη φορά στο δοκίμιο της Wing το 2006, όπου περιγράφει την ΥΣ ως μια δεξιότητα η οποία περιλαμβάνει την επίλυση προβλημάτων, τον σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς που βασίζεται στις θεμελιώδεις έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών [33]. Το 2011, συμπληρώνει ότι: «*Η επίλυση ενός προβλήματος συνδέεται άμεσα με την*

υπολογιστική σκέψη που είναι η διαδικασία κατά την οποία ένα πολύπλοκο πρόβλημα, διασπάται σε απλούστερα βήματα τα οποία θα ήταν απολύτως κατανοητά από έναν υπολογιστή και χρησιμοποιεί αλγοριθμική σκέψη για να παράγει λύσεις». [34].

Η υπολογιστική σκέψη αποτελείται από διάφορες έννοιες, στρατηγικές, εφαρμογές και εργαλεία που χρησιμοποιούνται για να επιλυθεί ένα πρόβλημα, αποκτάται με την κατάλληλη εκπαίδευση και δεν είναι έμφυτο ταλέντο [33]. Είναι χρήσιμη για όλους, όχι μόνο για όσους ασχολούνται με την πληροφορική, καθώς είναι μια θεμελιώδης δεξιότητα όπως είναι η γραφή, το διάβασμα και η αριθμητική (3R's) και θα έπρεπε να προστεθεί στην αναλυτική ικανότητα των παιδιών [33, 35]. Η Wing, επισημαίνει επιπλέον τη χρησιμότητα της εισαγωγής της ΥΣ στα σχολεία καθώς η ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση θα βοηθήσει πολύ τα παιδιά να αυξήσουν τις επιδόσεις τους και σε άλλες εργασίες και δραστηριότητες [33].

Ο ορισμός της Wing ήταν κάπως αφηρημένος και το δοκίμιό της ενέπνευσε σε τεράστιο βαθμό την επιστημονική κοινότητα, με πολλούς ερευνητές να προσπαθούν να συντάξουν το δικό τους ορισμό, ενώ μέχρι και σήμερα ο ορισμός της υπολογιστικής σκέψης είναι διαρκώς εξελισσόμενος [36, 37, 31, 8, 38, 39, 40].

Εκτός από την επιστήμη των υπολογιστών, η ΥΣ σχετίζεται με τα μαθηματικά και την επιστήμη (STEM) [41, 42]. Έτσι καθίσταται σημαντική η ανάπτυξη δεξιοτήτων, που χρησιμοποιούνται στους τομείς του STEM, όπως επίλυση προβλημάτων, αφαίρεση, αλγοριθμική σκέψη, δημιουργική σκέψη, λογική σκέψη και αναλυτική σκέψη [8].

Το International Society for Technology in Education (ISTE) και το Computer Science Teachers Association (CSTA), απέδωσαν τον δικό τους ορισμό που σύμφωνα με αυτόν η υπολογιστική σκέψη είναι μία διαδικασία επίλυσης προβλημάτων η οποία περιλαμβάνει τις ακόλουθες δεξιότητες [43]:

- Διατύπωση προβλημάτων με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπεται η χρήση υπολογιστή και άλλων εργαλείων με στόχο να βοηθήσουν στην επίλυσή τους.
- Λογική οργάνωση και ανάλυση δεδομένων.
- Αναπαράσταση δεδομένων μέσω αφαιρέσεων με μοντελοποίηση και προσομοιώσεις.
- Αυτοματοποίηση λύσεων μέσω της αλγοριθμικής σκέψης (βήματα τοποθετημένα σε κάποια σειρά).
- Αναγνώριση, ανάλυση και εφαρμογή πιθανών λύσεων για την πραγματοποίηση του πιο αποδοτικού και αποτελεσματικού συνδυασμού βημάτων και πόρων.

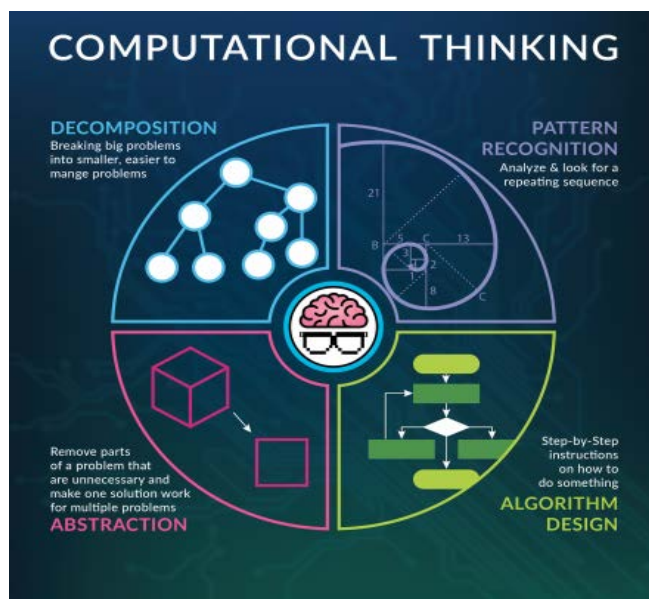
- Εφαρμογή της μεθόδου επίλυσης προβλημάτων σε διαφορετικά προβλήματα.

Αυτές οι δεξιότητες υποστηρίζονται από κάποιες συμπεριφορές και στάσεις τις οποίες πρέπει να κατέχουν οι μαθητές [43]:

- Αυτοπεποίθηση στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας.
- Επιμονή στην αντιμετώπιση δύσκολων προβλημάτων.
- Διαχείριση/Ανοχή αβεβαιότητας.
- Ικανότητα αντιμετώπισης ανοικτού τύπου προβλημάτων (προβλήματα που έχουν πολλές σωστές λύσεις/απαντήσεις), ικανότητα επικοινωνίας και συνεργασίας για την επίτευξη κοινών στόχων και λύσεων.

Τα χαρακτηριστικά της Υπολογιστικής σκέψης είναι τα εξής [34, 44, 45, 46]:

- Αποσύνθεση/Διάσπαση: Η υπολογιστική σκέψη στο πρώτο στάδιο, χρησιμοποιεί τη μέθοδο της αποσύνθεσης δηλαδή τη διάσπασης ενός μεγάλου σύνθετου προβλήματος ή καθήκοντος σε μικρότερα προβλήματα προκειμένου να διευκολυνθεί η επίλυσή του. Κάθε ένα από αυτά τα υποπροβλήματα περιέχει βήματα τα οποία λύνουν ένα μέρος του μεγαλύτερου προβλήματος.
- Αναγνώριση προτύπων: Η μέθοδος της αναγνώρισης προτύπων για παραπλήσια προβλήματα που έχουν ήδη αντιμετωπιστεί με στόχο να αντιμετωπιστούν με τον ίδιο τρόπο.
- Αφαίρεση: Η μέθοδος της αφαίρεσης χρησιμοποιείται για να απλοποιηθεί η διαδικασία της επίλυσης του προβλήματος. Απαιτεί την ικανότητα να φιλτραριστούν τα περιττά μέρη ώστε να γίνει εστίαση μόνο στα απαραίτητα στοιχεία.
- Σχεδίαση αλγορίθμου: Η μέθοδος της ανάλυσης λύσεων και δημιουργίας βημάτων που περιγράφουν τον τρόπο επίλυσης του προβλήματος. Χρησιμοποιείται σε αυτό το στάδιο και η εκσφαλμάτωση που είναι ο εντοπισμός και η διόρθωση σφαλμάτων.



Εικόνα 2. Χαρακτηριστικά Υπολογιστικής Σκέψης

Πηγή: <https://learn.sd61.bc.ca/curriculum/coding/computational-thinking/>

Η εκπαίδευση του προγραμματισμού φαίνεται να είναι το κλειδί στην απόκτηση δεξιοτήτων για να την ανάπτυξη της ΥΣ και των δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα [47] όπως είναι η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η συνεργασία, η επικοινωνία, η επίλυση προβλημάτων, κ.α. [48, 49].

Παρακάτω θα αναλυθούν κάποιες από τις πιο βασικές δεξιότητες της υπολογιστικής σκέψης που είναι η αλγοριθμική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων και η κριτική σκέψη [50].

1.4.1 Αλγοριθμική Σκέψη

Η αλγοριθμική σκέψη συναντάται στην επιστήμη υπολογιστών από τη δεκαετία του 1950 όπου η υπολογιστική σκέψη παρουσιάζονταν υπό τον όρο «αλγοριθμική σκέψη». Ο Denning [31], θεωρεί ότι η υπολογιστική σκέψη είναι απλά μια νέα ονομασία της αλγοριθμικής σκέψης και όπως η υπολογιστική σκέψη έτσι και η αλγοριθμική σκέψη είναι ένας συνεχώς εξελισσόμενος όρος.

Η αλγοριθμική σκέψη προέρχεται από την έννοια του αλγορίθμου, όπου η λύση ενός προβλήματος δημιουργείται από την ανάπτυξη μιας σειράς βημάτων που πραγματοποιούνται με τη σειρά, με στόχο την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος [51]. Πρόκειται για μια θεμελιώδη, σύνθετη ιδέα της πληροφορικής και περιλαμβάνει πολλαπλές ικανότητες που αφορούν την κατασκευή και κατανόηση των αλγορίθμων [36].

Η αλγοριθμική σκέψη αποτελείται από πολλαπλές ικανότητες [36]:

- Ανάλυση προβλημάτων
- Προσδιορισμός των προβλημάτων
- Αναγνώριση των βασικών ενεργειών που πρέπει να γίνουν στα συγκεκριμένα προβλήματα
- Δημιουργία αλγορίθμων χρησιμοποιώντας τις βασικές ενέργειες για τα συγκεκριμένα προβλήματα
- Αξιολόγηση των αλγορίθμων (διόρθωση, αποτελεσματικότητα, ολοκλήρωση)
- Βελτίωση της αποτελεσματικότητας των αλγορίθμων

Η αλγοριθμική σκέψη δεν απαιτεί υπολογιστή και η μαθηματική σκέψη εξαρτάται σχεδόν εξολοκλήρου από την ικανότητα του ανθρώπου για αφαίρεση [52]. Οι αρχάριοι προγραμματιστές ή οι μαθητές χωρίς γνώσεις προγραμματισμού, για να μπορέσουν να αναπτύξουν την αλγοριθμική σκέψη πρέπει να επιλύσουν πολλαπλά προβλήματα τα οποία διαλέγονται προσεκτικά από τους εκπαιδευτικούς. Επίσης προτείνεται να είναι πολύπλοκα καθώς αυξάνουν τη δημιουργικότητα του μαθητή όμως η περιγραφή αυτών των προβλημάτων πρέπει να είναι απόλυτα σαφής και κατανοητή. Κάποιοι τρόποι κατανόησης των αλγορίθμων είναι η οπτικοποίησή τους με τη χρήση εργαλείων ή μέσα από δραστηριότητες παιχνιδιού. Επιπλέον, η χρήση προγραμματιστικών γλωσσών υψηλού επιπέδου και γλωσσών που εστιάζουν στο πρόβλημα, όπως για παράδειγμα ο ψευδοκώδικας, βοηθάει τους μαθητές να εστιάζουν στο σχεδιασμό του αλγορίθμου και όχι στην σύνταξη της προγραμματιστικής γλώσσας [36].

Γενικά η εκμάθηση της αλγοριθμικής σκέψης είναι αρκετά απαιτητική καθώς είναι σε ένα βαθμό ένας αφύσικος τρόπος σκέψης και πρέπει να διδάσκεται από ικανούς εκπαιδευτικούς, θεωρείται όμως μία από τις πιο σημαντικές ικανότητες που πρέπει να έχει ένας μαθητής κατά την εκπαίδευσή του στο σχολείο και στο πανεπιστήμιο [53].

1.4.2 Επίλυση Προβλημάτων

Η δεξιότητα της επίλυσης προβλημάτων παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στο να μάθουν κώδικα οι αρχάριοι προγραμματιστές [54]. Ο προγραμματισμός είναι ένα από τα πιο απαιτητικά και προκλητικά πεδία της εκμάθησης της επιστήμης των υπολογιστών. Ένας προγραμματιστής πρέπει να αναπτύξει πολλαπλές δεξιότητες όπως την επίλυση προβλημάτων και την κριτική σκέψη παράλληλα με την εκμάθηση της σύνταξης και της σημασιολογίας [55].

Η επίλυση προβλημάτων είναι η διαδικασία κατά την οποία γίνεται η εύρεση λύσεων σε δύσκολα η πολύπλοκα θέματα. Ο Polya [56], στο βιβλίο του "Πώς να το

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

λύσω" περιλαμβάνει τέσσερα βήματα για την επίλυση προβλημάτων: α) Κατανόηση του προβλήματος, β) εύρεση του σχεδίου επίλυσης, γ) εκτέλεση του σχεδίου επίλυσης, δ) έλεγχος αποτελεσμάτων της λύσης που βρέθηκε. Καθεμία από αυτές τις τέσσερις φάσεις θεωρείται σημαντική για το μαθητή κατά τη διάρκεια δημιουργίας του πλάνου του για την επίλυση του προβλήματος. Είναι σημαντικό να κατανοήσει το πρόβλημα πριν προβεί σε υπολογισμούς για την επίλυσή του.

Παρακάτω φαίνεται το μοντέλο επίλυσης προβλημάτων από τη Sheryl Buckley [57].



Εικόνα 3. Μοντέλο επίλυσης προβλημάτων

Πηγή: Αντλήθηκε από το άρθρο των Voskoglou & Buckley [57]

Στην παραπάνω εικόνα, μόλις γίνει επίγνωση του προβλήματος, αντλούνται οι υπάρχουσες πληροφορίες και αναλύονται κριτικά. Έπειτα εκείνος που προσπαθεί να επιλύσει το πρόβλημα χρησιμοποιεί τις γνώσεις του και σκεπτόμενος σαν υπολογιστής εφαρμόζει την γνώση αυτή ώστε να επιλύσει το πρόβλημα [58].

Παρόλο που η επίλυση προβλημάτων είναι εξίσου σημαντική δεξιότητα στην εκμάθηση του προγραμματισμού, κάποιες έρευνες [59] έδειξαν ότι οι μαθητές και τα βιβλία εστιάζουν περισσότερο στη σύνταξη και τη σημασιολογία και δεν δίνουν την αντίστοιχη προσοχή στην εκμάθηση επίλυσης προβλημάτων. Επιπλέον, η εισαγωγή της επίλυσης προβλημάτων στην εκπαίδευση θα έπρεπε να προηγείται της εκμάθησης προγραμματιστικών γλωσσών διότι η απόδοση των μαθητών σε προγράμματα εισαγωγής στην πληροφορική ήταν καλύτερη όταν είχε προηγηθεί η εκμάθηση επίλυσης προβλημάτων [60].

Η διατύπωση προβλημάτων είναι διαδικασία που αντιμετωπίζει αφαιρέσεις και προσπαθεί να αντιληφθεί το πρόβλημα είτε λεκτικά είτε οπτικά. Τη διαδικασία αυτή μπορούν να υποστηρίξουν διάφορα εργαλεία. Ειδικότερα, η οπτική σκέψη μπορεί να υποστηριχτεί από τα εργαλεία της υπολογιστικής σκέψης, τα οποία χρησιμοποιούν χωρικές μεταφορές. Οι μαθητές μπορούν να σκέφτονται και να διατυπώνουν τις σκέψεις τους για την επίλυση προβλημάτων οπτικά, με τη χρήση αναπαραστάσεων ή κειμένων γραμμένα σε φυσική γλώσσα δηλ. ψευδοκώδικα [206]. Η χρήση χωρικών μεταφορών,

βελτιώνει την κριτική σκέψη και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων των μαθητών. Επιπλέον το πρόβλημα μπορεί να διατυπώνεται λεκτικά μέσω της χρήσης διαφόρων ερωτήσεων. [61]

Με την βοήθεια των πολυμέσων [62], διαδραστικών εκπαιδευτικών βίντεο [63], παιχνιδιών προσομοιώσεων [64] και άλλων εργαλείων μπορούν να βελτιωθούν οι δεξιότητες της επίλυσης προβλημάτων.

1.4.3 Κριτική σκέψη

Η κριτική σκέψη είναι μία δεξιότητα που μαθαίνεται. Δεν είναι δυνατό να γεννηθεί κάποιος με την ικανότητα της κριτικής σκέψης, επομένως η εκμάθησή της απαιτεί οδηγίες και πρακτική [65].

Η κριτική σκέψη είναι η διαδικασία κατά την οποία αναλύεται και αξιολογείται η σκέψη, με σκοπό να βελτιωθεί. Αυτό προϋποθέτει τη γνώση των βασικών δομικών στοιχείων της σκέψης και των βασικών διανοητικών προτύπων για τη σκέψη. Για να μπορέσει πραγματικά να βελτιωθεί η σκέψη πρέπει να γίνει η αναδιοργάνωσή της μέσω της ανάλυσης και αξιολόγησής της [66].

Συνθέτοντας πολλούς ορισμούς, οι Voskoglou et al. [57] κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κριτική σκέψη ορίζεται ως η ικανότητα ή η δεξιότητα κατά την οποία κάποιος υπερβαίνει τις απόψεις, προτιμήσεις και αντιλήψεις του με τη θέλησή του προκειμένου να καταλήξει σε λογικά και αντικειμενικά συμπεράσματα.

Με την κριτική σκέψη μπορεί κανείς να παράγει νέα γνώση καθώς ασχολείται με μια βαθύτερη, πολύπλοκη σκέψη η οποία συχνά καταλήγει στη δημιουργία λύσεων, με αποτέλεσμα να θεωρείται ένα από τα πιο ισχυρά στοιχεία επίλυσης προβλημάτων [57].

Είναι σημαντικό οι μαθητές να διδάσκονται την κριτική σκέψη καθώς τους επιτρέπει να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά πρακτικά, κοινωνικά αλλά και επιστημονικά προβλήματα [67]. Ο Facione [68], δημιούργησε μια τεχνική επίλυσης προβλημάτων, την «IDEALS», όπου παρουσίασε τα έξι βήματα για την αποτελεσματική σκέψη και επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιώντας τη διαδικασία της κριτικής σκέψης. Η λέξη IDEALS δημιουργήθηκε από τις λέξεις *Identify, Define, Enumerate, Analyze, List, and Self-Correct*:

- Identify the Problem: What is the real question we are facing?
- Define the Context: What are the facts that frame this problem?
- Enumerate the Choices: What are plausible options?

- Analyze Options: What is the best course of action?
- List Reasons Explicitly: Why is this the best course of action?
- Self-Correct: Look at it again ... What did we miss?

«Αναγνωρίζω το πρόβλημα, Καθορίζω το περιεχόμενο, Απαριθμώ τις επιλογές, Αναλύω τις επιλογές, Απαριθμώ τους λόγους αναλυτικά, και Διορθώνω.»

Κατά την διάρκεια αυτής της διαδικασίας ο μαθητής θα είναι αυτός που θα προσπαθήσει να επιλύσει το πρόβλημα ανταποκρινόμενος στις παραπάνω ερωτήσεις του εκπαιδευτικού.

Πολλές έρευνες [69] πρότειναν μεθόδους για την ενσωμάτωση των δεξιοτήτων της κριτικής σκέψης, όπως να παρέχεται πλαίσιο στους μαθητές σύμφωνα με το οποίο σκέφτονται για τον τρόπο που σκέφτονται και να υπάρχουν σωστές μέθοδοι αμφισβήτησης όπου περιλαμβάνονται ερωτήσεις τύπου : «Πώς το αντιλαμβάνεσαι εσύ;», «Θα μπορούσε κάποιος άλλος να το αντιληφθεί διαφορετικά;» ώστε να διεγερθούν οι δεξιότητες της κριτικής σκέψης [70]. Επιπλέον, προτείνεται η χρήση προβλημάτων ή σεναρίων τα οποία δεν έχουν σωστές ή λάθος απαντήσεις εφόσον ο μαθητής υποστηρίζει την άποψή του με λογικά επιχειρήματα. Τέλος, η μέθοδος της βελτίωσης της σκέψης, όπου οι μαθητές μπορούν να σκεφτούν τη διαδικασία της σκέψης τους χρησιμοποιώντας λογικές δομές, επιτρέπει στους μαθητές να αναθεωρήσουν και να επανεξετάσουν τους τρόπους σκέψης τους [71].

Παρόλο που γίνονται προσπάθειες για την εκμάθηση της κριτικής σκέψης, υπάρχουν τέσσερις σημαντικοί λόγοι που εμποδίζεται η ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση: α) Η έλλειψη μεθοδολογίας των εκπαιδευτικών για την κριτική σκέψη, β) Η έλλειψη εκπαιδευτικού υλικού, γ) Η προκατάληψη καθηγητών και μαθητών απέναντι στην κριτική σκέψη, δ) Η έλλειψη χρόνου όπου οι καθηγητές καλούνται μέσα σε ελάχιστη χρονική περίοδο να καλύψουν όλα τα θέματα της ύλης [65].

Οι εκπαιδευτικοί που θέλουν να καλλιεργήσουν την κριτική σκέψη, πρέπει να συμπεριφέρονται στους μαθητές σαν χρήστες της πληροφορίας και όχι σαν αποδέκτες. Τα περιβάλλοντα μάθησης που ενθαρρύνουν τους μαθητές να εξερευνούν τις πληροφορίες και να εφαρμόζουν τη γνώση, βοηθάνε στην ανάπτυξη της κριτικής τους σκέψης και έτσι οι μαθητές που σκέφτονται κριτικά και ανεξάρτητα, μπορούν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τα προβλήματα του πραγματικού κόσμου [65].

1.5 Η Υπολογιστική Σκέψη στην Εκπαίδευση

“Θα έπρεπε να μαθαίνουμε στους μαθητές πώς να σκέφτονται αντίθετα τους μαθαίνουμε τι να σκέφτονται” [72].

Η εκμάθηση της ΥΣ μπορεί να ξεκινήσει από πολύ μικρή ηλικία και συγκεκριμένα από την ηλικία των τεσσάρων όπου σύμφωνα με έρευνα ένα παιδί προσχολικής ηλικίας μπορεί να μάθει επιτυχώς τις βασικές έννοιες της υπολογιστικής σκέψης [73, 45].

Η ενσωμάτωση της υπολογιστικής σκέψης σε πολλά μαθήματα στο ίδιο σχολείο, έχει επιπλέον πλεονεκτήματα, όπως το να βοηθά τους μαθητές να κάνουν δυνατές συνδέσεις ανάμεσα στα μαθήματά τους και πέρα από αυτά. Επιπλέον βοηθάει στην απόκτηση όλων εκείνων των δεξιοτήτων που συνδυάζοντάς τες με γνώση, μπορούν να αντιμετωπίσουν προβλήματα που είναι δύσκολο να ταξινομηθούν με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας [74].

Όπως η βασική επιμόρφωση των πεδίων του STEM θεωρείται απαραίτητη για όλα τα παιδιά ώστε να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας του κόσμου, έτσι και η εκπαίδευση πρέπει να ασχοληθεί με την ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων που σχετίζονται με τον υπολογιστικό τομέα, ο οποίος είναι πλέον έντονα συνδεδεμένος με κάθε επάγγελμα [40].

Οι τρόποι διδασκαλίας της υπολογιστικής σκέψης έχουν αναπτυχθεί έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργήσει για διαφορετικά επίπεδα και θέματα. Αυτοί οι τρόποι συχνά βασίζονται σε μια κατασκευαστική προσέγγιση, που σημαίνει ότι οι μαθητές μαθαίνουν δημιουργώντας πράγματα. Έχουν αναγνωριστεί μερικές αποτελεσματικές αρχές και τεχνικές για αυτόν τον τρόπο διδασκαλίας που αντλήθηκαν μέσα από διάφορες έρευνες και προτείνονται παρακάτω από τον Hunsaker [75]:

- **Επίδειξη/Αναπαράσταση:** Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να δείξουν στους μαθητές τους πώς να μαθαίνουν και πώς να βελτιώνονται στην υπολογιστική σκέψη δείχνοντας το παράδειγμα τους. Επίσης, θα πρέπει να δείχνουν στους μαθητές πώς να σκέφτονται υπολογιστικά, ειδικά στα πρώτα στάδια, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να δουν πώς μοιάζει η διαδικασία της μάθησης, της ανασκόπησης και της βελτίωσης [76].

- Συνεργασία: Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να συνεργάζονται με άλλους δασκάλους για να βοηθήσουν τους μαθητές να ολοκληρώσουν έργα που απαιτούν διαφορετικά μαθήματα. Αυτά τα έργα συνδυάζουν διαφορετικές ιδέες και δεξιότητες από πολλά μαθήματα και βοηθούν τους μαθητές να δουν με ποιους τρόπους συνδέονται όλα μεταξύ τους [73].
- Ενθάρρυνση: Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να ενθαρρύνουν τους μαθητές δίνοντάς τους συμβουλές και στοιχεία αντί να τους δίνουν κατευθείαν τις απαντήσεις [77].
- Σταδιακή καθοδήγηση: Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν ΥΣ πρέπει αρχικά να ξεκινήσουν με σαφείς οδηγίες, έπειτα να προχωρήσουν σε μια δραστηριότητα με απλές οδηγίες και στη συνέχεια να θέσουν ένα ανοιχτού-τύπου πρόβλημα ή πρόκληση [77]. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να συνεχίσουν να καθοδηγούν τη συμπεριφορά των μαθητών ακόμη και όταν εργάζονται/παίζουν σαν ομάδα [76].
- Ερωτήματα: Αντί να παρέχουν απευθείας απαντήσεις, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να θέτουν "διερευνητικά ερωτήματα" πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από τις δραστηριότητες μάθησης. Αυτά τα ερωτήματα πρέπει να ενθαρρύνουν τους μαθητές να αναπτύξουν τη σκέψη τους και να ανακαλύψουν πώς μαθαίνουν καλύτερα. Τα ερωτήματα αυτά μπορεί να αρχίσουν με φράσεις όπως οι ακόλουθες: «Πως θα έκανες...», «Έχεις σκεφτεί ότι...» [77].
- Χρήση λεξιλογίου ΥΣ: Αυτή η προσέγγιση μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τους όρους της ΥΣ και να τους δείξει πώς όροι αυτοί εφαρμόζονται σε διαφορετικά μαθήματα και καθημερινές καταστάσεις.
- Διαφορετικές μέθοδοι επίδειξης επίλυσης προβλημάτων: Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να έχουν πάντα εναλλακτικές μεθόδους επίδειξης επίλυσης προβλημάτων [77].

Ο συνηθέστερος τρόπος ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης από μικρή ηλικία είναι μέσω του προγραμματισμού [78] σε συνδυασμό με τη χρήση των κατάλληλων εργαλείων, όπως προγραμματιστικά περιβάλλοντα φιλικά προς τις μικρές ηλικίες (Scratch, Alice, Kodu, Greenfoot κ.α.), εκπαιδευτικά ρομπότ, βοηθητικές σελίδες (code.org) [79] αλλά και τριών διαστάσεων εικονικοί κόσμοι [45]. Οι δραστηριότητες μάθησης με κεντρικό θέμα την προσομοίωση, ρομποτική, μοντελοποίηση και η δημιουργία και ανάπτυξη παιχνιδιών βοηθούν στην ενίσχυση της υπολογιστικής σκέψης [80].

Στον πεδίο του προγραμματισμού, οι Brennan et al. [38], δημιούργησαν έναν οδηγό για την ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης μέσω της χρήσης προγραμματιστικών δραστηριοτήτων στο περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού Scratch. Σύμφωνα με αυτόν, η ΥΣ περιλαμβάνει τρεις βασικές ιδέες: τις υπολογιστικές έννοιες, τις υπολογιστικές πρακτικές και τις υπολογιστικές θεωρήσεις [38]:

α) Οι υπολογιστικές έννοιες αναφέρονται σε ακολουθίες (δομές ακολουθίας), βρόχους (δομές επανάληψης), γεγονότα (κάτι προκαλεί κάτι άλλο), παραλληλισμούς (πολλές δραστηριότητες ταυτόχρονα σε ένα αντικείμενο), συνθήκες (δομές επιλογής), τελεστές (υποστήριξη για μαθηματικές και λογικές εκφράσεις) και δεδομένα (μεταβλητές και λίστες).

β) Οι υπολογιστικές πρακτικές αφορούν την ανατροφοδότηση και αξιολόγηση (διαχωρισμός ανάπτυξης παιχνιδιού σε μικρότερα διαχειρίσιμα τμήματα και βελτίωση μέσω επαναλήψεων), τη δοκιμή και εκσφαλμάτωση (δοκιμές και διόρθωση λαθών), την επαναχρησιμοποίηση και συνδυασμό (δημιουργία/επεξεργασία έργου χρησιμοποιώντας τη δουλειά άλλων), καθώς και την αφαίρεση και τμηματοποίηση (δημιουργία μεγάλου έργου από την ένωση πολλών μικρών τμημάτων).

γ) Οι υπολογιστικές προοπτικές αφορούν τις δυνατότητες έκφρασης (αυτοέκφραση), συνεργασίας (σύνδεση με άλλους για δημιουργία) και προβληματισμούς (ερωτήσεις, διερεύνηση, κατανόηση).

Παρόλες τις προσπάθειες και πρωτοβουλίες που γίνονται παγκοσμίως για την ενίσχυση της διδασκαλίας της υπολογιστικής σκέψης, κρίνεται απαραίτητη η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών ώστε να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους στην ΥΣ, κάτι που προϋποθέτει την εκμάθηση δραστηριοτήτων της ΥΣ, πώς να διδάξουν την ΥΣ, πώς να έχουν πρόσβαση στην ΥΣ, τη δημιουργία στρατηγικών και προγραμμάτων εκμάθησης της ΥΣ αλλά και την εξοικείωση με τα κατάλληλα εργαλεία που βοηθούν τους μαθητές στην εκμάθηση της ΥΣ [79].

2. Ψηφιακά προγραμματιστικά περιβάλλοντα

Κατά τη διάρκεια εκμάθησης του προγραμματισμού, οι αρχάριοι προγραμματιστές έρχονται σε επαφή με τις θεμελιώδεις αρχές του προγραμματισμού και με την κατανόηση της σύνταξης προγραμματιστικών γλωσσών. Στη συνέχεια καλούνται να εφαρμόσουν αυτά που έμαθαν σε προγραμματιστικά περιβάλλοντα.

Μέσα σε αυτά τα περιβάλλοντα οι χρήστες γράφοντας κώδικα μπορούν να εντοπίσουν τα σφάλματά τους και κάνοντας αρκετές δοκιμές, να διορθώσουν τα λάθη στο πρόγραμμα που δημιούργησαν. Παρόλο που τα περιβάλλοντα αυτά θεωρούνται αποτελεσματικά, οι ώρες που αφιερώνει ένας αρχάριος προγραμματιστής για τον εντοπισμό των σφαλμάτων είναι πολλές [81] και υπάρχουν περιπτώσεις που τα σφάλματα δεν εμφανίζονται σωστά ακόμη και στα πιο σύγχρονα περιβάλλοντα και παραπλανούν τον αρχάριο προγραμματιστή [82].

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι αρχάριοι προγραμματιστές στην εκμάθηση του προγραμματισμού και στη χρήση επαγγελματικών γλωσσών προγραμματισμού οδήγησαν στην δημιουργία εκπαιδευτικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων². Πράγματι η χρήση τους καθιστά την εκμάθηση του προγραμματισμού πιο προσιτή και διασκεδαστική [83]. Μολονότι τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα είναι χρήσιμα, πρέπει να επιλέγονται με προσοχή καθώς έχει παρατηρηθεί ότι όσο πιο πολύπλοκα και σύνθετα είναι, τόσο πιο πιθανό είναι οι μαθητές να αποχωρήσουν από τη διδασκαλία του προγραμματισμού [84].

Όταν εξετάζονται οι μελέτες στον τομέα των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων [85], παρατηρείται ότι για την ανάπτυξη της δεξιότητας επίλυσης προβλημάτων αλλά και διαφόρων άλλων δεξιοτήτων, χρησιμοποιούνται κυρίως ψηφιακά περιβάλλοντα οπτικού

²http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2714/Pliroforiki_A-Lykeiou_html-empl/index2_6.html

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

προγραμματισμού (VPEs) όπως για παράδειγμα το Scratch [86] το Alice [87], το Kodu [88] αλλά και τριών διαστάσεων εικονικοί κόσμοι (VWs), όπως το Second Life [89] και το OpenSim [90] που θα αναλυθούν παρακάτω.

2.1 Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού

Τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού έχουν ενσωματωθεί στην εκπαίδευση εδώ και αρκετά χρόνια. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι οι γλώσσες οπτικού προγραμματισμού βοηθούν σημαντικά στην αλληλεπίδραση των μαθητών και στην ενίσχυση κινήτρου [91] και τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού συμβάλλουν στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης [45] και της δεξιότητας της επίλυσης προβλημάτων [92].

Τα VPEs είναι λογισμικά που επιτρέπουν τη χρήση οπτικών βοηθημάτων (2D-3D αντικείμενα, γραφήματα, animations, εικονίδια) [93], τα οποία αναπαριστούν εντολές και βοηθούν στην αποφυγή συντακτικών λαθών (πχ χρήση ερωτηματικών και αγκύλων) που εμφανίζονται στις παραδοσιακές προγραμματιστικές γλώσσες με κείμενο [94, 95].

Τα περιβάλλοντα αυτά έχουν συνήθως τη δική τους οπτική γλώσσα προγραμματισμού και οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν προγράμματα σέρνοντας και αφήνοντας γραφικά πλακίδια χωρίς να χρειάζεται να γράψουν κώδικα. Η διαδικασία αυτή βοηθάει στην οπτική απεικόνιση των βασικών εννοιών του προγραμματισμού, την ανάπτυξη απλών εφαρμογών [96, 97] και διευκολύνει τους χρήστες να επικεντρωθούν στη δομή του προγραμματισμού και όχι στην σύνταξη ενός προγράμματος [98]. Επιπλέον οι οπτικές γλώσσες προγραμματισμού περιέχουν εντολές που πλησιάζουν αρκετά στην αγγλική γλώσσα και διευκολύνουν περισσότερο το χρήστη σε σχέση με τις παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού [99].

Σύμφωνα με τον Wiedenbeck [100], η πλειοψηφία των μαθητών της Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνίας, δείχνει μεγάλο ενδιαφέρον στο να παίζει ηλεκτρονικά παιχνίδια, και αυτό το ενδιαφέρον αν χρησιμοποιηθεί σωστά μπορεί να παρακινήσει τους μαθητές να δημιουργούν τα δικά τους παιχνίδια.

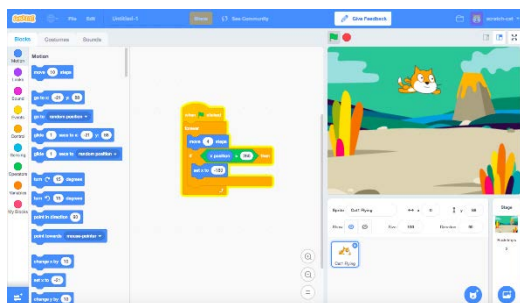
Βάσει των προαναφερθέντων, είναι αρκετά προφανές ότι τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα παρέχουν αρκετά οφέλη, είναι όμως σημαντικό να τονιστεί ότι δεν αρκεί

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

μόνο η χρήση τέτοιων περιβαλλόντων [101] καθώς υπάρχουν και άλλοι σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όπως είναι οι δοκιμασμένες μέθοδοι μάθησης, επαγγελματική ανάπτυξη και υποστήριξη για τους εκπαιδευτικούς, εκπαιδευτικοί πόροι, αποτελεσματικές πρακτικές κ.α. [102].

2.1.1 Περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού δύο διαστάσεων

Scratch



Εικόνα 4. Περιβάλλον Scratch

Πηγή: <https://www.cmsenior.com/scratch/>

Το Scratch³ είναι το πιο διαδεδομένο δωρεάν, ελεύθερο οπτικό προγραμματιστικό περιβάλλον [45] και δημιουργήθηκε από το Lifelong Kindergarten group του MIT Media Lab για να βοηθήσει αρχάριους προγραμματιστές να μάθουν προγραμματισμό καθώς δημιουργούν παιχνίδια ή κινούμενα γραφικά [103]. Οι ηλικίες στις οποίες απευθύνεται είναι κυρίως 8-16 αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από ενήλικες [86].

Το Scratch επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν και έπειτα να παίξουν διαδραστικές ιστορίες, παιχνίδια και animations σέρνοντας και τοποθετώντας γραφικά πλακίδια κώδικα τα οποία αναπαριστούν προγραμματιστικές έννοιες όπως βρόγχους, μεταβλητές και συνθήκες⁴.

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διαδικτυακή σύνδεση αλλά και εκτός σύνδεσης [104] ενώ παρέχει ένα φιλικό user interface (ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρά ο χρήστης με το περιβάλλον) και είναι εύκολο στη χρήση και

³ <https://scratch.mit.edu/>

⁴ <https://en.scratch-wiki.info/wiki/Scratch>

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

στην πλοήγηση [105]. Ακόμη, παρέχονται η ζωγραφική αλλά και ηχογράφηση ήχου, δυνατότητες που βοηθούν στη συμμετοχή του χρήστη [15].

Το Scratch έχει μία μεγάλη και ενεργή διαδικτυακή κοινότητα από χρήστες οι οποίοι δημιουργούν και μοιράζονται τα παιχνίδια και τις ιστορίες τους, παρέχουν συμβουλές και υποστήριξη και συνεργάζονται μεταξύ τους για καινούργια χαρακτηριστικά και βελτιώσεις [106, 107].

Στην εκπαίδευση, χρησιμοποιείται ευρέως για την εκμάθηση προγραμματιστικών εννοιών και της υπολογιστικής σκέψης [106] αλλά και για να διδάξει ένα εύρος από θέματα τα οποία περιλαμβάνουν μαθηματικά, επιστήμη, τέχνη και κοινωνικές έρευνες [73]. Οι μαθητές χρησιμοποιώντας το Scratch, αντιλαμβάνονται καλύτερα τις προγραμματιστικές έννοιες ενώ παράλληλα βελτιώνεται η ικανότητά τους στην επίλυση προβλημάτων [108]. Επιπλέον, θεωρείται ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την ενθάρρυνση των μαθητών στο να μάθουν πώς να προγραμματίζουν και να αλληλεπιδρούν σε δημιουργικές δραστηριότητες [85].

Η εκμάθηση με Scratch θεωρείται μία πολλά υποσχόμενη μέθοδος για την ανάπτυξη και βελτίωση του ανώτερου επιπέδου δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης, κυρίως της κριτικής σκέψης, της συνεργασίας και της δημιουργικότητας [109].

2.1.2 Περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού τριών διαστάσεων

Alice



Εικόνα 5. Περιβάλλον Alice

Πηγή: <https://www.youtube.com/watch?v=8olabRKYv3E>

Ένα από τα πιο δημοφιλή δωρεάν, ελεύθερα οπτικά περιβάλλοντα τριών διαστάσεων είναι το Alice⁵ το οποίο δημιουργήθηκε από το Carnegie Mellon University και οι ηλικίες που προτείνεται να το χρησιμοποιούν είναι 12-18 [110]. Με το περιβάλλον αυτό μπορεί κάποιος χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού να δημιουργήσει και να παίξει τα δικά του παιχνίδια, κινούμενα γραφικά, βίντεο και διαδραστικές αφηγήσεις καθώς παρέχει στο χρήστη πλακίδια που σέρνουν και τοποθετούν με τη σωστή ακολουθία με σκοπό να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα.

Το Alice σχεδιάστηκε με στόχο την εκμάθηση της λογικής και της υπολογιστικής σκέψης, της εκμάθησης βασικών προγραμματιστικών εννοιών, αλλά δίνει και μια πρώτη επαφή με τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό [110]. Επιπλέον παρακινεί τη μάθηση μέσω της διασκέδασης και δημιουργικής εξερεύνησης.

Kodu Game Lab (KGL)



Εικόνα 6. Περιβάλλον Kodu

Πηγή: <https://www.popsoci.com/entertainment-amp-gaming/article/2009-02/make-your-own-game/>

Το Kodu Game Lab⁶ είναι ένα δωρεάν ελεύθερο οπτικό περιβάλλον προγραμματισμού μέσα στο οποίο οι χρήστες χρησιμοποιώντας πλακίδια, δημιουργούν και παίζουν παιχνίδια και ιστορίες κινουμένων σχεδίων μέσα σε κόσμους τριών διαστάσεων [111] και μπορεί να χρησιμοποιηθεί απο ηλικίες μεταξύ 8-18.

Το λογισμικό αυτό χρησιμοποιεί τη δική του προγραμματιστική γλώσσα, την Kodu, η οποία θεωρείται οπτική γλώσσα υψηλού επιπέδου και βασίζεται αποκλειστικά σε γεγονότα. Τα πλακίδια τοποθετούνται σε σειρά και αναπαριστούν κανόνες, με τους οποίους ο χρήστης καθορίζει πώς θα ανταποκριθεί το πρόγραμμα στα γεγονότα [111].

⁵ <http://www.alice.org>

⁶ <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/kodu/>

Μέσα στο περιβάλλον δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν χαρακτήρες, μονοπάτια και αντικείμενα όπως δέντρα, νομίσματα, χαρακτήρες Kodu κ.α.) αλλά και έννοιες όπως ο χρόνος, η όραση και ο ήχος⁷.

Μετά από έρευνες, το περιβάλλον Kodu θεωρείται ένα αποτελεσματικό, διαδραστικό και διασκεδαστικό εργαλείο για αρχάριους προγραμματιστές και παιδιά διότι επιτρέπει τη δημιουργία 3D παιχνιδιών που είναι παρόμοια με τα παιχνίδια που παίζουν οι μαθητές στην πραγματική ζωή ενώ παράλληλα μαθαίνουν και εφαρμόζουν μια απλή και εύκολη προγραμματιστική γλώσσα. Ακόμη, υποστηρίζεται η χρήση χειριστηρίου Xbox 360 που κάνει ακόμη πιο διασκεδαστική την ενασχόληση με το Kodu [111]. Επιπλέον, με τη δημιουργία παιχνιδιών ως λύση στα προβλήματα, οι μαθητές αναπτύσσουν τις δεξιότητες της δημιουργικότητας, της επίλυσης προβλημάτων [111] και της κριτικής σκέψης [112]. Επιπλέον το Kodu, βάζει τα θεμέλια για την εκμάθηση προχωρημένου προγραμματισμού.

2.1.3 Εικονικοί κόσμοι τριών διαστάσεων

Οι εικονικοί κόσμοι (VWs) είναι προσομοιωμένα περιβάλλοντα που έχουν δημιουργηθεί από υπολογιστή και δίνουν την αίσθηση στο χρήστη ότι βρίσκεται σε ένα άλλο περιβάλλον διαφορετικό από αυτό που βρίσκεται πραγματικά και μπορεί να αλληλεπιδρά μέσα σε αυτό [113].

Αυτοί οι διαδραστικοί, εμπιθυστικοί κόσμοι, προσομοιώνουν περιβάλλοντα του πραγματικού κόσμου, την κίνηση αλλά και τη φυσική ώστε να νιώθει ο χρήστης ότι πραγματικά βρίσκεται εκεί [114]. Στους εικονικούς κόσμους, επιτρέπεται στους χρήστες η δημιουργία περιβαλλόντων αλλά και χαρακτήρων οι οποίοι ονομάζονται άβαταρ και δίνεται η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με αυτά αλλά και με διάφορα αντικείμενα. Μάλιστα, η χρήση των άβαταρ φαίνεται να έχει παρακινητικό ρόλο ως προς στην επικοινωνία των μαθητών μεταξύ τους [115].

Σύμφωνα με τον Dickey [116], οι 3-D εικονικοί κόσμοι έχουν τρία κοινά χαρακτηριστικά: Την ψευδαίσθηση του 3-D χώρου, τη χρήση των άβαταρ ως ταυτότητα του χρήστη και τη χρήση ενός εργαλείου chat ως τρόπο επικοινωνίας και συμμετοχής μέσα στον κόσμο. Η έρευνα των Khe Foon Hew et al. [117] προσθέτει ακόμη ένα

⁷ <https://www.kodugamelab.com/>

χαρακτηριστικό που είναι η δράση του χρήστη, η δυνατότητα δηλαδή που δίνεται στο χρήστη να αλληλεπιδρά με το χώρο, τα αντικείμενα και τους υπόλοιπους χρήστες.

Οι εικονικοί κόσμοι δημιουργήθηκαν από το συνδυασμό διαδικτυακής χρήσης παιχνιδιών [118], προσομοιώσεων [119] και κοινωνικών δικτύων [120]. Χρησιμοποιούνται κυρίως ως χώροι επικοινωνίας (πχ συνέδρια), προσομοιώσεις περιβαλλόντων και μέρη εμπειριών.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι VWs δεν είναι πλατφόρμες που υποστηρίζουν την εκπαίδευση αλλά δημιουργήθηκαν για λόγους ψυχαγωγίας και γνωριμιών [121]. Βάσει όμως των χαρακτηριστικών τους, μπορούν να προσαρμοστούν για εκπαιδευτικές δραστηριότητες [117]. Πράγματι μέσα από τη χρήση των 3-D εικονικών κόσμων, προωθείται η βαθιά, εμπιθυστική και αυθεντική μάθηση [122] και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον παραδοσιακό τρόπο εκμάθησης μέσα στην τάξη αλλά και σε μαθήματα εξ' αποστάσεως [116] πετυχαίνοντας την ενεργή συμμετοχή στο μάθημα παρόλο που εκπαιδευτικοί και μαθητές βρίσκονται σε διαφορετικά μέρη αντίστοιχα. Επιπλέον, η χρήση εικονικών κόσμων ως εκπαιδευτικά εργαλεία βοηθάει στην εκμάθηση του προγραμματισμού [123] καθώς προσφέρουν ένα ευχάριστο περιβάλλον συνεργασίας και μάθησης κάτι που είναι πιο δύσκολο να πραγματοποιηθεί με άλλα περιβάλλοντα προγραμματισμού [61].

Ένα ακόμη θετικό χαρακτηριστικό των εικονικών κόσμων είναι ότι στο περιβάλλον τους μπορούν να επιτευχθούν οι ανώτερου επιπέδου δεξιότητες σκέψης (Higher-order thinking skills) όπως ανάλυση, αξιολόγηση, δημιουργία αλλά και οι χαμηλότερου επιπέδου δεξιότητες σκέψης (Low-order thinking skills) όπως εφαρμογή, αντίληψη και μνήμη [124].

Οι εικονικοί κόσμοι προσφέρουν ικανοποίηση στο μαθητή χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι η χρήση τους θα φέρει το επιθυμητό γνωστικό αποτέλεσμα με συνέπεια να θεωρείται σημαντική η καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό του μέσα στον εικονικό κόσμο [125].

Στον αντίποδα, υπάρχουν κάποια εμπόδια στη χρήση των VWs τα οποία δρουν ανασταλτικά ως προς τη χρήση τους και είναι κυρίως τεχνικά ζητήματα. Για παράδειγμα οι απαιτήσεις για καλές ταχύτητες ίντερνετ, η πρόσβαση από εξοπλισμό υψηλής ποιότητας και η απαγόρευση χρήσης του λογισμικού σε δημόσιους υπολογιστές [117] καθώς και το γεγονός ότι συχνά κάποιοι μαθητές απορροφώνται σε μεγάλο βαθμό μέσα στον εικονικό κόσμο ώστε να αποσπώνται από τους στόχους του μαθήματος [126].

Πέρα από τις δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσει ένας μαθητής, είναι δύσκολες οι απαιτήσεις και για τους εκπαιδευτικούς που συχνά δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στις δεξιότητες που χρειάζονται για τη σχεδίαση εικονικών κόσμων όπως για παράδειγμα την κατασκευή εικονικών τάξεων. Επίσης, χρειάζεται αρκετός χρόνος για την υλοποίηση μαθημάτων μέσα στους εικονικούς κόσμους, παραπάνω από ότι στην παραδοσιακή διδασκαλία. Το κόστος των VWs αποτελεί ένα ακόμη πρόβλημα. Για παράδειγμα, ένας μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει δωρεάν τον εικονικό κόσμο Second Life, όμως ένα Ινστιτούτο που θέλει να δημιουργήσει μία προστατευόμενη ιδιωτική περιοχή στην οποία θα γίνονται εκπαιδευτικές δραστηριότητες θα πρέπει να πληρώσει ένα μεγάλο ποσό και φυσικά το κόστος ανεβαίνει ανάλογα με τις παροχές [122].

Second life



Εικόνα 7. Εικονικός κόσμος Second Life

Πηγή: <https://www.seattletimes.com>

Το Second life⁸ ανήκει στην εταιρεία Linden και είναι ένας διαδικτυακός τριών διαστάσεων εικονικός κόσμος ο οποίος προσομοιώνει τον πραγματικό κόσμο, για παράδειγμα περιέχει γρασίδι, θάλασσα, κτίρια, ζώα. Ο χρήστης μπορεί να φτιάξει τους δικούς του χαρακτήρες (άβαταρ) και να αλληλεπιδρά με άλλους χρήστες, μέρη και αντικείμενα. Η πλατφόρμα αυτή έχει το δικό της εικονικό νόμισμα, το Linden, με το οποίο μπορεί να αγοράσει ο χρήστης από ρούχα έως σπίτια που δημιουργούνται και πωλούνται από άλλους χρήστες αλλά παράλληλα μπορεί να ανταλλαχθεί με νόμισμα του πραγματικού κόσμου [127].

Η πλατφόρμα αυτή μπορεί να υποστηρίξει διαδικτυακά χιλιάδες χρήστες ταυτόχρονα [128] και η Linden τονίζει ότι το Second life δεν είναι παιχνίδι καθώς δεν

⁸ <https://secondlife.com/>

έχει προκαθορισμένους στόχους, αλλά είναι μια ανοιχτή εμπειρία για το χρήστη [129]. Αν και απευθύνεται σε χρήστες ηλικίας 18 και άνω, μπορούν υπό προϋποθέσεις, ηλικίες 13 και άνω να τη χρησιμοποιήσουν⁹.

Το Second life δημιουργήθηκε με την προγραμματιστική γλώσσα C++, ωστόσο διαθέτει τη δική του προγραμματιστική γλώσσα Linden Scripting Language (LSL) και μαζί με ένα πρόσθετο 3-D εργαλείο μοντελοποίησης όπως το SLturtles [123], μπορεί ένας χρήστης να δημιουργήσει οτιδήποτε σκεφτεί.

Μέσα από αυτήν την πλατφόρμα, προάγονται η επικοινωνία, η συνεργασία, η δημιουργικότητα και η διαλειτουργικότητα υπό την έννοια ότι οι χρήστες μοιράζονται τις δημιουργίες και τις ιδέες μεταξύ τους χτίζοντας κάτι μεγαλύτερο, έννοιες που είναι δύσκολο να διδαχτούν μέσω του παραδοσιακού τρόπου εκπαίδευσης [128]. Η χρήση άβαταρ αλλά και όλη η εμπειρία της εμπίθυσης, μπορούν να επηρεάσουν συναισθηματικά την εμπειρία του χρήστη κάνοντάς τον να νιώθει ότι ανήκει σε ένα κοινωνικό σύνολο. Ακόμη, η οπτικοποιημένη εμπειρία βοηθά το χρήστη να βρεθεί σε περιβάλλοντα που ίσως θα ήταν δύσκολο να βρεθεί στην πραγματική ζωή λόγω υψηλού κόστους ή πολύπλοκης κατασκευής αλλά και σε περιβάλλοντα που αψηφούν τους νόμους της φυσικής [130].

Αν και το Second Life δεν δημιουργήθηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς, θεωρείται μια ισχυρή πλατφόρμα εικονικού κόσμου που υιοθετείται από πολλούς στην εκπαίδευση [122, 130] και το 2010 μπήκε στη λίστα του Centre for Learning and Performance Technologies ως το κορυφαίο VWs για εκπαιδευτική χρήση [131].

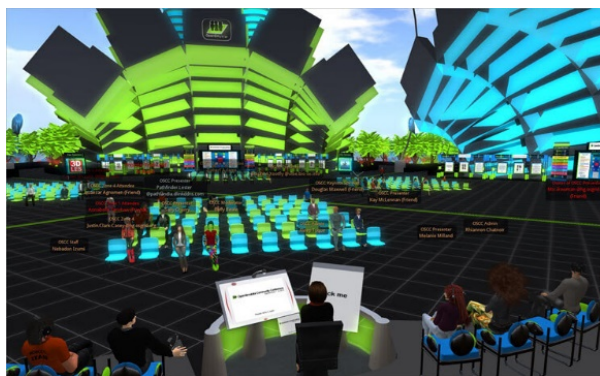
Παρόλο που το Second Life δείχνει να είναι το ιδανικό περιβάλλον για διαδραστική, εμπυθιστική και δημιουργική μάθηση, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που έχουν κάνει αρκετούς εκπαιδευτικούς να αποχωρήσουν από την πλατφόρμα. Η ύπαρξη περιεχομένου ενηλίκων δεν συμβαδίζει με τη χρήση για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οι περιορισμοί στην ηλικία χρήσης (άνω των 18) αναγκάζουν τα Ινστιτούτα και τους οργανισμούς να προχωρήσουν στην αγορά/ενοικίαση ιδιωτικών περιοχών διότι δεν υπάρχει πρόσβαση σε χρήστες χωρίς άδεια αλλά το κόστος αυτών των περιοχών είναι ασύμφορο οικονομικά. Επιπλέον, οι μακρινοί διακομιστές λόγω κακής ποιότητας συχνά μπλοκάρονται από τα τείχη προστασίας των Ινστιτούτων. Τέλος, δεν επιτρέπεται στους χρήστες η αντιγραφή του περιεχομένου που έχουν δημιουργήσει/αγοράσει ώστε να

⁹ https://wiki.secondlife.com/wiki/Linden_Lab_Official:Teens_in_Second_Life

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

χρησιμοποιηθούν εκτός πλατφόρμας [132]. Μία λύση στα παραπάνω προβλήματα είναι η χρήση του λογισμικού OpenSim που θα αναλυθεί παρακάτω.

OpenSimulator / OpenSim (OS)



Εικόνα 8. Λογισμικό OpenSimulator

Πηγή: <https://www.softwaretestinghelp.com/opensim-tutorial/>

Το OpenSim¹⁰, είναι ένα δωρεάν, ανοιχτού κώδικα λογισμικό, μέσω του οποίου μπορεί ο χρήστης να δημιουργήσει ένα εικονικό περιβάλλον ή κόσμο που μπορεί να είναι ταυτόχρονα προσβάσιμο από διαφορετικά προγράμματα προβολής (viewers) του εικονικού κόσμου μέσω πολλαπλών πρωτοκόλλων για την επικοινωνία των δικτύων (OpenSimulator Communication Protocol, OSCP & Second Life Protocol, SLP). Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας δικτύου βοηθούν στην αλληλεπίδραση και τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των προγραμμάτων προβολής και του εικονικού κόσμου.

Το OpenSim, προσομοιώνει εικονικά περιβάλλοντα, παρόμοια με το Second life, μπορεί δηλαδή ο χρήστης με εξωτερικά 3-D εργαλεία να δημιουργήσει οτιδήποτε σκεφτεί ή να χρησιμοποιήσει έτοιμα περιβάλλοντα, άβαταρ και αντικείμενα που έχουν ήδη δημιουργηθεί από άλλους χρήστες. Η συντήρηση και η διαχείρισή του γίνονται τοπικά στον υπολογιστή του χρήστη και δεν χρειάζεται να καταργήσουν λειτουργίες του τείχους προστασίας όπως θα γίνονταν με το Second life¹¹.

Το OpenSim δημιουργήθηκε με την προγραμματιστική γλώσσα C#. Σαν γλώσσες ενεργειών υποστηρίζει τη C# και τη Linden Scripting Language (LSL) του Second Life αλλά διαθέτει και τη δική του προγραμματιστική γλώσσα, την Open Simulator Scripting

¹⁰ http://opensimulator.org/wiki/Main_Page

¹¹ http://opensimulator.org/wiki/Main_Page

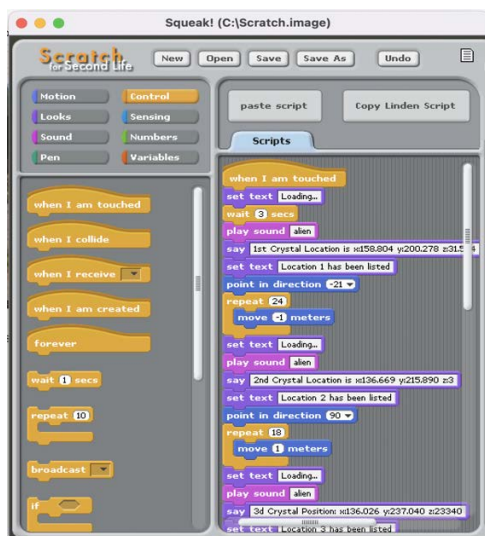
Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

Language (OSSL) που είναι παρόμοια με την LSL, και ο χρήστης μπορεί να δώσει ενέργειες και συμπεριφορές στα αντικείμενα και άβαταρ του εικονικού κόσμου [133].

Τα τελευταία χρόνια, το OS έχει αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τη χρήση του Second Life και θεωρείται ίσως η ιδανική πλατφόρμα για την ανάπτυξη περιβαλλόντων μάθησης [90]. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση 3-D οπτικού εκπαιδευτικού υλικού, μπορεί να βοηθήσει στην αλληλεπίδραση των μαθητών μέσα στις εικονικές τάξεις όπως για παράδειγμα οι 3-D παρουσιάσεις μέσα στο OpenSim που δημιουργούν την αίσθηση ότι ανήκουν μέσα στον εικονικό κόσμο. [134].

Τέλος, προτείνεται το λογισμικό του OpenSim να συνδυαστεί με το λογισμικό Scratch4SL καθώς σύμφωνα με την έρευνα των Pellas & Vosinakis [135], οι μαθητές που χρησιμοποίησαν το OpenSim σε συνδυασμό με το Scratch4SL, ενώ δεν είχαν καλή γνώση του προγραμματισμού, είχαν καλύτερη απόδοση στην εφαρμογή της υπολογιστικής σκέψης, της αλγοριθμικής σκέψης και των στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων σε σχέση με τους μαθητές που χρησιμοποίησαν μόνο το Scratch.

Scratch for OpenSim (S4SL)



Εικόνα 9. Περιβάλλον Scratch4SL

Το S4SL είναι μια έκδοση του Scratch και τροποποιήθηκε από τον Rosenbaum μέλος της ομάδας MIT Lifelong Kindergarten και παρέχει ένα οπτικό προγραμματιστικό περιβάλλον που επιτρέπει την προσθήκη συμπεριφορών και αλληλεπιδράσεων στο OpenSim [136].

Με το S4SL, οι χρήστες σέρνοντας και τοποθετώντας τα χρωματιστά πλακίδια του λογισμικού σε ακολουθία, δημιουργούν ένα πρόγραμμα με τη μορφή ψευδοκώδικα.

Στη συνέχεια ο χρήστης με την επιλογή ενός κουμπιού μετατρέπει τον ψευδοκώδικα του Scratch4SL στην προγραμματιστική γλώσσα LSL και έπειτα αντιγράφει τον κώδικα σε μορφή κειμένου και τον τοποθετεί σε άβαταρ ή αντικείμενα με σκοπό να δώσει σε στατικά αντικείμενα και άβαταρ συμπεριφορές/αλληλεπιδράσεις μέσα στον εικονικό κόσμο [136].

2.2 Ψηφιακή παιγνιδοκεντρική μάθηση

Τα παιχνίδια έχουν μία σημαντική θέση στις ανθρώπινες δραστηριότητες και είναι ένας φυσικός τρόπος για τη δημιουργία γνώσης και δεξιοτήτων [137]. Η σύγχρονη γενιά μαθητών περιβάλλεται από υπολογιστές, κινητά και ηλεκτρονικά παιχνίδια από πολύ μικρή ηλικία [138]. Μόνο η βιομηχανία των βιντεοπαιχνιδιών για το έτος 2023 υπολογίζεται ότι αξίζει περίπου 385 δις δολάρια έχοντας περίπου 2.9 δις ενεργούς χρήστες¹².

Οι εκτεταμένες τεχνολογικές αλλαγές έχουν αποφέρει χάσμα ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς και μαθητές. Παρατηρείται δυσκολία επικοινωνίας και κατανόησης μεταξύ των εκπαιδευτικών και των μαθητών στον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Ο Prensky [138], τοποθετώντας την άποψη του επί του θέματος, χωρίζει σε δύο κατηγορίες μαθητές και εκπαιδευτικούς, οι οποίες είναι οι «ψηφιακοί ιθαγενείς» και οι «ψηφιακοί μετανάστες» αντίστοιχα. Επιπλέον, εισάγει την ιδέα ότι οι μαθητές που μεγάλωσαν στην ψηφιακή εποχή είναι οι «ψηφιακοί ιθαγενείς» ενώ οι εκπαιδευτικοί που έμαθαν τη χρήση υπολογιστή κάποια στιγμή στην ενήλικη ζωή τους, είναι οι «ψηφιακοί μετανάστες».

Οι ψηφιακοί ιθαγενείς έχουν διαφορετικό τρόπο σκέψης και επεξεργασίας της πληροφορίας και οι παραδοσιακές εκπαιδευτικές μέθοδοι δεν είναι τόσο αποτελεσματικές σε εκείνους [138]. Είναι πολύ καλοί με την απασχόληση πολλών καθηκόντων και στην επεξεργασία πολλών πληροφοριών ταυτόχρονα [138, 139]. Παίρνουν γρήγορες αποφάσεις διαβάζοντας τα δεδομένα, κατανοούν τα πολυμέσα και είναι καλά δικτυωμένοι [140]. Προτιμούν την εξερεύνηση ενώ σπάνια θα χρειαστεί να διαβάσουν οδηγίες και δίνουν προτεραιότητα στις εικόνες και τα γραφικά με το κείμενο να θεωρείται βοηθητικό της εικόνας. Επιπλέον, απολαμβάνουν δύσκολα παζλ, σύνθετα αντικείμενα γνώσης και αντιμετωπίζουν τις δραστηριότητες που αφορούν τα ηλεκτρονικά

¹²<https://www.statista.com/outlook/dmo/digital-media/video-games/worldwide>

παιχνίδια καθώς είναι έντονη η ανάγκη για επίδοση αλλά και για νίκη των αντιπάλων [141].

Το ενδιαφέρον και η συμμετοχή των νέων ανθρώπων στα παιχνίδια έρχεται σε αντίθεση με την έλλειψη ενδιαφέροντος που παρατηρείται συχνά στα σχολεία [142] και ο συνδυασμός τους με το διευρυμένο χάσμα μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών, έχουν εμπνεύσει τους ερευνητές να αναζητήσουν νέες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις.

Δεδομένου ότι τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να ενθαρρύνουν την γνωστική σκέψη των μαθητών, οι ερευνητές προσπαθούν στοιχεία παιχνιδιών όπως η ψυχαγωγία, οι προκλήσεις και η συμμετοχή, να τα μεταφέρουν σε εκπαιδευτικά παιχνίδια [143]. Αυτή η προσέγγιση μάθησης είναι η ψηφιακή παιχνιδοκεντρική μάθηση δηλαδή, βασισμένη στο ψηφιακό παιχνίδι μάθησης. Η GBL εστιάζει στην ανάπτυξη παιχνιδιών που σχεδιάζονται για συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους [144] και είναι ένας ψυχαγωγικός και ενθαρρυντικός τρόπος μάθησης καθώς συνδυάζει τη σοβαρή μάθηση και τη διαδραστική διασκέδαση [142]. Περιλαμβάνει από απλές δραστηριότητες έως την ανάπτυξη πολύπλοκων δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων και ενισχύει στους μαθητές το κίνητρο για μάθηση [145]. Ακόμη, σε ένα ψηφιακό εκπαιδευτικό παιχνίδι, τα περιεχόμενα μάθησης παρουσιάζονται γραφικά επιτρέποντας έτσι στους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα έννοιες και να επιλύσουν ερωτήματα με μεγαλύτερη ευκολία. [146]

Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια αυξάνουν την αλληλεπίδραση και κρατούν το ενδιαφέρον του μαθητή για αρκετό διάστημα δίνοντάς του το κίνητρο να μάθει [145]. Επιπλέον του παρέχουν άμεση και εξατομικευμένη ανατροφοδότηση, καθώς διορθώνει τα λάθη του σε πραγματικό χρόνο κάτι που βελτιώνει την εκπαίδευσή του [147]. Άμεση ανατροφοδότηση πρέπει να έχει ο μαθητής και από το δάσκαλό του ανάλογα με τα αποτελέσματα του παιχνιδιού [148]. Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια απαιτούν συνήθως ενεργή συμμετοχή, επίλυση προβλημάτων και λήψη αποφάσεων, αναπτύσσοντας έτσι ο χρήστης τις δεξιότητες της κριτικής σκέψης, του βαθύτερου τρόπου σκέψης και των γνωστικών δεξιοτήτων [145, 149]. Επιπροσθέτως, μπορούν ακόμη να αποδώσουν μια πιο προσωποποιημένη εμπειρία εκμάθησης ανάλογη με τις ανάγκες του μαθητευόμενου [150], και οι μαθητευόμενοι, μέσα από τα παιχνίδια μαθαίνουν να συνεργάζονται μεταξύ τους για την επίλυση προβλημάτων και την πραγματοποίηση κοινών στόχων [148].

Η παιχνοκεντρική μάθηση, έχει φανεί από μελέτες ότι θα μπορούσε να είναι πιο αποτελεσματική από την παραδοσιακή μάθηση σχετικά με το κίνητρο των μαθητών σε διάφορα πεδία και επιπλέον οι μαθητές τη βρίσκουν πιο διασκεδαστική και παρακινητική [151, 149]. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η αποτυχία σε ένα περιβάλλον παιχνιδιού σε σύγκριση με παραδοσιακές εκπαιδευτικές μεθόδους είναι πιο αποδεκτή, χωρίς να απειλεί τον εγωισμό, αλλά απλά ενθαρρύνει τον παίκτη να επαναλάβει και να προσπαθήσει ξανά [152].

Μέσα από την παιχνοκεντρική μάθηση προκύπτουν δύο βασικές παιδαγωγικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη και εφαρμογή των υπολογιστικών και προγραμματιστικών εννοιών αλλά και της επίλυσης προβλημάτων: α) μέσω της σχεδίασης παιχνιδιού όπου ο χρήστης δημιουργεί ένα παιχνίδι [153, 154] ή β) μέσω της χρήσης του παιχνιδιού όπου ο χρήστης παίζει ένα παιχνίδι [145]. Σε αυτές τις μεθόδους της παιχνοκεντρικής μάθησης συμβάλλει η χρήση των VPEs και VWs καθώς προσφέρουν το ιδανικό περιβάλλον για σχεδίαση και χρήση των παιχνιδιών.

Ο σχεδιασμός παιχνιδιών στην εκπαίδευση, είναι μία προσέγγιση που επιτρέπει στους μαθητές να σκέφτονται υπολογιστικά καθώς αλληλεπιδρούν με εργασίες επίλυσης προβλημάτων [154], να συμμετέχουν ενεργά στις δραστηριότητες εκμάθησης αλλά και να αυξάνουν τη δημιουργικότητά τους [155, 156].

Από την άλλη, η χρήση των παιχνιδιών στην εκπαίδευση προσφέρει ένα αποτελεσματικό περιβάλλον εκπαίδευσης διότι παρέχουν α) ενεργή μάθηση όπου μέσω της ενεργής συμμετοχής του στο παιχνίδι ο μαθητής λαμβάνει νέα γνώση, β) άμεση ανατροφοδότηση που βελτιώνει τη μάθηση και την αυτοπεποίθηση, γ) κίνητρο στο μαθητή μέσω της επιβράβευσης, δ) προσαρμοσμένη μάθηση στις ανάγκες του μαθητή, ε) κοινωνικό περιβάλλον διότι επιτυγχάνεται η επικοινωνία και η συνεργασία των μαθητών σε δραστηριότητες, στ) μεταφορά γνώσης που αποκτήθηκε από τα παιχνίδια, σε άλλα πεδία μάθησης, ζ) αυξανόμενα επίπεδα δυσκολίας που προσφέρουν στο μαθητή σταδιακή πρόοδο, η) δυνατότητα στους μαθητές να αξιολογήσουν τις δεξιότητές τους και να συγκριθούν με άλλους παίκτες [157].

Παρόλο που η παιχνοκεντρική μάθηση φαίνεται να είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος εκμάθησης σε διάφορους τομείς της εκπαίδευσης, παρατηρείται ότι με τη χρήση παιχνιδιών στην τάξη αφιερώνεται πολύς χρόνος μέχρι να μπορέσουν οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές να καθοδηγηθούν στο παιχνίδι με άνεση και αυτοπεποίθηση [158]. Επιπλέον υπάρχουν εκείνοι που συσχετίζουν αρνητικά τη χρήση των ηλεκτρονικών

παιχνιδιών θεωρώντας ότι είναι απειλή στην σωστή κοινωνική συμπεριφορά [159]. Για παράδειγμα, διάφορες μελέτες έχουν δείξει μία σύνδεση μεταξύ συγκεκριμένου περιεχομένου βιντεοπαιχνιδιών που κατηγορούνται για την επιθετικότητα ή παρεμβατική συμπεριφορά [160]. Αυτή η σύνδεση έχει στιγματοποιήσει τα βιντεοπαιχνίδια στη συλλογική σκέψη αρκετών γονέων και εκπαιδευτών. Έτσι, για την αποτελεσματική χρήση της παιχνοκεντρικής μάθησης στην τάξη, η Deubel [148], προτείνει τη χρήση μη-βίαιων παιχνιδιών τα οποία σχετίζονται με το παιδαγωγικό πλαίσιο και διευκολύνουν το σχεδιασμό και την επίλυση προβλημάτων. Επιπλέον, θεωρεί ιδανικά τα παιχνίδια ρόλων, προσομοιώσεις και περιπετειώδη παιχνίδια καθώς φαίνεται ότι βοηθούν στην ανάπτυξη αρκετών δεξιοτήτων [148] και έχουν αρκετά εκπαιδευτικά στοιχεία σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη παιχνιδιών [161].

2.2.1 Σχεδιασμός παιχνιδιών

Ο σχεδιασμός και η επίδραση των δημοφιλών παιχνιδιών και βιντεοπαιχνιδιών αποτελούν αντικείμενο έρευνας για πολλούς εκπαιδευτικούς ερευνητές ώστε να ανακαλύψουν πώς ορισμένα χαρακτηριστικά και στοιχεία παιχνιδιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εκπαιδευτικά παιχνίδια [162, 163, 164]. Ο Mc Gonigal [165], επισημαίνει ότι «Σε ένα καλό παιχνίδι ο παίκτης πρέπει να παίζει πάντα στα όρια των ικανοτήτων του, και όταν πράγματι αποτύχει, θα νιώθει την ανάγκη να παίζει ξανά».

Σύμφωνα με τον Prensky στον σχεδιασμό παιχνιδιών, υπάρχουν έξι δομικά στοιχεία [163]:

1. Στόχοι : Τα παιχνίδια έχουν έναν η παραπάνω στόχους τους οποίους ένας παίκτης πρέπει να πραγματοποιήσει με σκοπό την εξέλιξη ή νίκη του παιχνιδιού. Οι στόχοι όταν υλοποιούνται προσδίδουν το αίσθημα επιτυχίας και ικανοποίησης.
2. Κανόνες: Τα παιχνίδια έχουν ένα σετ από κανόνες οι οποίοι καθορίζουν τί επιτρέπεται στο παιχνίδι και επηρεάζουν τον τρόπο λειτουργίας και τις αποφάσεις των παικτών όπως επίσης και το επίπεδο δυσκολίας του παιχνιδιού. Η χρήση κανόνων βοηθάει στην καθοδήγηση, παρότρυνση και συμμόρφωση του παίκτη. Συχνά ο παίκτης αντιλαμβάνεται τους κανόνες χωρίς να τους γνωρίζει εξ αρχής.

3. Ανατροφοδότηση: Η ανατροφοδότηση μπορεί να είναι οπτικού ή ακουστικού περιεχομένου και ενημερώνει τους παίκτες σχετικά με την πρόοδο τους μέσα στο παιχνίδι.
4. Ανταγωνισμός/Απαιτήσεις: Ο ανταγωνισμός και οι απαιτήσεις μπορούν να δημιουργήσουν το αίσθημα του ενθουσιασμού και της αλληλεπίδρασης μέσα στο παιχνίδι.
5. Αλληλεπίδραση: Η αλληλεπίδραση αναφέρεται στους τρόπους με τους οποίους ο παίκτης απασχολείται μέσα στο παιχνίδι αλλά και στη δραστηριότητά του με τους υπόλοιπους παίκτες, οι οποίοι περιλαμβάνουν την επικοινωνία, τη συνεργασία και τον ανταγωνισμό. Η αλληλεπίδραση βοηθάει επίσης στην εμπύθυση του παίκτη μέσα στο παιχνίδι.
6. Ιστορία: Ο τρόπος παρουσίασης της ιστορίας του παιχνιδιού. Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται μπορούν να είναι οπτικά, ακουστικά και αφηγηματικά και μπορούν να δημιουργήσουν το αίσθημα της απορρόφησης αλλά και της συναισθηματικής εμπλοκής του παίκτη με το παιχνίδι. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκμάθηση περιεχομένου και δεξιοτήτων.

Αυτά είναι τα έξι βασικά στοιχεία ενός παιχνιδιού για την δημιουργία διαδραστικών και αποτελεσματικών εμπειριών μάθησης. Κατανοώντας και αξιοποιώντας αυτά τα στοιχεία, οι σχεδιαστές παιχνιδιών μπορούν να δημιουργήσουν παιχνίδια τα οποία είναι ταυτόχρονα διασκεδαστικά και εκπαιδευτικά βοηθώντας έτσι τους μαθητές να αναπτύξουν σημαντικές δεξιότητες και γνώσεις [163].

Εξίσου σημαντικό είναι και το *gameplay*, όπου θεωρείται ότι είναι οι προκλήσεις του παιχνιδιού μέσα σε ένα προσομοιωμένο περιβάλλον αλλά και οι ενέργειες του παίκτη για να την αντιμετωπίσει τους [166]. Πολύ συχνά τα εκπαιδευτικά παιχνίδια αποτυγχάνουν να είναι ελκυστικά στο χρήστη διότι τα εκπαιδευτικά στοιχεία του παιχνιδιού εκτοπίζουν το *gameplay*. Πρέπει να υπάρχει ισορροπία ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς στόχους και το *gameplay* ώστε να είναι το παιχνίδι ελκυστικό για τον παίκτη αλλά και αποτελεσματικό στην εκμάθηση [167].

Σε ένα ιδανικό εκπαιδευτικό παιχνίδι, οι μαθητές μαθαίνουν πώς να επιλύουν σύνθετα προβλήματα. Τα προβλήματα αρχικά είναι εύκολα αλλά σταδιακά όσο εξελίσσονται οι ικανότητες των παικτών μέσα στο παιχνίδι γίνονται πολύπλοκα. Επίσης, οι παίκτες ενθαρρύνονται να μάθουν μέσα από την εξερεύνηση. Οι στόχοι του παιχνιδιού

είναι προφανείς και οι πληροφορίες γίνονται διαθέσιμες στους παίκτες την κατάλληλη στιγμή ώστε να πετύχουν το στόχο τους [168].

Οι περισσότεροι γονείς πιθανότατα θα ήταν πιο υποστηρικτικοί στη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών, αν ήταν σίγουροι ότι τα παιχνίδια βοηθούν τα παιδιά τους σε αρκετούς τομείς στο σχολείο. Τα παιχνίδια όταν είναι σωστά σχεδιασμένα, έχουν πολλά οφέλη για τους μαθητές και πρέπει να διαλέγονται προσεκτικά όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία εκμάθησης. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να λαμβάνουν υπ' όψη: α) την ηλικία των μαθητών, φύλο, ανταγωνιστικότητα, εμπειρία με τα παιχνίδια, β) τις ηλικίες στις οποίες απευθύνεται το παιχνίδι, γ) τα παιδιά με ειδικές ανάγκες να μπορούν να απασχοληθούν επίσης, δ) το φύλο και φυλετική ποικιλομορφία (γλώσσα, επιλογή χαρακτήρα άβαταρ κ.α.), ε) τον αριθμό παικτών στ) τον παθητικό ή ενεργό ρόλο εκπαιδευτικού για το συγκεκριμένο παιχνίδι [148], ζ) το ρόλο της τύχης, η) τη διάρκεια παιχνιδιού, θ) το περιβάλλον (πχ προετοιμασία καθηγητών για την ενσωμάτωση παιχνιδιών στο πρόγραμμα σπουδών) [163].

Μέσα από τα ηλεκτρονικά παιχνίδια ο παίκτης μπορεί να οδηγήσει γρήγορα αυτοκίνητα, να συμμαχήσει με άλλες μορφές ζωής, να κατασκευάσει σπίτια σε έναν αρχαίο πολιτισμό και γενικά να βιώσει εμπειρίες που δεν θα ήταν εφικτές στην πραγματική ζωή. Σε ένα βαθύτερο γνωστικό επίπεδο όμως, οι παίκτες μαθαίνουν να συγκεντρώνουν πληροφορίες από πολλές πηγές, να παίρνουν γρήγορες αποφάσεις, να αντιλαμβάνονται πολύπλοκα συστήματα και να δημιουργούν στρατηγικές για να ξεπεράσουν προβλήματα [142].

2.2.2 Flow και GameFlow

Τα παιχνίδια είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να δημιουργούν μία θετική συναισθηματική κατάσταση στον παίκτη και είναι πιο επιτυχημένα και ελκυστικά για τον παίκτη όταν διευκολύνουν την εμπειρία του flow [167]. Το flow είναι μια από τις πιο ευχάριστες εμπειρίες των ηλεκτρονικών παιχνιδιών καθώς εμβιθίζουν τον παίκτη στο παιχνίδι και ενώ είναι απορροφημένος προσπαθεί να ξεπεράσει εμπόδια, να επιλύσει προβλήματα και γενικά να υλοποιήσει τους στόχους του παιχνιδιού και τίποτα άλλο δεν έχει σημασία πέρα από αυτό για τον παίκτη [169].

Κατά τη διάρκεια του flow οι παίκτες εισέρχονται σε μία ψυχολογική κατάσταση κατά την οποία έχουν σημαντικά μεγάλη αλληλεπίδραση και εμπύηση στο παιχνίδι αλλά ταυτόχρονα μαθαίνουν μέσα από αυτό [168].

Η κατάσταση του flow έχει τα εξής χαρακτηριστικά: α) ισορροπία μεταξύ των απαιτήσεων του παιχνιδιού και των δυνατοτήτων του παίκτη, β) άμεση και ξεκάθαρη ανατροφοδότηση, γ) έντονη συγκέντρωση στην τρέχουσα δραστηριότητα, δ) συγχώνευση δράσης και επίγνωσης (δηλαδή οι πράξεις συμβαίνουν αυτόματα), ε) απώλεια αυτοσυνείδησης, στ) πλήρης έλεγχος των πράξεων, ζ) απώλεια αίσθησης του χρόνου, η) αυτοτελής δραστηριότητα (η συμμετοχή στη δραστηριότητα είναι αυτοσκοπός) και θ) ξεκάθαροι στόχοι [170, 171]

Οι Shernoff et al. [172] όταν χρησιμοποίησαν τη θεωρία του flow για να εξετάσουν την αλληλεπίδραση των μαθητών του γυμνασίου, παρατήρησαν ότι οι μαθητές εμπλέκονταν περισσότερο στη μάθηση όταν οι προκλήσεις ήταν κατάλληλες και όταν οι δικές τους δεξιότητες ταίριαζαν με το επίπεδο των απαιτήσεων. Αυτό υποδηλώνει ότι το κίνητρο και η αλληλεπίδραση είναι πιο έντονα στους μαθητές όταν απασχολούνται με απαιτητικές εργασίες αλλά ταυτόχρονα υλοποιήσιμες για τις ικανότητές τους. Επιπλέον όταν οι απαιτήσεις είναι αρκετά εύκολες, χάνεται το ενδιαφέρον ενώ όταν είναι πολύ δύσκολες, προκαλείται σύγχυση και απογοήτευση. Έτσι, συμπεραίνεται ότι όταν το επίπεδο δυσκολίας ταιριάζει με τις ικανότητες του μαθητή, τότε αισθάνεται ικανοποίηση [173] κάτι που επιβεβαιώνει την έρευνα [172].

Οι Sweetser & Wyeth [169], εφάρμοσαν τη θεωρία του flow στα παιχνίδια με σκοπό να δώσουν ορισμό στο αίσθημα διασκέδασης που νιώθει ο παίκτης κατά την ασχολία του με αυτά. Έτσι δημιουργήθηκε το μοντέλο GameFlow το οποίο αποτελείται από τα ακόλουθα οκτώ χαρακτηριστικά: συγκέντρωση (ο παίκτης θα πρέπει να μπορεί να συγκεντρώνεται και το παιχνίδι θα πρέπει να τον διευκολύνει σε αυτό), δεξιότητες (το παιχνίδι πρέπει να βοηθάει στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων του παίκτη), έλεγχος (ο παίκτης πρέπει να νιώθει την αίσθηση ότι ελέγχονται οι κινήσεις του μέσα στο παιχνίδι), σαφείς στόχοι (πρέπει να υπάρχουν ξεκάθαροι στόχοι), ανατροφοδότηση (πρέπει να υπάρχει άμεση ανατροφοδότηση, πχ σύστημα πόντων), εμπίθυση (η συμμετοχή στη δραστηριότητα είναι αυτοσκοπός, η ιστορία και οι ήχοι του παιχνιδιού πρέπει να υπάρχουν καθώς κρατούν τον παίκτη στην κατάσταση της εμπίθυσης), κοινωνική αλληλεπίδραση (επικοινωνία και σχέσεις μεταξύ των παικτών) και πρόκληση (θα πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ των δεξιοτήτων του παίκτη και των απαιτήσεων του παιχνιδιού το οποίο συμπεριλαμβάνει και την κλιμακωτή δυσκολία).

Επιτρέποντας στους συμμετέχοντες να συγκεντρώνονται και να αγνοούν άσχετες σκέψεις, η εμπειρία του flow τους κάνει να αισθάνονται ικανοποίηση, κάτι που είναι θετικό για την μάθηση [174].

Τα ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά παιχνίδια έχουν μεγάλο ποσοστό επιτυχίας όταν σχεδιάζονται προσεκτικά με σκοπό να αντιμετωπίσουν ένα συγκεκριμένο πρόβλημα ή να διδάξουν μια συγκεκριμένη δεξιότητα. Στη σημερινή εποχή όλοι αναζητούν κάποιο είδος διασκέδασης και ακόμη και εκείνοι που δεν είναι τακτικοί παίκτες, παίζουν επίσης παιχνίδια περιστασιακά. Μπορεί για παράδειγμα να παίζουν παιχνίδια στο κινητό βελτιώνοντας έτσι κάποια δεξιότητα. Κατά ένα τρόπο τα βιντεοπαιχνίδια αναγκάζουν τους ανθρώπους να μάθουν κάτι παίζοντάς τα. Όταν τα παιχνίδια επιλέγονται σωστά, βοηθούν στη βελτίωση των γνωστικών δεξιοτήτων, στη διαχείριση χρόνου και στη λήψη αποφάσεων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της νοημοσύνης τους στην επίλυση προβλημάτων και στη γνωστική σκέψη [175].

2.3 Κατηγοριοποίηση παιχνιδιών

Τα είδη παιχνιδιών είναι πολλά και η βιομηχανία παιχνιδιών, οι ακαδημαϊκοί και οι προγραμματιστές παιχνιδιών χρησιμοποιούν μία πληθώρα χαρακτηριστικών ώστε να κατηγοριοποιήσουν τα παιχνίδια, ωστόσο η πλειοψηφία συμφωνεί σε επτά είδη [176]:

1. Παιχνίδια δράσης: Το παιχνίδι αποτελείται από αποστολές και δίνει έμφαση στις φυσικές προκλήσεις, βασίζονται στην αντίδραση.
2. Παιχνίδια περιπέτειας: Απαιτούν την επίλυση προβλημάτων με ελάχιστη ή καθόλου δράση.
3. Παιχνίδια πάλης: Περιλαμβάνουν πάλη ανάμεσα σε παίκτες ή ανάμεσα σε έναν παίκτη και χαρακτήρες που ελέγχονται από υπολογιστή.
4. Παιχνίδια ρόλων: Οι παίκτες χειρίζονται έναν ή πολλούς φανταστικούς χαρακτήρες εξερευνώντας έναν φανταστικό κόσμο.
5. Παιχνίδια προσομοίωσης: Ο παίκτης πρέπει να υλοποιήσει στόχους σε περιβάλλοντα και γεγονότα που προσομοιώνουν τον πραγματικό κόσμο.
6. Παιχνίδια αθλημάτων: Βασίζονται σε διάφορα είδη αθλημάτων.
7. Παιχνίδια στρατηγικής: Ο παίκτης πρέπει να χρησιμοποιήσει στρατηγική και επιδέξια σκέψη σε παιχνίδια με ιστορικό ή φανταστικό σενάριο, για να

μπορέσει να υλοποιήσει τους στόχους του παιχνιδιού. Συνήθως πρέπει να μαντέψει τις σκέψεις και τις επόμενες κινήσεις του αντιπάλου.

Στην ευρεία κατηγορία των εκπαιδευτικών παιχνιδιών υπάρχουν πολλοί τεχνολογικοί τύποι που συμπεριλαμβάνουν τα εκπαιδευτικά παιχνίδια σοβαρού σκοπού (SEGs), τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού (SGs) και τα εκπαιδευτικά παιχνίδια προσομοίωσης (ES) κ.α.

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να εκπαιδεύουν χρησιμοποιώντας παραδείγματα του πραγματικού κόσμου. Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια σοβαρού σκοπού, είναι παρόμοια με τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού, με τη διαφορά ότι τα εκπαιδευτικά παιχνίδια σοβαρού σκοπού χρησιμοποιούν συγκεκριμένες παιδαγωγικές μεθόδους ώστε όχι μόνο να εκπαιδεύσουν αλλά και να διδάξουν περιεχόμενο [177]. Σε αντίθεση, οι προσομοιώσεις καθορίζονται ως παιχνίδια που αναπαριστούν πραγματικές καταστάσεις και λειτουργούν ως εξάσκηση για διάφορα γεγονότα του πραγματικού κόσμου [178].

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού και οι προσομοιώσεις περιλαμβάνουν πολλά στοιχεία που τις διαφοροποιούν, έχουν όμως ένα κοινό χαρακτηριστικό, είναι τεχνολογίες μάθησης που χρησιμοποιούνται σε εικονικό κόσμο στην παιχνιδιοκεντρική μάθηση [179].

2.3.1 Παιχνίδια σοβαρού σκοπού

Ο όρος «παιχνίδια σοβαρού σκοπού» (serious games) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1970 από τον Abt για ένα παιχνίδι με κάρτες [180], ενώ σήμερα χρησιμοποιείται για ψηφιακά παιχνίδια και τέθηκε σε ευρεία χρήση από την Serious Games Initiative το 2002.

Σύμφωνα με το βιβλίο «Serious Games» των Dörner et al [181], τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού δημιουργήθηκαν για να ψυχαγωγήσουν και ταυτόχρονα να επιτύχουν τουλάχιστον έναν επιπλέον στόχο (πχ απόκτηση μάθησης) [181] αλλά είναι πολλοί εκείνοι που θεωρούν ότι τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού, δεν έχουν σαν κύριο στόχο τη διασκέδαση ή την απόλαυση [182, 183]. Σε άλλους ορισμούς τα εκπαιδευτικά παιχνίδια

σοβαρού σκοπού ορίζονται από τις προθέσεις του παίκτη και όχι από την σκοπιμότητα του σχεδιαστή παιχνιδιών [181].

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι τα SGs δεν είναι κατηγορία παιχνιδιών, μπορεί για παράδειγμα να είναι ένα παιχνίδι ρόλων ή ένα παιχνίδι προσομοίωσης [181] όπως επίσης πρέπει να διαχωριστούν και από την παιχνιδοκεντρική μάθηση [184].

Η ανάπτυξη των SGs περιλαμβάνει δυο βασικά στοιχεία: το σχεδιασμό παιχνιδιού και την παραγωγή παιχνιδιού. Ο σχεδιασμός παιχνιδιού περιλαμβάνει οτιδήποτε αφορά την εσωτερική δομή και την εξωτερική εμφάνιση του παιχνιδιού εντούτοις, η παραγωγή παιχνιδιού αφορά τα στοιχεία της κατασκευής του παιχνιδιού [181].

Στο σχεδιασμό των παιχνιδιών, πρέπει να ληφθούν υπόψιν τρία σημαντικά χαρακτηριστικά, η “μηχανική παιχνιδιού”, η “ εμπειρία του παιχνιδιού” και οι “κανόνες”. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθορίζουν τον τρόπο αλληλεπίδρασης των παικτών αλλά και τη λειτουργία του παιχνιδιού. Η μηχανική παιχνιδιού αφορά στους τρόπους αλληλεπίδρασης των παικτών με το παιχνίδι σύμφωνα με τους υπάρχοντες κανόνες ή την τρέχουσα κατάσταση που επικρατεί εκείνη τη στιγμή στο παιχνίδι [181]. Αυτοί οι τρόποι αλληλεπίδρασης μπορούν για παράδειγμα να είναι πόντοι, επίπεδα, βαθμολογικοί πίνακες, αποστολές και παρακινούν τον παίκτη να προσπαθεί να επιτύχει τους στόχους του παιχνιδιού [185]. Η εμπειρία του παιχνιδιού αναφέρεται στη συνολική εμπειρία του παίκτη που παίζει ένα παιχνίδι, η οποία περιέχει τις εμπειρίες και αλληλεπιδράσεις που συμβαίνουν ανάμεσα στον παίκτη και στο παιχνίδι. Τέλος, οι κανόνες είναι κανονισμοί ή ρυθμίσεις που θέτουν περιορισμούς στο παιχνίδι, δηλαδή καθορίζουν τί είναι επιτρεπτό [181].

Η παραγωγή παιχνιδιού αφορά στον τρόπο με τον οποίο κατασκευάζεται ένα παιχνίδι. Δύο σημαντικά χαρακτηριστικά στην παραγωγή παιχνιδιού είναι η «παραγωγή περιεχομένου» και ο «προγραμματισμός παιχνιδιού». Το περιεχόμενο παράγεται από το συνδυασμό της τεχνολογίας παιχνιδιών και της γνώσης συγκεκριμένων τομέων ενώ ο προγραμματισμός παιχνιδιών αφορά στη χρήση κατάλληλων συσκευών και λογισμικού που αποτελούνται από αισθητήρες, διεπαφές και πολυμέσα, αλγορίθμους και προγραμματιστικές έννοιες [181].

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού περιλαμβάνουν παιχνίδια για την υγεία, εκπαίδευση, διαφήμιση, πολιτικά, παιχνίδια εκμάθησης κ.α. Μάλιστα, τα τελευταία χρόνια το πιο δημοφιλές πεδίο χρήσης των SGs είναι η εκπαίδευση όπου χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν τους μαθητές να μάθουν αλλά και να εξελίξουν

δεξιότητες που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο θέμα. Επιπλέον, είναι αλληλεπιδραστικά και διαδραστικά ώστε να θεωρούνται αποτελεσματικά εργαλεία στην ενίσχυση της διδασκαλίας [144].

Υπάρχουν αρκετοί και σημαντικοί παράγοντες ώστε τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού να χρησιμοποιούνται σαν εργαλεία για την επίτευξη διαφορετικών στόχων [181]:

1) Προσφέρεται διασκέδαση μέσα από αυτά.

2) Τα συγκεκριμένα παιχνίδια μέσα από μία διασκεδαστική εμπειρία μπορούν να δώσουν κίνητρο στους χρήστες και να προκαλέσουν ενδιαφέρον ή περιέργεια.

3) Οι δημιουργοί των SGs μπορούν να προσεγγίσουν τους χρήστες σε συναισθηματικό επίπεδο. Ένα καλό παιχνίδι θα έπρεπε να προκαλεί αγωνία, ενδιαφέρον, εμπάθεια, άγχος, πρόκληση, ικανοποίηση με αποτέλεσμα όλα αυτά τα συναισθήματα να οδηγούν στην εμπλοκή του παίκτη, την αφοσίωση και την προσπάθεια για την επίτευξη των στόχων του παιχνιδιού.

4) Σε ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού, το επίπεδο πραγματοποίησης των στόχων είναι πιο υψηλό από ότι στα υπόλοιπα παιχνίδια. Ένας λόγος που συμβαίνει αυτό είναι διότι τα SGs ενθαρρύνουν τη διαρκή μάθηση [183].

5) Τα SGs παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση και ικανότητα προσαρμογής. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες αναγνωρίζουν σε πραγματικό χρόνο σε ποια θέματα πρέπει να βελτιωθούν και να προσαρμόσουν τη συμπεριφορά τους.

6) Τα SGs είναι πολύ χρήσιμα όταν δεν υπάρχουν άλλα εργαλεία διαθέσιμα για να επιτύχουν ένα συγκεκριμένο στόχο. Για παράδειγμα μπορούν να δημιουργήσουν έναν υποθετικό κόσμο με τον οποίο οι χρήστες θα αλληλεπιδρούν και θα τους παρουσιάζονται προβλήματα που πρέπει να επιλύσουν με τη δημιουργία στρατηγικών, κάτι που επιφέρει την αύξηση της αυτοπεποίθησης, εάν επιτύχουν [181].

Ένα ακόμη θετικό χαρακτηριστικό των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού είναι πως βοηθούν τον μαθητή να έρθει σε επαφή εικονικά με επικίνδυνα ή ανεξέλεγκτα περιβάλλοντα του πραγματικού κόσμου αλλά πάντοτε με ασφάλεια για τον παίκτη μέσα στο παιχνίδι [203].

Τα SGs έχουν αποδειχθεί αδιαμφισβήτητα πιο αποτελεσματικά από την εκμάθηση χωρίς χρήση παιχνιδιού καθώς οι μαθητές παρέμειναν απασχολημένοι για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη απόδοση [204].

Στο πεδίο της υπολογιστικής σκέψης, σύμφωνα με έρευνα [205] παρατηρήθηκαν πολλαπλά οφέλη. Ο συνδυασμός της παιχνιδοκεντρικής μάθησης και των παιχνιδιών

σοβαρού σκοπού, απέφερε στους μαθητές την ανάπτυξη των δεξιοτήτων της λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων, βελτίωση συνεργασίας και επικοινωνίας με τους συμμαθητές και βελτίωση διαδικασίας μάθησης μέσω ανατροφοδότησης και επιβράβευσης, στοιχεία που υπάρχουν στα σωστά σχεδιασμένα παιχνίδια σοβαρού σκοπού.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού πρέπει να είναι υποστηρικτικός και καθοδηγητικός στην περίπτωση που οι μαθητές δεν μπορούν να «περάσουν» στο επόμενο στάδιο και να τους προτείνει ενέργειες που αφορούν το παιχνίδι. Οι εκπαιδευτικοί καθοδηγούν τους μαθητές καθιστώντας σαφείς τους κανόνες του παιχνιδιού και τους στόχους και παρέχουν κατευθύνσεις για το πως μπορούν να υλοποιηθούν. Μάλιστα μπορούν να παρατηρούν τις ενέργειες των μαθητών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ώστε να μην διακόπτουν την αφοσίωση του μαθητή στο παιχνίδι και να αναλαμβάνουν μια πιο παθητική στάση [186]. Επιπλέον, προκειμένου να διευκολύνουν τη διαδικασία της μάθησης, σχεδιάζουν δραστηριότητες που επικεντρώνονται στη συμμετοχή και την αξιολόγηση των μαθητών μέσα στο παιχνίδι. Πέραν αυτού, οι εκπαιδευτικοί συμβάλλουν στη διαδικασία έτσι ώστε το παιχνίδι να συνδυάζεται με το μάθημα με απόλυτη φυσικότητα, χωρίς καμία διαταραχή από το χώρο ή το σχεδιασμό του παιχνιδιού [187, 188].

2.3.2 Προτεινόμενο σχεδιαστικό πλαίσιο παιχνιδιών σοβαρού σκοπού

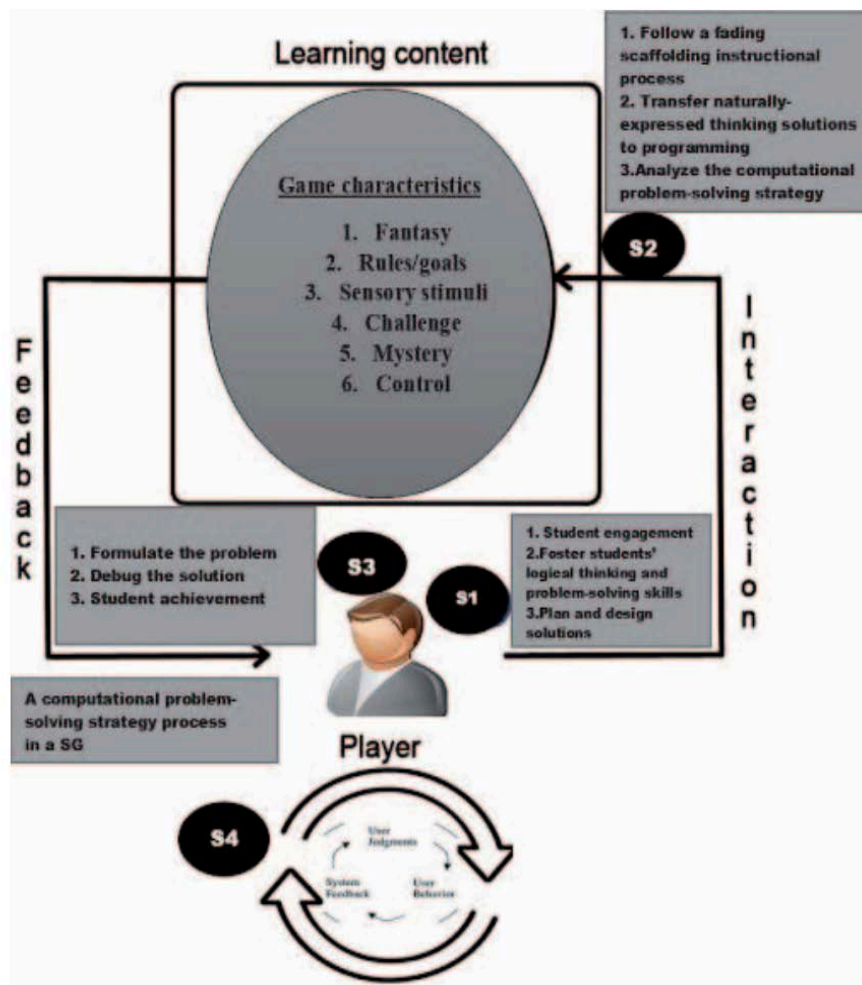
Οι Pellas & Vosinakis [61], ανέπτυξαν ένα πλαίσιο με οδηγίες για το σχεδιασμό παιχνιδιών σοβαρού σκοπού με στόχο την ανάπτυξη υπολογιστικών δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων, χρησιμοποιώντας έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών σε συνδυασμό με συγκεκριμένες μαθησιακές δραστηριότητες:

1. *Παρακίνηση μαθητών για ενεργή συμμετοχή στις δραστηριότητες μάθησης:*
Η διάσπαση ενός μεγάλου προβλήματος σε επιμέρους τμήματα παρακινεί περισσότερο το μαθητή να ασχοληθεί με την επίλυσή του διότι γίνονται πιο ξεκάθαροι οι στόχοι του.
2. *Προσομοίωση ενός αυθεντικού προβλήματος:* Η οπτική αναπαράσταση των δεδομένων στην έναρξη της διαδικασίας της επίλυσης του προβλήματος, μπορεί να βοηθήσει το μαθητή να οργανώσει τις σκέψεις του έχοντας ένα πλάνο και γνωρίζοντας ακριβώς τί έχει να αντιμετωπίσει.
3. *Ανατροφοδότηση από το σύστημα για τις ενέργειες του χρήστη:* Είναι σημαντικό το παιχνίδι να παρέχει οπτική ή ακόμη και ακουστική ανατροφοδότηση για τις ενέργειες του χρήστη.

4. *Ανάπτυξη υπολογιστικών πρακτικών*: Το παιχνίδι πρέπει να δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύσσουν υπολογιστικές στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων μέσω της μεθόδου βήμα προς βήμα.
5. *Εφαρμογή σχεδιαστικών προτύπων*: Οι μαθητές μπορούν να εφαρμόσουν σχεδιαστικά πρότυπα για τις ιδέες τους ως προς την επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιώντας προγραμματιστικές δομές και κώδικα, μέσα σε έλεγχο ροής (if).

Επιπλέον, σύμφωνα με το ίδιο πλαίσιο, τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού πρέπει να αποτελούνται από κάποια χαρακτηριστικά τα οποία είναι τα εξής:

1. *Φαντασία*: Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού πρέπει να προσφέρουν στους μαθητές προσομοιωμένες διαδικασίες και περιβάλλοντα του πραγματικού κόσμου που υπό άλλες συνθήκες θα ήταν δύσκολο να πραγματοποιηθούν στον πραγματικό κόσμο.
2. *Κανόνες/Στόχοι*: Σε ένα SG πρέπει να υπάρχουν ξεκάθαροι κανόνες και στόχοι.
3. *Απαιτήσεις/Προκλήσεις*: Τα παιχνίδια πρέπει να έχουν δυσκολία η οποία ανεβαίνει σταδιακά, πολλαπλούς στόχους, ανατροφοδότηση, σκορ και οτιδήποτε άλλο θα γνωστοποιεί στον παίκτη την επίδοσή του στο παιχνίδι ώστε να τον κρατούν προσηλωμένο στους στόχους του.
4. *Μυστήριο*: Οι προσομοιώσεις που έχουν χαρακτηριστικά παιχνιδιών όπως για παράδειγμα σύστημα πόντων ή κανόνες, μοιάζουν με παιχνίδια. Αυτά τα χαρακτηριστικά του παιχνιδιού πιθανότατα να προκαλέσουν την περιέργεια του παίκτη για την απόδοσή του, καθώς δεν τα συναντάει στην πραγματική ζωή.
5. *Αίσθηση ελέγχου*: Το αίσθημα ελευθερίας κινήσεων και επιλογών βοηθάει τον παίκτη να ακολουθεί τις στρατηγικές του και να λαμβάνει αποφάσεις οι οποίες επηρεάζουν άμεσα την εξέλιξη του παιχνιδιού ακόμη και αν δεν έχουν διδακτικό σκοπό. Η εξερεύνηση μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση του προβλήματος.
6. *Αισθητηριακά ερεθίσματα*: Η χρήση ηχητικών και οπτικών εφέ καθώς και άλλων πηγών πολυμέσων, κάνουν πιο ρεαλιστική την εμπειρία του χρήστη αλλά σε ένα τέτοιο περιβάλλον δεν πρέπει να διαταράσσονται σε μεγάλο βαθμό οι αισθήσεις και η αντίληψη του παίκτη.



Εικόνα 10. Αναπαράσταση του πλαισίου των Pellas & Vosinakis [61]

Σύμφωνα με την παραπάνω αναπαράσταση του πλαισίου των Pellas & Vosinakis [61], υπάρχουν τέσσερα στάδια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη σχεδίαση των παιχνιδιών.

1. Ύπαρξη ενδιαφερόντων μαθησιακών σεναρίων με ενσωματωμένα χαρακτηριστικά πχ role-play.
2. Εφαρμογή στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων με δοκιμασίες που αντιστοιχούν σε μαθησιακούς στόχους.
3. Αξιολόγηση των στόχων που έχουν επιτευχθεί.
4. Η ενεργή συμμετοχή του συστήματος στην άμεση ανατροφοδότηση που θα παρέχει στο μαθητή (συνήθως οπτικοακουστική).

Τα στάδια αυτά ευθυγραμμίζονται με τις οδηγίες σχεδίασης παιχνιδιών του ίδιου πλαισίου που αναλύθηκαν παραπάνω. Συγκεκριμένα, το πρώτο στάδιο αντιστοιχεί στις οδηγίες (1) και (2), το δεύτερο στάδιο ευθυγραμμίζεται με την τέταρτη οδηγία (4), το

τρίτο στάδιο συνδέεται με την πέμπτη οδηγία (5) και το τέταρτο στάδιο ευθυγραμμίζεται με την τρίτη οδηγία (3).

Επιπροσθέτως, σύμφωνα με το πλαίσιο των αρθρογράφων, ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού πρέπει να περιέχει τα εξής χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη μεθοδολογία της κατασκευής του:

1. Προσομοίωση αυθεντικών προβλημάτων και μετάβαση από εύκολες προς δύσκολες διαδικασίες για την υποστήριξη των ρόλων των μαθητών και καθηγητών (scaffolding process)
2. Χρήση οπτικών μεταφορών στο OpenSim που σχετίζονται με δεξιότητες της υπολογιστικής σκέψης και μπορούν να ενσωματωθούν σε αλγοριθμικούς κανόνες μέσω της αφηρημένης σκέψης της λογικής.
3. Χρήση των πλακιδίων του Scratch4SL για τον περιορισμό συντακτικών λαθών του κώδικα και έτσι η προσοχή του μαθητή να εστιάζεται αποκλειστικά στους στόχους της επίλυσης προβλημάτων.

Όπως παρατηρείται, οι αρθρογράφοι χρησιμοποιούν ως συνοδευτικό υλικό έξι χαρακτηριστικά παιχνιδιών τα οποία απαντώνται στα δομικά στοιχεία σχεδιασμού παιχνιδιών από τον Prensky [163], που προαναφέρθηκαν στην ενότητα *Σχεδιασμός παιχνιδιών*. Είναι λοιπόν εμφανής η συμφωνία που υπάρχει μεταξύ των δύο θεωρητικών πλαισίων. Ωστόσο το χαρακτηριστικό του «μυστηρίου», αφορά συγκεκριμένα σε προσομοιώσεις που υιοθετούν στοιχεία παιχνιδιών που παραδοσιακά χρησιμοποιούνται στον σχεδιασμό παιχνιδιών διασκέδασης.

Ταυτόχρονα, τα χαρακτηριστικά των δύο προαναφερθέντων πλαισίων παρουσιάζουν εξίσου πολλά κοινά χαρακτηριστικά με το πλαίσιο του Gameflow [169]. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο των Pellas & Vosinakis [61] υπάρχουν τα χαρακτηριστικά των κανόνων, της πρόκλησης, του μυστηρίου και της αίσθησης του ελέγχου. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά παρουσιάζονται είτε αυτούσια είτε ελαφρώς τροποποιημένα στο πλαίσιο του GameFlow. Στην περίπτωση του «μυστηρίου» οι αρθρογράφοι παρέθεσαν το σύστημα πόντων ως στοιχείο παιχνιδιού που υπάρχει και στα παιχνίδια προσομοίωσης. Το σύστημα αυτό συνδέεται με το χαρακτηριστικό της ανατροφοδότησης που συναντάται στο GameFlow, καθώς βοηθά τον παίκτη να έχει επίγνωση της απόδοσής του στο παιχνίδι. Τέλος, τα χαρακτηριστικά που πρότεινε ο Prensky [163] συγκαταλέγονται στο GameFlow με τη μόνη διαφορά ότι το χαρακτηριστικό της ιστορίας του GameFlow αποτελεί στοιχείο του χαρακτηριστικού της εμβίθυσης.

Βάσει των προαναφερθέντων μελετών τα εκπαιδευτικά παιχνίδια σοβαρού σκοπού μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη διάφορων γνωστικών και μεταγνωστικών δεξιοτήτων (ο μαθητής αντιλαμβάνεται ότι μαθαίνει) που βοηθούν στην αύξηση συμμετοχής των μαθητών στη μάθηση, περισσότερο από ό,τι όταν χρησιμοποιούνται παραδοσιακές μέθοδοι [189]. Το σχολείο για να γίνει πιο ελκυστικό, πιο συμβατό με την πραγματική ζωή και για να μάθουν τα παιδιά πιο σχετικές δεξιότητες για την σύγχρονη κοινωνία, πρέπει να διεξαχθεί μια πιο προσεκτική ανάλυση στα SGs [176] και να υπάρξουν οι καλύτερες πρακτικές για την εύρεση των κατάλληλων συνθηκών ώστε να μπορούν να ενσωματωθούν τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού στη μάθηση [189].

2.3.3 Παιχνίδια προσομοίωσης

Έχοντας κατακλυστεί στην καθημερινότητά του ο «ψηφιακός ιθαγενής» με τεχνολογικές συσκευές, η εκπαιδευτική και επιστημονική κοινότητα δείχνουν σημαντικό ενδιαφέρον για την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση, με αποτέλεσμα το ενδιαφέρον να στρέφεται στα ψηφιακά παιχνίδια και σε εικονικούς κόσμους [190].

Τα ψηφιακά παιχνίδια προσομοίωσης που είναι κατηγορία παιχνιδιών εικονικού κόσμου, σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μιμούνται τις δραστηριότητες που θα έβλεπε κανείς στον πραγματικό κόσμο. Δίνουν δηλαδή τη δυνατότητα στον παίκτη να εξερευνήσει περιβάλλοντα που υπάρχουν ήδη στον πραγματικό κόσμο ή να βιώσει γεγονότα της πραγματικότητας. Ο σκοπός τους είναι να διδάξουν το χρήστη μέσω της αλληλεπίδρασής του με το παιχνίδι, ενώ εφαρμόζει την γνώση και τις δεξιότητές του από παλαιότερα προβλήματα που αντιμετώπισε στον πραγματικό κόσμο. Έτσι αν ένα παιχνίδι, είτε αντικείμενο, είτε εργαλείο, είτε ιστορία προσομοιώνει κάτι, τότε θεωρείται προσομοίωση [191].

Η βασική διαφορά ανάμεσα στα βιντεοπαιχνίδια και στα παιχνίδια προσομοίωσης είναι η εξής: τα βιντεοπαιχνίδια είναι εργαλεία τα οποία είναι τεχνητά και παιδαγωγικά, αποτελούνται από κανόνες, διαμάχη και προκαθορισμένους στόχους ενώ τα παιχνίδια προσομοίωσης είναι δυναμικά εργαλεία, τα οποία παρουσιάζουν την πραγματικότητα με ακρίβεια και αξιοπιστία [192]. Για να μετατραπούν οι προσομοιώσεις σε παιχνίδια πρέπει να εισαχθούν στοιχεία παιχνιδιού όπως κανόνες, στόχοι, σενάριο, ανταγωνισμός κ.α. και επιπλέον για να καταφέρουν να έχουν την απόλυτη προσοχή του παίκτη, εκτός από κίνητρο πρέπει να του προσφέρουν διασκέδαση, μία πληθώρα επιλογών ή ακόμη και υπέρμετρες δυνατότητες [193].

Βάσει ερευνών, οι προσομοιώσεις προσφέρουν μια αποτελεσματική μέθοδο για την εκμάθηση της υπολογιστικής επίλυσης προβλημάτων [64], την εκμάθηση των βασικών εννοιών του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού [194], τη βελτίωση της κριτικής σκέψης και της λήψης αποφάσεων μέσω της επίλυσης προβλημάτων [179].

Η επιδίωξη συμμετοχής και δραστηριοποίησης του μαθητή στην τάξη έχει οδηγήσει τους εκπαιδευτικούς στην υιοθέτηση νέων και διαφορετικών παιδαγωγικών προσεγγίσεων οι οποίες όπως υποστηρίζει έρευνα [195], πρέπει πλέον να επικεντρώνονται στο μαθητή (student-centered) μέσα σε περιβάλλον που προωθείται η δραστηριοποίησή του και όχι στο δάσκαλο (teacher-focused) ή σε διαλέξεις στην τάξη (lecture-based classroom). Η προσέγγιση για περιβάλλοντα που επικεντρώνονται στο μαθητή σε συνδυασμό με τη χρήση των παιχνιδιών και προσομοιώσεων ως νέες παιδαγωγικές προσεγγίσεις μάθησης, αναμένεται να αναπτύξουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση [179] μέσω της οποίας οι μαθητές θα εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους και θα αποκτήσουν τις δεξιότητες που απαιτούνται για τον 21^ο αιώνα [196].

3. Μεθοδολογία σχεδίασης

3.1 Εισαγωγή

Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια συνήθως κρατούν ενεργό το ενδιαφέρον του μαθητή, βοηθούν στην ανάπτυξη της δεξιότητας της επίλυσης προβλημάτων και της λήψης αποφάσεων, με αποτέλεσμα ο μαθητής να αναπτύσσει τις δεξιότητες της κριτικής σκέψης, του βαθύτερου τρόπου σκέψης και των γνωστικών δεξιοτήτων. Έτσι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται η ενσωμάτωσή τους στη διδασκαλία των σχολείων, με πολλούς ερευνητές να μελετούν τα οφέλη χρήσης τους αλλά και τις δυσκολίες ενσωμάτωσής τους στην εκπαίδευση.

Όπως έχει προαναφερθεί η χρήση παιχνιδιών στην εκπαίδευση μπορεί να γίνει με δύο μεθόδους, μέσω της χρήσης (ο μαθητής μαθαίνει παίζοντας το παιχνίδι) και μέσω της

σχεδίασης (ο μαθητής μαθαίνει δημιουργώντας το παιχνίδι). Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε η μέθοδος της χρήσης του παιχνιδιού όπου ο μαθητής αποκτά γνώση παίζοντας, καθώς ένα έτοιμο περιβάλλον παιχνιδιού, βοηθάει στην εξοικονόμηση χρόνου μέσα στην τάξη. Επιπλέον, θεωρείται ένας αποτελεσματικός τρόπος για την επίτευξη των στόχων του παιχνιδιού χωρίς να υπάρχει ανησυχία ότι ο μαθητής θα μείνει απασχολημένος με την κατασκευή του κόσμου [197].

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης δημιουργήθηκε ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού και συγκεκριμένα προσομοίωση με χαρακτηριστικά role-play, στον εικονικό κόσμο OpenSim. Καθόλη τη διάρκεια του παιχνιδιού, παρέχονται αναλυτικές οδηγίες με τη μορφή οθόνης μέσα στον εικονικό κόσμο. Ο στόχος του χρήστη είναι η επίλυση ενός μεγαλύτερου προβλήματος που έχει διασπαστεί σε επιμέρους προβλήματα τα οποία αποτελούν τις αποστολές του παιχνιδιού. Το παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μαθητές του γυμνασίου καθώς οι Έλληνες μαθητές ξεκινούν την εκμάθηση του προγραμματισμού και την επίλυση προβλημάτων στο γυμνάσιο. Ακόμη, προτείνεται η επίβλεψη του εκπαιδευτικού, ο οποίος με τις κατάλληλες ερωτήσεις μπορεί να καθοδηγήσει τον μαθητή σε περίπτωση που δυσκολευτεί κατά τη διάρκεια χρήσης του παιχνιδιού.

3.2 Επισκόπηση του παιχνιδιού “Metacrystal”

Το παιχνίδι της παρούσας εργασίας ονομάζεται «*Metacrystal*» και η ιστορία είναι η εξής:

«Ο πλανήτης γη βρίσκεται εν μέσω μιας ταχείας παγκόσμιας ενεργειακής κρίσης.

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα ο άνθρωπος να στραφεί στην εξερεύνηση πλανητών για να ανακαλύψει νέα κοιτάσματα φυσικού πλούτου. Η υπόθεση του παιχνιδιού αφορά στην αποστολή μιας ομάδας μηχανικών σε έναν σχετικά ανεξερεύνητο πλανήτη, τον “Metacrystal”, ο οποίος έχει πλούσια κοιτάσματα μετάλλων και πολύτιμους κρυστάλλους.

Ο παίκτης έχοντας συνολικά τρεις ζωές και 50 πόντους, αναλαμβάνει να συνεχίσει την εξερεύνηση του πλανήτη “Metacrystal”. Με τη βοήθεια ενός ρομπότ καλείται να συγκεντρώσει τουλάχιστον ένα από κάθε είδος των τεσσάρων διαφορετικών μετάλλων και τριών διαφορετικών κρυστάλλων που θα εντοπίσει στον πλανήτη αλλά και να στείλει τις συντεταγμένες μεγάλων κρυστάλλων στη γη. Σε όλη τη διάρκεια της εξερεύνησης,

παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα τα οποία θα πρέπει να επιλυθούν με τη χρήση του Scratch4SL και αποτελούν τις τρεις αποστολές του παιχνιδιού. Σημαντική είναι η παρουσία εχθρικών δυνάμεων που έχουν κατανεμηθεί στρατηγικά στον εικονικό κόσμο και η επαφή με τον παίκτη μπορεί να καθυστερήσει την πρόοδο του παιχνιδιού.»

Το παιχνίδι σχεδιάστηκε σύμφωνα με:

1. Τα έξι δομικά στοιχεία σχεδίασης ενός ψηφιακού παιχνιδιού (Στόχοι, κανόνες, ανατροφοδότηση, προκλήσεις, αλληλεπίδραση, ιστορία) [163] (βλ. *Σχεδιασμός παιχνιδιών*)
2. Το προτεινόμενο πλαίσιο και οδηγίες για τη σχεδίαση παιχνιδιών σοβαρού σκοπού των Pellas & Vosinakis [61] (βλ. *Προτεινόμενο σχεδιαστικό πλαίσιο παιχνιδιών σοβαρού σκοπού*)
3. Τα χαρακτηριστικά του GameFlow [169] (βλ. *Flow και GameFlow*)

Το παιχνίδι δημιουργήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να πληροί τα βασικά δομικά στοιχεία σχεδίασης ψηφιακών παιχνιδιών που προτείνονται από τον Prensky. Το «Metacrystal» αποτελείται από διαφορετικούς στόχους οι οποίοι μπορούν να υλοποιηθούν σε κάθε μία από τις αποστολές που αναλύονται παρακάτω. Από την έναρξη του παιχνιδιού ο μαθητής θα ενημερωθεί για τους κανόνες που αφορούν στις τρεις ζωές που έχει συνολικά στο παιχνίδι αλλά και για την απώλεια πόντων ή και ζωής σε περίπτωση που οι οδηγίες δεν τηρηθούν. Η αλληλεπίδραση του μαθητή με το εχθρικό περιβάλλον αλλά και οι αποστολές δημιουργούν το αίσθημα της πρόκλησης και του ενθουσιασμού. Σε αυτό βοηθάει η οπτικοακουστική ανατροφοδότηση που υπάρχει στον εικονικό κόσμο από τους εχθρικούς χαρακτήρες και τα αντικείμενα του παιχνιδιού, στοιχεία που βοηθούν στην εμπύηση και το flow του παίκτη. Επιπλέον ο μαθητής ενημερώνεται για την πρόδοό του μέσα στο Scratch4SL αλλά και στο OpenSim όπου βλέπει σε πραγματικό χρόνο τις συνέπειες των ενεργειών του. Η ιστορία του «Metacrystal», επιτρέπει στον μαθητή να πλοηγηθεί στον εικονικό κόσμο εξερευνώντας τον, να αλληλεπιδράσει με εικονικούς κρυστάλλους και μέταλλα για τη λήψη πόντων, να έρθει σε επαφή με φανταστικούς εχθρούς αλλά και με αντικείμενα όπως πινακίδες που τους ενημερώνουν για κινδύνους. Όλα αυτά τα στοιχεία συνθέτουν το ιδανικό περιβάλλον για ένα ψηφιακό παιχνίδι το οποίο θα κρατήσει το ενδιαφέρον του μαθητή ενώ παράλληλα μαθαίνει μέσα σε αυτό.

Το παιχνίδι ευθυγραμμίζεται με το πλαίσιο των Pellas & Vosinakis [61] βάσει του οποίου κατά τη σχεδίαση του παιχνιδιού πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τρία

χαρακτηριστικά (βλ. σελ.41). Το παιχνίδι «Metacrystal» πράγματι προσομοιώνει ένα πρόβλημα του πραγματικού κόσμου καθώς η ενεργειακή κρίση παγκοσμίως χαρακτηρίζεται από την έλλειψη ενέργειας και τις αυξημένες τιμές της. Σύμφωνα με το πρώτο χαρακτηριστικό του πλαισίου, πρέπει επίσης να υπάρχουν αυξανόμενα επίπεδα δυσκολίας κάτι που πραγματοποιείται στο «Metacrystal» καθώς η πρώτη αποστολή ζητάει από τον μαθητή να δημιουργήσει έναν μικρό και απλό αλγόριθμο ενώ οι απαιτήσεις και η δυσκολία αυξάνονται καθώς ξεδιπλώνονται οι υπόλοιπες αποστολές ώστε να αυξάνεται σταδιακά η πρόοδος του παίκτη [61, 169, 157, 163]. Επιπλέον τα είδη των εχθρών έχουν επίσης κλιμακωτή δυσκολία καθώς ο δεύτερος εχθρός που θα συναντήσει ο παίκτης κινείται σχετικά πιο γρήγορα σε σχέση με τον πρώτο εχθρό και υπερτερεί αριθμητικά. Το τρίτο είδος εχθρού είναι σε σταθερό σημείο αλλά στη θέση που βρίσκεται, έχει τοποθετηθεί είδος μετάλλου που δεν υπάρχει σε άλλο σημείο του κόσμου. Οι πόντοι που χάνονται από την επαφή του μαθητή με τον συγκεκριμένο εχθρό είναι αρκετοί σε σχέση με τους πόντους που χάνονται από τους υπόλοιπους εχθρούς.

Το δεύτερο χαρακτηριστικό του παιχνιδιού αφορά στη χρήση οπτικών μεταφορών όπου οι μαθητές καλούνται να αναλύσουν, να διατυπώσουν και να παρουσιάσουν «οπτικά» τις λύσεις τους για τα προβλήματα που πρέπει να επιλύσουν. Επιπλέον, πρέπει να σκεφτούν υπολογιστικά ώστε να επιλύσουν χωρικές μεταφορές βασικών γεωμετρικών σχημάτων (πχ τετράγωνο στη δεύτερη αποστολή). Μετέπειτα θα πρέπει να αντιμετωπίσουν πιο αφηρημένα χωρικά προβλήματα όπου οι μαθητές μέσω της πλοήγησης θα προσπαθήσουν να ανακαλύψουν, μέσα από πολλές δοκιμές και σφάλματα, τις πιο αποδοτικές και αποτελεσματικές αποστάσεις που αποτελούν μέρη μίας μεγαλύτερης διαδρομής που οδηγεί στην ολοκλήρωση της αποστολής.

Το τρίτο χαρακτηριστικό αφορά στη χρήση της παλέτας του Scratch4SL σε συνδυασμό με το παιχνίδι «Metacrystal». Συγκεκριμένα, οι μαθητές μπορούν να σχεδιάζουν αλγορίθμους για την επίλυση των προβλημάτων και μέσα από πολλές δοκιμές, ανατροφοδότηση και διορθώσεις σφαλμάτων [34, 44, 45, 46] μπορούν να δημιουργήσουν τους τελικούς αλγορίθμους στο Scratch4SL με τη βοήθεια των πλακιδίων του λογισμικού. Στη συνέχεια προβλέπεται η αντιγραφή των αλγορίθμων του Scratch4SL που διατίθενται στη γλώσσα LSL και τη μεταφορά τους στο OpenSim για την προσθήκη τους στο παιχνίδι.

Για το σχεδιασμό του παιχνιδιού «Metacrystal» έχουν ληφθεί υπόψη τα τέσσερα στάδια σχεδίασης των Pellas & Vosinakis [61]. Το παιχνίδι χρησιμοποιεί το ενδιαφέρον

σενάριο της εξερεύνησης ενός φανταστικού κόσμου χρησιμοποιώντας στοιχεία role- play καθώς ο μαθητής αναλαμβάνει το ρόλο ενός φανταστικού χαρακτήρα (άβαταρ) και είναι υπεύθυνος για τις ενέργειές του. Το άβαταρ του μαθητή, πρέπει να στείλει στη γη τις συντεταγμένες μεγάλων κρυστάλλων για να πραγματοποιηθεί μετέπειτα η εξόρυξή τους (πρώτο στάδιο).

Οι μαθητές καλούνται να αναλύσουν δεδομένα, να εφαρμόσουν υπολογιστικές στρατηγικές και να δημιουργήσουν αλγορίθμους με τη βοήθεια του λογισμικού Scratch4SL με σκοπό να κατανοήσουν τις υπολογιστικές έννοιες και τη σύνδεσή τους με την επίλυση προβλημάτων (δεύτερο στάδιο). Πραγματοποιώντας τους στόχους του παιχνιδιού, παράλληλα πραγματοποιούν και διδακτικούς στόχους (τρίτο στάδιο).

Όσον αφορά στην ανατροφοδότηση, οι μαθητές έχουν οπτική ανατροφοδότηση στο Scratch4SL και οπτικοακουστική στο OpenSim για τη διόρθωση λαθών, αποφυγή κινδύνων και σύγκρουση με εχθρούς. Παράλληλα, παρέχεται επιβράβευση στους μαθητές μέσα στο OpenSim, όταν ανταπεξέρχονται στις απαιτήσεις του παιχνιδιού, ενημερώνοντας το μαθητή οπτικοακουστικά. Μέσα στο Scratch4SL ο μαθητής κάθε φορά που προσπαθεί να τοποθετήσει με λανθασμένο τρόπο τα πλακίδια, το λογισμικό δεν του επιτρέπει να ολοκληρώσει την τοποθέτηση. Με αυτόν τον τρόπο αποτρέπονται συντακτικά ή γραμματικά σφάλματα του κώδικα, χωρίς όμως ο μαθητής να χρειάζεται να τα αντιμετωπίσει ερχόμενος σε επαφή με σύνθετες γλώσσες προγραμματισμού. Η οπτικοακουστική ανατροφοδότηση που παρέχεται στο OpenSim παρατίθεται παρακάτω στην ανάλυση των αποστολών. (τέταρτο στάδιο)

Οι διδακτικοί στόχοι για τους μαθητές που παίζουν το παιχνίδι είναι οι εξής:

- Εφαρμογή και ανάπτυξη των γνώσεων για τις βασικές έννοιες του προγραμματισμού
- Υιοθέτηση θετικής στάσης για το μάθημα του προγραμματισμού
- Θεμέλια για την εκμάθηση προχωρημένου προγραμματισμού
- Εφαρμογή και ανάπτυξη των δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης
- Υιοθέτηση θετικής στάσης απέναντι στα εκπαιδευτικά παιχνίδια
- Εκμάθηση και χρήση λογισμικών για μαθησιακές εμπειρίες
- Οπτική αναπαράσταση αλγορίθμων μέσω του λογισμικού Scratch4SL
- Βελτίωση στη διαχείριση αποφάσεων
- Ανάπτυξη δημιουργικότητας και ενθάρρυνση για πειραματισμό

Παρακάτω, στην ανάλυση των αποστολών του παιχνιδιού υπάρχουν πίνακες με τις υπολογιστικές έννοιες που χρησιμοποιούνται σε κάθε αποστολή του παιχνιδιού, τις δραστηριότητες που πρέπει να εκτελέσει ο μαθητής για να επιλύσει τα προβλήματα και οι διδακτικοί στόχοι που επιδιώκεται να επιτευχθούν σε κάθε αποστολή.

Το παιχνίδι δημιουργήθηκε σε Macbook Pro 2020 με το λειτουργικό σύστημα Ventura 13.3.1. Για τη δημιουργία του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό OpenSim και για τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος του παιχνιδιού έγινε χρήση έτοιμων αντικειμένων, χαρακτήρες και ήχοι που αντλήθηκαν από τις σελίδες:

- <https://outworldz.com/cgi/freesculpts.plx>
- <https://sketchfab.com>
- <https://marketplace.secondlife.com>
- https://wiki.secondlife.com/wiki/Main_Page
- <https://mixkit.co/free-sound-effects/break/>

Για να δοθούν κινήσεις και αλληλεπιδράσεις στα αντικείμενα και στους χαρακτήρες του παιχνιδιού έγινε χρήση του λογισμικού Scratch4SL. Το Scratch4SL μπορεί να λειτουργήσει μόνο σε Microsoft Windows λειτουργικό σύστημα και έτσι χρησιμοποιήθηκε το δωρεάν λογισμικό PlayOnMac¹³ το οποίο επιτρέπει την εγκατάσταση λογισμικού σε Mac, που είναι συμβατό μόνο με Windows, χωρίς να χρειαστεί η χρήση virtual machines.

Ο viewer που χρησιμοποιήθηκε για να μπορεί να εισέρχεται ο παίκτης στον εικονικό κόσμο είναι ο Dayturn Viewer¹⁴ και διαθέτει άμεση υποστήριξη μέσα από το διαδικτυακό τους φόρουμ, για οποιοδήποτε ζήτημα μπορεί να απασχολήσει τον χρήστη σχετικά με τον συγκεκριμένο viewer αλλά και το OpenSim. Ανάμεσα σε άλλους viewers (SingularityAlpha, FireStorm), προτιμήθηκε ο συγκεκριμένος καθώς με τους υπόλοιπους δεν εμφανίζονταν σωστά το μενού, χάνονταν η πρόοδος της σχεδίασης του παιχνιδιού και συχνά τα τρισδιάστατα αντικείμενα δεν εμφανίζονταν σωστά. Επιπλέον ένα ακόμη πρόβλημα (το οποίο παρατηρείται πολύ συχνά και σε άλλους χρήστες) είναι ότι η μορφή του άβαταρ χάνονταν και παρουσιάζονταν σαν ένα σύννεφο. Για όλους αυτούς τους λόγους η χρήση του Dayturn viewer στον συγκεκριμένο φορητό υπολογιστή, ήταν η πιο αποτελεσματική.

¹³ <https://www.playonmac.com/en/>

¹⁴ <https://www.dayturn.com/viewer/index.php>

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

Για τη χρήση κάποιων αντικειμένων στον εικονικό κόσμο που λόγω της μορφής αρχείου τους (.xml, .obj) δεν μπορούσαν να εμφανιστούν σωστά, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Blender¹⁵ μέσω του οποίου μετατρέπονταν τα αρχεία στη σωστή μορφή (.dae) ώστε να καταστούν συμβατά με το OpenSim μέσω του viewer.

Τέλος για την κατανόηση του περιβάλλοντος OpenSim και τη σχεδίαση του εικονικού κόσμου, το βιβλίο «Εικονικοί κόσμοι – Σύγχρονες προσεγγίσεις, Εφαρμογές και Ανάπτυξη σε Περιβάλλον OpenSimulator» του Βοσινάκη ήταν ένας πολύτιμος βοηθός. [201]

3.3 Περιβάλλον εικονικού κόσμου

3.3.1 Κρύσταλλοι και μέταλλα

Στον πλανήτη υπάρχουν τέσσερα είδη μετάλλων που ανήκουν στις σπάνιες γαίες και τρία είδη κρυστάλλων. Όπως προαναφέρθηκε, οι κρύσταλλοι είναι αόρατοι. Τόσο οι κρύσταλλοι, όσο και τα μέταλλα, παραμένουν αόρατοι μέχρις ότου το άβαταρ έρθει σε επαφή μαζί τους. Όταν ο χρήστης κάνει κλικ επάνω τους για την περισυλλογή τους στην πραγματικότητα επιστρέφουν στην αόρατη κατάστασή τους και αλλάζουν θέση στον εικονικό κόσμο ώστε να αποφευχθεί η πολλαπλή απονομή πόντων από τον ίδιο κρύσταλλο/μέταλλο. Το κάθε είδος απονέμει διαφορετικό αριθμό πόντων και περιέχει διαφορετικές πληροφορίες για τα είδη που υπάρχουν μέσα στο παιχνίδι.



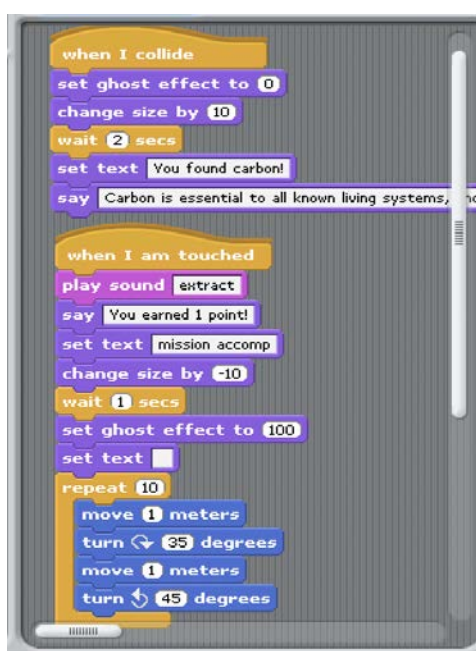
Εικόνα 11. Οι κρύσταλλοι είναι αόρατοι στο χώρο και επισημαίνονται με κόκκινο στην παρούσα φωτογραφία

¹⁵ <https://www.blender.org/>

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία



Εικόνα 12. Οι κρύσταλλοι εμφανίζονται με τη σύγκρουση



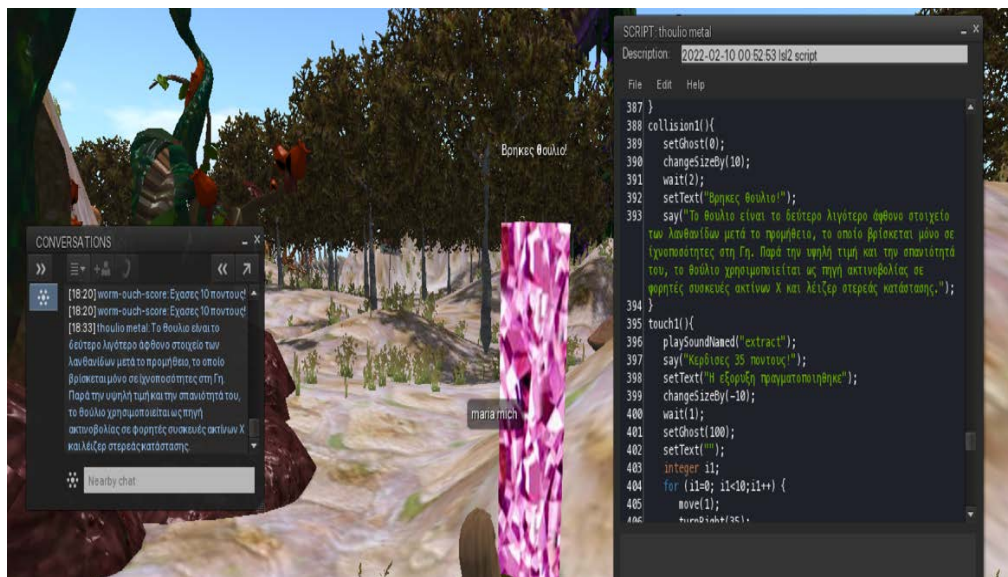
Εικόνα 13. Κώδικας κρυστάλλων

Η συγκέντρωση πόντων από κρυστάλλους και μέταλλα έχει χρησιμοποιηθεί στο παιχνίδι για τους εξής λόγους: α) Η εξερεύνηση του χώρου θα οδηγήσει τον χρήστη στην τρίτη αποστολή για την οποία δεν υπάρχει σχεδιασμένο κάποιο φυσικό μονοπάτι που θα ακολουθούσε ο χρήστης για τον οδηγεί εκεί, β) Το σύστημα πόντων προκαλεί την περιέργεια του παίκτη [61] καθώς δεν συναντάει στην πραγματική ζωή αυτή τη μορφή επιβράβευσης [185] και είναι ένας τρόπος αλληλεπίδρασης με το παιχνίδι αλλά και ενημέρωση για την πρόοδό του μέσω της ανατροφοδότησης [174] και γ) Το αίσθημα ελευθερίας κινήσεων και επιλογών βοηθάει τον παίκτη να ακολουθεί τις στρατηγικές του και να λαμβάνει αποφάσεις οι οποίες επηρεάζουν άμεσα την εξέλιξη του παιχνιδιού ακόμη και αν δεν έχουν διδακτικό σκοπό. Η εξερεύνηση του εικονικού κόσμου για την εύρεση κρυστάλλων μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση του προβλήματος που εμπεριέχεται στην τρίτη αποστολή [61].

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι το Scratch4SL δεν υποστηρίζει την ελληνική γλώσσα. Τα “πλακίδια” στο Scratch αναγράφονται στα αγγλικά. Η αλλαγή των αγγλικών λέξεων στα ελληνικά μπορούν να διεκπεραιωθούν μέσα στον κώδικα του OpenSim.

Παρακάτω εμφανίζεται ο κώδικας ενός τυχαίου μετάλλου με ελληνικό κείμενο μέσα στο OpenSim:



Εικόνα 14. Κώδικας μετάλλου στη γλώσσα LSL

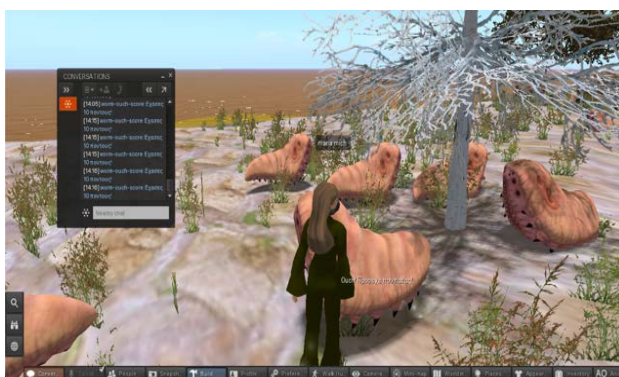
3.3.2 Εχθρικό περιβάλλον

Μέσα στον εικονικό κόσμο υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στο άβαταρ και σε κάποια τρισδιάστατα στοιχεία που τοποθετήθηκαν στο περιβάλλον. Συγκεκριμένα, υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη εχθρικών δυνάμεων (*worms*, *insects*, *aliens*) και μία τοξική λίμνη με τα οποία μπορεί να έλθει σε αλληλεπίδραση ο χρήστης κατά την εξερεύνησή του για την αναζήτηση κρυστάλλων και μετάλλων. Η δυσκολία της αποφυγής των εχθρών αυξάνεται γραμμικώς βάσει του σταδίου του παιχνιδιού και όλοι οι εχθροί εκπέμπουν ήχους κάθε φορά που έρχεται σε επαφή μαζί τους ο παίκτης καθώς οι ήχοι είναι ένα από τα χαρακτηριστικά που κρατούν τον παίκτη σε κατάσταση εμβίθυσης [169].

Η πρώτη και η δεύτερη αποστολή είναι αρκετά καθοδηγούμενες για τον παίκτη με συγκεκριμένη διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσει και έτσι δεν θα χρειαστεί να έρθει αντιμέτωπος με εχθρούς. Κατά την ολοκλήρωση όμως της δεύτερης αποστολής ζητείται από τον παίκτη να εξερευνήσει το χώρο με σκοπό να συγκεντρώσει κρυστάλλους και μέταλλα, με συνέπεια να έρθει αντιμέτωπος με τους εχθρούς του παιχνιδιού.

Worms

Ο παίκτης χάνει 10 πόντους όταν έρχεται σε επαφή με ένα worm που κινείται με σχετικά χαμηλή ταχύτητα. Η αφαίρεση των πόντων κοινοποιείται στον χρήστη μέσω του chat. Επιπλέον, το worm εκπέμπει έναν ήχο και ένα μήνυμα ενόχλησης.



Εικόνα 15. Εχθρός worm



Εικόνα 16. Κώδικας κίνησης worm



Εικόνα 17. Κώδικας συμπεριφοράς worm

Insects

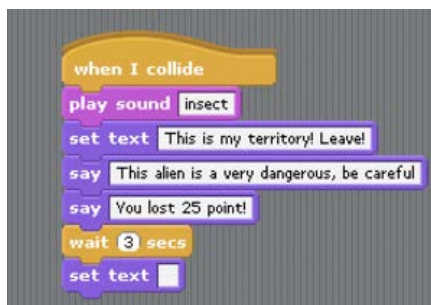
Ο δεύτερος εχθρός του παιχνιδιού είναι το “insect” και περιέχει δύο κώδικες, έναν για την κίνηση και έναν για την αλληλεπίδρασή του με το άβαταρ. Η κίνησή των insect είναι αρκετά πιο γρήγορη και υπερτερούν αριθμητικά σε σχέση με τον εχθρό worm,

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

κάνοντας πιο δύσκολη την πρόκληση για τον παίκτη ο οποίος ψάχνει ανάμεσά τους κρυστάλλους και μέταλλα.



Εικόνα 18. Κώδικας κίνησης insect



Εικόνα 19. Κώδικας συμπεριφοράς insect

Όταν το “insect” συγκρουστεί με τον παίκτη, τού ζητάει να φύγει εκπέμποντας έναν αποτρεπτικό ήχο. Στο chat εμφανίζεται μία ειδοποίηση ότι πρόκειται για έναν πολύ επικίνδυνο εχθρό και ταυτόχρονα εμφανίζεται μήνυμα ότι ο χρήστης έχασε 25 πόντους.



Εικόνα 20. Εχθρός insect

Aliens

Ο τελευταίος εχθρός του παιχνιδιού είναι το “alien”. Ανάμεσά τους βρίσκονται και μέταλλα με τους περισσότερους πόντους που δεν υπάρχουν σε άλλο σημείο του εικονικού κόσμου. Η επαφή με τα aliens αφαιρεί 50 πόντους από τον παίκτη.

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία



Εικόνα 21. Εχθρός alien



Εικόνα 22. Κώδικας συμπεριφοράς alien

Τοξική λίμνη

Η λίμνη είναι τοξική και αφαιρεί μία ολόκληρη ζωή ενώ ο παίκτης έχει συνολικά τρεις ζωές. Η αφαίρεση ζωής συνεπάγεται τον εκμηδενισμό των πόντων που έχει στη διάθεσή του ο παίκτης από την περισυλλογή των κρυστάλλων. Ωστόσο, η πρόοδος στο προγραμματιστικό σκέλος του παιχνιδιού δεν ανακαλείται.

Κατά τη διάβαση του χρήστη προς στη λίμνη, μια εικονική πινακίδα συνοδευόμενη από ένα μήνυμα στο chat, τον ενημερώνει για τις συνέπειες έλευσης στη λίμνη. Για να εμφανιστεί το μήνυμα, ο χρήστης πρέπει να εκτελέσει κλικ πάνω στην πινακίδα.



Εικόνα 23. Διαδραστικές πινακίδες προειδοποίησης

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία



Εικόνα 24. Κώδικας πινακίδας

Συνολικά, τέσσερις πινακίδες έχουν τοποθετηθεί περιμετρικά της λίμνης για να εξασφαλισθεί η ορατότητα του κινδύνου. Ο χρήστης θα βρεθεί στο χώρο της τοξικής λίμνης στην περίπτωση αγνόησης της σήμανσης και εισέλθει σε αυτή, θα πρέπει να δοθεί άδεια από τον επιβλέποντα για την ενεργοποίηση της λειτουργίας “πτήση” η οποία επιτρέπει στο χρήστη να κινηθεί σε υψόμετρο (ενός εκ των τριών αξόνων) ώστε να εξέλθει από τη λίμνη.



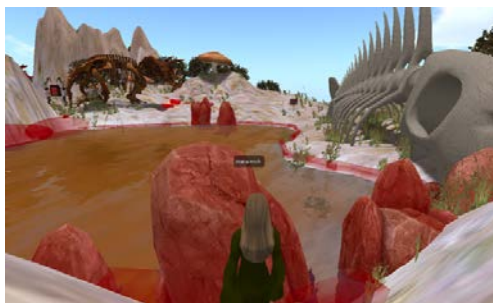
Εικόνα 25. Τοξική λίμνη



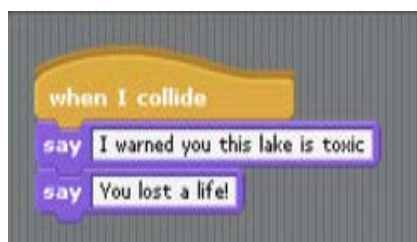
Εικόνα 26. Απότομος βυθός τοξικής λίμνης

Η αφαίρεση ζωής στη λίμνη πραγματοποιείται με την οριοθέτηση αόρατων αντικειμένων που ενεργοποιούνται κατά την πρόσκρουσή τους με το άβαταρ. Ακόμη αν ο χρήστης δεν εισέλθει στη λίμνη αλλά περπατήσει κατά μήκος της, θα έρθει σε επαφή με τα αόρατα εμπόδια με αποτέλεσμα και πάλι να χάσει τη ζωή του.

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία



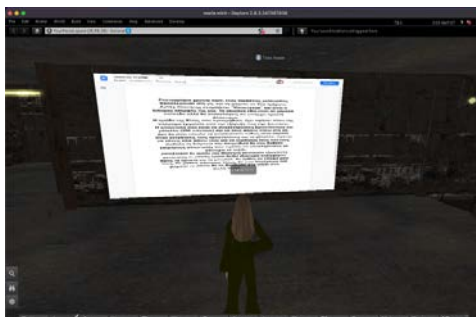
Εικόνα 27. Αόρατα εμπόδια κατά μήκος της λίμνης που επισημαίνονται στην παρούσα εικόνα με κόκκινο



Εικόνα 28. Κώδικας αόρατων εμποδίων

3.4 Πρώτη αποστολή

Ξεκινώντας το παιχνίδι, το άβαταρ είναι τοποθετημένο σε ένα κτίριο όπου γνωστοποιούνται οι οδηγίες, οι κανόνες και οι στόχοι του παιχνιδιού στο χρήστη μέσω μίας οθόνης.



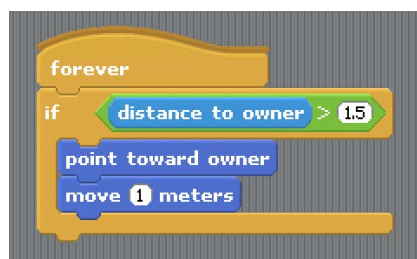
Εικόνα 29. Οδηγίες και κανόνες παιχνιδιού

Στον ίδιο χώρο ο χρήστης θα εντοπίσει ακόμη μία οθόνη μέσω της οποίας του δίνονται οδηγίες για την πρώτη αποστολή αλλά και ένα ρομπότ στο οποίο θα πρέπει να δώσει εντολή να τον ακολουθεί μέσα στον εικονικό κόσμο.



Εικόνα 30. Πρώτη επαφή με το Ρομπότ-βοηθό

Ο μαθητής θα πρέπει να κάνει χρήση των εργαλείων του Scratch4SL και να συνθέσει τον κώδικα βάσει των κατάλληλων συνδυασμών των «πλακιδίων» που επιτρέπουν την υλοποίηση του εκάστοτε στόχου. Παρακάτω παρατίθεται ο κώδικας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί.



Εικόνα 31. Κώδικας κίνησης ρομπότ

Τα τρισδιάστατα μοντέλα των εικονικών αντικειμένων του κόσμου όπως για παράδειγμα το ρομπότ, προέρχονται από το διαδίκτυο και προορίζονται για διαφορετικούς σκοπούς με αποτέλεσμα να μην είναι απόλυτα σωστή η λειτουργία τους στον εικονικό κόσμο. Συνεπώς, για τη σωστή κίνηση του ρομπότ πρέπει να πραγματοποιηθεί συγχώνευση ενός αντικειμένου του OpenSim με το ρομπότ και μετέπειτα να ενσωματωθεί ο κώδικας. Μετά τη συγχώνευση (root) ενός αντικειμένου πχ. κύβου με το ρομπότ χρησιμοποιώντας τον συνδυασμό των πλήκτρων Ctrl+L, ο κώδικας ενσωματώνεται στα δύο ενωμένα αντικείμενα, και ως τελικό βήμα, ο κύβος καθίσταται από τον χρήστη οπτικά διάφανος και το ρομπότ θα μπορεί πλέον να ακολουθεί τον χρήστη.

Κατά την έξοδό του από το κτίριο ο χρήστης έρχεται σε επαφή με ένα διάφανο αντικείμενο (κρύσταλλος) το οποίο λόγω της σύγκρουσής του με το άβαταρ, γίνεται ορατό. Κάθε φορά που ο χρήστης ανακαλύπτει έναν κρύσταλλο ή μέταλλο, ενημερώνεται από το chat για το είδος του αντικειμένου που ανακάλυψε. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης συνειδητοποιεί ότι στο χώρο «κρύβονται» αντικείμενα. Για να περιυπαλλέξει

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

τους κρυστάλλους και τα μέταλλα, πρέπει να εκτελέσει κλικ επάνω τους και στη συνέχεια εμφανίζεται μήνυμα στο chat που τον ενημερώνει ότι έχει κερδίσει έναν πόντους.



Εικόνα 32. Πόντοι κρυστάλλου εμφανίζονται στο chat

Πίνακας 2. Πίνακας πρώτης αποστολής

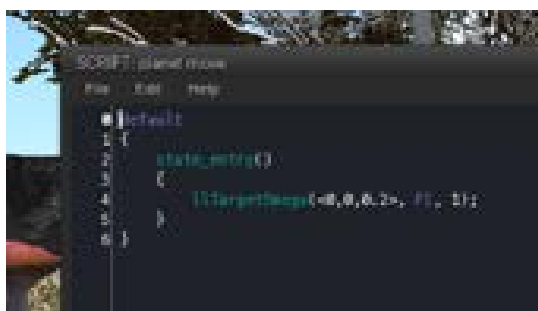
	Πρώτη αποστολή
Δραστηριότητες παιχνιδιού	<ul style="list-style-type: none"> • Το ρομπότ πρέπει να ακολουθεί τον παίκτη σε όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού (χωρική μεταφορά) • Δοκιμές/σφάλματα μέχρις ότου βρεθεί η ιδανική απόσταση του ρομπότ από το άβαταρ ώστε να μη συγκρούονται μεταξύ τους κατά την κίνηση • Δημιουργία αλγορίθμου
Υπολογιστικές Έννοιες (χρήση από τους μαθητές)	<ul style="list-style-type: none"> • Ακολουθίες (χρήση εντολών point toward owner, move, distance to owner) • Βρόχοι (χρήση δομής επανάληψης forever) • Συνθήκες (χρήση δομής επιλογής if) • Τελεστές (χρήση τελεστή >)
Μαθησιακοί στόχοι	<ul style="list-style-type: none"> • Εξοικείωση με νέα εργαλεία εκπαίδευσης, Scratch4SL και OpenSim. • Εκμάθηση βασικών κανόνων πλοήγησης στον εικονικό κόσμο • Πειραματισμός και διόρθωση σφαλμάτων από τη χρήση πλακιδίων

	<ul style="list-style-type: none">• Εκτέλεση των βημάτων για τη μεταφορά κώδικα από το Scratch4SL στο εικονικό περιβάλλον.• Συνδυασμός χρήσης εργαλείων για την επίλυση προβλημάτων• Ορισμός ενεργειών βάσει συνθηκών
--	---

3.5 Δεύτερη αποστολή

Στη δεύτερη αποστολή, ο μαθητής θα αντιμετωπίσει πιο σύνθετη δοκιμασία, που πληροί το μοντέλο κλιμακωτής δυσκολίας υπό το πλαίσιο GameFlow [169]. Μία οθόνη με οδηγίες έχει τοποθετηθεί σε στρατηγικό σημείο με σκοπό να κεντρίσει την προσοχή του χρήστη για να ξεκινήσει απευθείας η δεύτερη αποστολή.

Βάσει των νέων οδηγιών, ο χρήστης πρέπει να εντοπίσει ένα άλλο ρομπότ το οποίο κινείται κυκλικά και να του αφαιρέσει τον κώδικα.



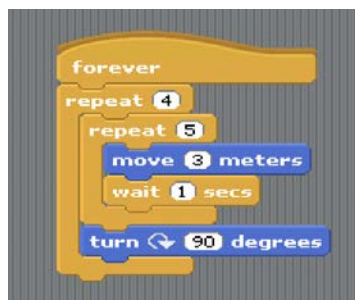
Εικόνα 33. Κώδικας ρομπότ που κινείται κυκλικά

Έπειτα, πρέπει να δημιουργήσει νέο κώδικα ο οποίος θα χρησιμοποιεί μέχρι δέκα πλακίδια και θα επιτρέπει στο ρομπότ να κινείται σχετικά αργά και επαναλαμβανόμενα σε ένα νοητό τετράγωνο.

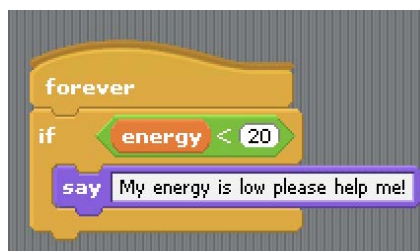
Στη συνέχεια, ο χρήστης πρέπει να δημιουργήσει έναν ακόμη κώδικα σύμφωνα με τον οποίο κάθε φορά που η ενέργεια του ρομπότ πέφτει κάτω του 20%, εκείνο θα ζητάει τη βοήθεια του χρήστη στο chat. Στο χρήστη δίνεται η συμβουλή να χρησιμοποιήσει έννοιες του προγραμματισμού, μία μεταβλητή και μια δομή επιλογής για την επίλυση του προβλήματος.

Οι κώδικες που θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ο μαθητής είναι οι παρακάτω:

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία



Εικόνα 34. Κώδικας κίνησης ρομπότ σε τετράγωνο



Εικόνα 35. Κώδικας ενέργειας ρομπότ

Μετάπειτα, ο μαθητής μπορεί να εξερευνήσει το χώρο όπως του προτείνουν οι οδηγίες, με σκοπό να συγκεντρώσει τουλάχιστον ένα από κάθε είδος κρυστάλλων και μετάλλων.

Πίνακας 3. Πίνακας δεύτερης αποστολής

	Δεύτερη αποστολή
Δραστηριότητες παιχνιδιού	<ul style="list-style-type: none"> • Διάσπαση προβλήματος σε υποπροβλήματα • Ανάλυση κίνησης ρομπότ στο χώρο, σχεδίαση κίνησης, χωρική μεταφορά, χρήση μαθηματικών (γωνία 90°, ίσες πλευρές τετραγώνου) • Να ζητήσει βοήθεια όταν η ενέργεια του πέσει κάτω από το 20%. (να γίνει χρήση μεταβλητής) • Δημιουργία αλγορίθμων
Υπολογιστικές Έννοιες	<ul style="list-style-type: none"> • Ακολουθίες (χρήση των εντολών move, turn, say) • Βρόχοι (χρήση δομών επανάληψης forever, repeat) • Συνθήκες (χρήση δομής επιλογής if) • Τελεστές (χρήση τελεστή <) • Δεδομένα (δημιουργία μεταβλητής “energy”)

Μαθησιακοί στόχοι	<ul style="list-style-type: none">• Διάσπαση προβλήματος σε επιμέρους προβλήματα• Εξερεύνηση και ευχέρεια πλοήγησης σε εικονικό κόσμο χρησιμοποιώντας το μενού πλοήγησης• Εφαρμογή της «αφαίρεσης» κατά την οποία ο μαθητής πρέπει να αφαιρέσει περιττές εντολές και να εφαρμόσει κώδικα χρησιμοποιώντας μέχρι δέκα πλακίδια.• Δημιουργία μεταβλητής, αρχικοποίηση και χρήση μέσα στον κώδικα• Δημιουργία εντολών κειμένου που θα εμφανίζεται στο chat του παιχνιδιού
------------------------------	---

3.6 Τρίτη αποστολή

Ο μαθητής, έχοντας συγκεντρώσει τουλάχιστον ένα από κάθε είδος κρυστάλλων και μετάλλων, ανακαλύπτει την περιοχή των μεγάλων κρυστάλλων. Γύρω από την περιοχή των μεγάλων κρυστάλλων έχουν τοποθετηθεί οθόνες σε τρία διαφορετικά σημεία με οδηγίες για την τρίτη αποστολή. Η πολλαπλή χρήση των οθονών έγκειται στις πολλαπλές οδούς που μπορεί να ακολουθήσει ο χρήστης για να εισέλθει στη νέα περιοχή.

Ο μαθητής καλείται να δημιουργήσει κώδικα σύμφωνα με τον οποίο το ρομπότ πρέπει να περάσει από όλους τους κρυστάλλους και κάθε φορά να εμφανίζονται οι συντεταγμένες τους στο chat. Ο τελικός στόχος είναι η δημιουργία κώδικα που θα εμφανίζει ένα μήνυμα στο chat για την επιτυχή μεταφορά των δεδομένων που συνέλεξε το ρομπότ από τους κρυστάλλους, στο μηχάνημα εξόρυξης. Συνοδευτικά, δύο αρχεία ήχων παρέχονται στο χρήστη, τα οποία πρέπει να χρησιμοποιούνται κάθε φορά που το ρομπότ έρχεται σε επαφή με έναν κρύσταλλο αλλά και με το μηχάνημα εξόρυξης.

Υπάρχουν τέσσερις μεγάλοι κρύσταλλοι στο χώρο και ένα σημείο αναφοράς. Στο σημείο αναφοράς θα τοποθετεί ο μαθητής το ρομπότ κάθε φορά που θα εκτελεί δοκιμαστικές διαδρομές. Μια συμβουλή που του δόθηκε για τη δημιουργία του κώδικα είναι η χρήση του χάρτη ο οποίος τού δείχνει τη θέση του σε σχέση με τα σημεία του ορίζοντα (βορράς, νότος, ανατολή και δύση).

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία



Εικόνα 36. Χάρτης παιχνιδιού

Ο μαθητής θα πρέπει να αφαιρέσει τον κώδικα που είχε δώσει στο ρομπότ-βοηθό για να τον ακολουθεί και να το τοποθετήσει στο σημείο αναφοράς (κόκκινος κύλινδρος) όπου θα ξεκινήσει τις δοκιμές για τις κινήσεις του ρομπότ.



Εικόνα 37. Σημείο αναφοράς (κόκκινος κύλινδρος)

Στη συνέχεια, γίνεται εκτέλεση του κώδικα και το ρομπότ περνάει από το σημείο ελέγχου κάθε κρυστάλλου και στέλνει τις συντεταγμένες στο chat. Οι συντεταγμένες είναι στην πραγματικότητα οι τιμές των αξόνων x,y,z του κάθε αντικειμένου στο OpenSim και πρέπει να γραφούν χειροκίνητα από το χρήστη μέσα στον κώδικα.

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία



Εικόνα 38. Συντεταγμένες κρυστάλλων στο chat



Εικόνα 39. Συντεταγμένες κρυστάλλου (x,y,z)

Βάσει του κώδικα που θα δημιουργήσει ο μαθητής, όταν το ρομπότ έλθει σε επαφή με το μηχάνημα εξόρυξης, ένα μήνυμα στο chat θα εμφανιστεί που θα ενημερώνει για την επιτυχή μεταφορά δεδομένων (οπτική ανατροφοδότηση). Παράλληλα ως ακουστική ανατροφοδότηση χρησιμοποιείται ο ήχος της μεταφοράς δεδομένων που ζητήθηκε από το μαθητή να τον εισάγει στον κώδικα.



Εικόνα 40. Επιτυχής μεταφορά συντεταγμένων από το μηχάνημα εξόρυξης

Ο κώδικας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από το μαθητή είναι ο εξής:

```
when I am touched
  set text Loading...
  wait 3 secs
  play sound alien
  say 1st Crystal Location is κ:158.804 ψ:200.278 z:31.5
  set text Location 1 has been listed
  point in direction -21
  repeat 24
    move 1 meters
  set text Loading...
  play sound alien
  say 2nd Crystal Location is κ:136.669 ψ:215.890 z:3
  set text Location 2 has been listed
  point in direction 90
  repeat 18
    move 1 meters
  set text Loading...
  play sound alien
  say 3d Crystal Position: κ:136.026 ψ:237.040 z:23340
  set text Location 3 has been listed
```

Εικόνα 41. Κώδικας τρίτης αποστολής

```
say 3d Crystal Position: κ:136.026 ψ:237.040 z:23340
set text Location 3 has been listed
point in direction 16
repeat 18
  move 1 meters
set text Loading...
play sound alien
say 4th Crystal Location: κ:164.152 ψ:240.305 z:24.00
set text Location 4 has been listed
set text 
point in direction -90
repeat 18
  move 1 meters
point in direction 0
repeat 62
  move 1 meters
play sound alien
say Successful data transfer.
```

Εικόνα 42. Συνέχεια κώδικα τρίτης αποστολής

Πίνακας 4. Πίνακας τρίτης αποστολής

	Τρίτη αποστολή
Δραστηριότητες παιχνιδιού	<ul style="list-style-type: none"> • Διάσπαση κίνησης ρομπότ σε πέντε μικρότερες κινήσεις (4 κρύσταλλοι και μηχανήμα εξόρυξης) • Πλοήγηση στο χώρο, υπολογισμός άνισων αριθμητικών αποστάσεων • Χρήση του εικονικού χάρτη για προσανατολισμό (αρνητικές μοίρες-αποστάσεις) • Εύρεση σωστής πορείας ρομπότ μέσα από πολλές δοκιμές και σφάλματα. (χωρική μεταφορά) • Συγκέντρωση υποπροβλημάτων σε ένα ενιαίο πρόβλημα και δημιουργία αλγορίθμου
Υπολογιστικές Έννοιες	<ul style="list-style-type: none"> • Ακολουθίες (χρήση των εντολών set text, play sound, point in direction, move, say) • Βρόχοι (Χρήση (δομής επανάληψης repeat) • Γεγονότα (χρήση εντολής When I'm touched) • Παραλληλισμός (ταυτόχρονες ενέργειες χρήσης ήχου, κειμένου chat, κίνησης)
Μαθησιακοί στόχοι	<ul style="list-style-type: none"> • Ευχέρεια χρήσης βασικών αλγοριθμικών δομών • Διαχωρισμός σύνθετης κίνησης ρομπότ σε μικρότερες διαδρομές και δημιουργία κώδικα που θα τις περιέχει όλες • Ευχέρεια πλοήγησης στον εικονικό κόσμο μέσω του χάρτη • Χρήση ηχητικών εφέ σε ένα νέο περιβάλλον • Δημιουργία εντολών κειμένου που θα εμφανίζεται στο ρομπότ

3.7 Χρήση του παιχνιδιού «Metacrystal»

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, το παιχνίδι «Metacrystal» έχει σχεδιαστεί με σκοπό την υλοποίηση επιμορφωτικών στόχων που συνήθως συναντώνται στη μαθησιακή

ύλη των τάξεων του Γυμνασίου. Για τη σχεδίαση έγινε χρήση τριών πλαισίων που στοχεύουν α) την ανάπτυξη υπολογιστικών δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων, χρησιμοποιώντας έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών σε συνδυασμό με συγκεκριμένες μαθησιακές δραστηριότητες μέσω της χρήσης παιχνιδιών σοβαρού σκοπού των Pellas & Vosinakis (βλ. σελ.41), β) στην ευχαρίστηση του μαθητή, εφαρμόζοντας τις σχεδιαστικές αρχές του GameFlow (βλ. σελ.35) και γ) στη δημιουργία παιχνιδιού που περιέχει όλα εκείνα τα στοιχεία (βλ. σελ.33) που σύμφωνα με τον Prensky, θα χαρακτήριζαν ένα παιχνίδι.

Προτείνεται η χρήση του παιχνιδιού να συνοδευτεί με ένα από τα παρακάτω πρότυπα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιβλιογραφία σχετικά με το μοντέλο του GameFlow, ώστε να υπάρχει μία συνολική εικόνα σχετικά με την εμπειρία και τη συμμετοχή των μαθητών στο παιχνίδι καθώς και την ικανότητα του παιχνιδιού να κρατήσει το ενδιαφέρον του μαθητή: α) EGameFlow [198], β) Game Engagement Questionnaire [199], γ) The Game Experience Questionnaire [200].

Αν και η παρούσα μελέτη έχει χρησιμοποιήσει την παιχνοκεντρική μάθηση ως βασική προσέγγιση διδασκαλίας, κρίνεται εξίσου σημαντικός ο ρόλος του εκπαιδευτικού, και δεν υποκαθίσταται με τη χρήση του προτεινόμενου ψηφιακού παιχνιδιού. Συνεπώς, η παρουσία και η συνεισφορά του εκπαιδευτικού κρίνεται απαραίτητη για την ομαλή διεξαγωγή της διδασκαλίας, χρησιμοποιώντας, ωστόσο, πιο σύγχρονες μεθόδους που παραμένουν ελκυστικές στους μαθητές λόγω της διαδραστικότητάς τους. Ο σκοπός της μελέτης είναι η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του παιχνιδιού ως προς την ικανότητά του να καλύψει τις εκπαιδευτικές ανάγκες της διδακτέας ύλης. Στην επόμενη ενότητα προτείνονται μελλοντικές κατευθύνσεις της παρούσας μελέτης.

Συμπεράσματα

Οι άνθρωποι οφείλουν να εξελίσσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους ώστε να συμβαδίζουν με την αλματώδη πρόοδο των τεχνολογικών εξελίξεων και επιστημών. Η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η επίλυση προβλημάτων και η επικοινωνία είναι κάποιες από τις δεξιότητες του 21ου αιώνα και αποτελούν δεξιότητες της υπολογιστικής σκέψης. Η υπολογιστική σκέψη θεωρείται μία θεμελιώδης δεξιότητα που πρέπει να εισαχθεί στην αναλυτική ικανότητα των παιδιών και να διδάσκεται στα σχολεία.

Η εκμάθηση του προγραμματισμού μπορεί να θεωρηθεί πιο ευχάριστη και προσιτή για τους μαθητές μέσω της παιχνοκεντρικής μάθησης. Με τη χρήση διαφόρων εργαλείων όπως για παράδειγμα περιβαλλόντων οπτικού προγραμματισμού και εικονικών κόσμων οι μαθητές παίζοντας ένα παιχνίδι, μαθαίνουν τις βασικές έννοιες του προγραμματισμού ενώ παράλληλα εφαρμόζουν και αναπτύσσουν υπολογιστικές στρατηγικές. Έτσι, μέσα από ευχάριστα γραφικά περιβάλλοντα και ενδιαφέρουσες δραστηριότητες, εισάγονται τα θεμέλια για την εκμάθηση προχωρημένου προγραμματισμού.

Ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών παιχνιδιών πρέπει να βασίζεται σε σχεδιαστικά πλαίσια και χαρακτηριστικά ώστε να πληρούνται τα κριτήρια εκείνα που θα συμβάλλουν στην εκμάθηση του προγραμματισμού μέσα από την επίλυση προβλημάτων. Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά του μοντέλου GameFlow κατά τη δημιουργία παιχνιδιών καθώς η απορρόφηση και το ενδιαφέρον του μαθητή συμβάλλουν στην υλοποίηση των στόχων του παιχνιδιού και παράλληλα των διδακτικών στόχων του μαθήματος.

Η προσέγγιση της παιχνοκεντρικής μάθησης και η ενσωμάτωση της υπολογιστικής σκέψης στα σχολεία, προϋποθέτουν την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών σε αυτά τα πεδία. Επιπλέον, απαιτείται προσωπικός χρόνος από τον εκπαιδευτικό για τη δημιουργία στρατηγικών και μεθόδων διδασκαλίας ή χρήση έτοιμων μεθόδων και παράλληλα εφοδιασμό με κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί μετέπειτα στη διδασκαλία. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να ανακατασκευάζουν και να ανανεώνουν συνεχώς τις γνώσεις και τις αντιλήψεις τους καθόλη τη διάρκεια της άσκησης του επαγγέλματός τους.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας δημιουργήθηκε ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού, σε εικονικό κόσμο. Προτείνεται η χρήση του παιχνιδιού να γίνεται υπό την επίβλεψη εκπαιδευτικού στις τάξεις του γυμνασίου, ο οποίος έχει εκπαιδευτεί στα πεδία του προγραμματισμού και της υπολογιστικής σκέψης. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να έχει καθοδηγητικό ρόλο σε περίπτωση που οι μαθητές συναντήσουν εμπόδια κατά τη χρήση του παιχνιδιού ή δυσκολία στην επίλυση προβλημάτων και με τις κατάλληλες ερωτήσεις να διεγείρει την κριτική σκέψη του μαθητή ώστε να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις.

Το παιχνίδι «Metacrystal» έχει σχεδιαστεί πάνω σε θεωρητικά πλαίσια που βασίζονται σε μελέτες αλλά πρέπει να αξιολογηθεί μέσα σε μία δομημένη έρευνα με τη χρήση εργαλείων όπως ερωτηματολόγια ή και συνεντεύξεις ώστε να διαφανεί αν έχουν καλυφθεί επιτυχώς ή ικανοποιητικώς οι διδακτικοί στόχοι. Ιδανικά, ο ρόλος του εκπαιδευτή δεν θα έπρεπε να υποβιβαστεί στην έρευνα αυτή διότι εκ των πραγμάτων κρίνεται κατάλληλος βάσει εμπειρίας και γνώσης για την αξιολόγηση της προόδου των μαθητών και για τον έλεγχο της επίτευξης των εκπαιδευτικών στόχων που σχετίζονται και με την διδακτέα ύλη.

Σε μια μελλοντική έρευνα, η αξιοποίηση ενός τρισδιάστατου παιχνιδιού προσομοίωσης, θα μπορούσε να γίνει δυνατή σε ένα δείγμα μαθητών θα αποτελείται από μαθητές της ίδιας τάξης του γυμνασίου και ιδανικά με παρόμοιο επίπεδο γνώσεων προγραμματισμού, το οποίο μπορεί να ελεγχθεί με ένα σύντομο τεστ γνώσεων που θα συνταχθεί από τον εκπαιδευτικό. Οι μαθητές θα πρέπει να χωριστούν σε δύο ομάδες όπου η μία θα κάνει χρήση του παιχνιδιού και η άλλη θα παρακολουθήσει την εκμάθηση και εφαρμογή προγραμματιστικών εννοιών μέσα απο τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας (στην τάξη ή με τηλεεκπαίδευση). Στην έρευνα που θα διεξαχθεί, θα πρέπει να υπάρχει μια συγκριτική μελέτη όπου θα ελεγχθούν οι γνώσεις προγραμματισμού που έχουν αποκομίσει οι μαθητές μέσα στο παιχνίδι και θα κρίνεται η αποτελεσματικότητα του παιχνιδιού έναντι της αποτελεσματικότητας της παραδοσιακής μάθησης ως προς την κάλυψη των επιμορφωτικών στόχων.

Σχεδιασμός και δημιουργία ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού αξιοποιώντας τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού – Μιχαηλίδου Μαρία

Βιβλιογραφία

- [1] A. Tucker, A model curriculum for k–12 computer science: Final report of the acm k–12 task force curriculum committee, ACM, 2003.
- [2] J. G. Brookshear, D. Brylow και S. Manasa, «Computer science: An overview,» 2009.
- [3] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest και C. Stein, Introduction to algorithms, MIT press, 2022.
- [4] C. Herrmann, S. Thiede, S. Kara και J. Hesselbach, «Energy oriented simulation of manufacturing systems–Concept and application,» *CIRP annals*, τόμ. 60, p. 45–48, 2011.
- [5] B. Burd, L. Barker, M. Divitini, F. A. F. Perez, I. Russell, B. Siever και L. Tudor, «Courses, content, and tools for internet of things in computer science education,» σε *Proceedings of the 2017 ITiCSE conference on working group reports*, 2018.
- [6] M. Webb, N. Davis, T. Bell, Y. J. Katz, N. Reynolds, D. P. Chambers και M. M. Sysło, «Computer science in K-12 school curricula of the 21st century: Why, what and when?,» *Education and Information Technologies*, τόμ. 22, p. 445–468, 2017.
- [7] N. Πέλλας, «Exploring the development of high school students’ computational problem-solving strategies by utilizing three-dimensional (3D) virtual worlds,» 2019.
- [8] V. Barr και C. Stephenson, «Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community?,» *Acm Inroads*, τόμ. 2, p. 48–54, 2011.
- [9] F. J. Agbo, S. S. Oyelere, J. Suhonen και S. Adewumi, «A systematic review of computational thinking approach for programming education in higher education institutions,» σε *Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 2019.
- [10] D. Weintrop, N. Holbert, M. S. Horn και U. Wilensky, «Computational thinking in constructionist video games,» *International*

Journal of Game-Based Learning (IJGBL), τόμ. 6, p. 1–17, 2016.

- [11] N. B. Dale και C. Weems, *Programming and problem solving with C++*, Jones & Bartlett Publishers, 2014.
- [12] M. Shaw, «Myths and mythconceptions: What does it mean to be a programming language, anyhow?,» *Proceedings of the ACM on Programming Languages*, τόμ. 4, p. 1–44, 2022.
- [13] T. Jenkins, «On the difficulty of learning to program,» σε *Proceedings of the 3rd Annual Conference of the LTSN Centre for Information and Computer Sciences*, 2002.
- [14] M. Piteira και C. Costa, «Learning computer programming: study of difficulties in learning programming,» σε *Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication*, 2013.
- [15] H. Y. Durak και T. Güyer, «Design and development of an instructional program for teaching programming processes to gifted students using scratch,» σε *Research Anthology on Computational Thinking, Programming, and Robotics in the Classroom*, IGI Global, 2022, p. 127–155.
- [16] A. Robins, J. Rountree και N. Rountree, «Learning and teaching programming: A review and discussion,» *Computer science education*, τόμ. 13, p. 137–172, 2003.
- [17] A. Luxton-Reilly, «Learning to program is easy,» σε *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 2016.
- [18] J. Bennedsen και M. E. Caspersen, «Failure rates in introductory programming,» *AcM SIGcSE Bulletin*, τόμ. 39, p. 32–36, 2007.
- [19] J. Bennedsen και M. E. Caspersen, «Failure rates in introductory programming: 12 years later,» *ACM inroads*, τόμ. 10, p. 30–36, 2019.
- [20] P. Bucci, T. J. Long και B. W. Weide, «Do we really teach abstraction?,» *ACM Sigcse Bulletin*, τόμ. 33, p. 26–30, 2001.
- [21] Y. Bosse και M. A. Gerosa, «Why is programming so difficult to

learn? Patterns of Difficulties Related to Programming Learning Mid-Stage,» *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, τόμ. 41, p. 1–6, 2017.

- [22] P.-H. Tan, C.-Y. Ting και S.-W. Ling, «Learning difficulties in programming courses: undergraduates' perspective and perception,» σε *2009 International Conference on Computer Technology and Development*, 2009.
- [23] S. Savage και P. Piwek, «Full report on challenges with learning to program and problem solve: an analysis of first year undergraduate Open University distance learning students' online discussions,» 2019.
- [24] T. Beaubouef και J. Mason, «Why the high attrition rate for computer science students: some thoughts and observations,» *ACM SIGCSE Bulletin*, τόμ. 37, p. 103–106, 2005.
- [25] R. Snoeyink και P. A. Ertmer, «Thrust into technology: How veteran teachers respond,» *Journal of educational technology systems*, τόμ. 30, p. 85–111, 2001.
- [26] T. M. Silviyanti και Y. Q. Yusuf, «EFL Teachers' Perceptions on Using ICT in Their Teaching: To Use or to Reject?.,» *Teaching English with Technology*, τόμ. 15, p. 29–43, 2015.
- [27] Μ. Τζιφόπουλος, «Εκπαιδευτικοί μιλούν για τις εμπειρίες τους από την αξιοποίηση των Ψηφιακών Αλληλεπιδραστικών Τεχνολογιών στη διδασκαλία: Το \guillemotleftπαρόβουνο\guillemotright των εξωτερικών και εσωτερικών εμποδίων,» *Παιδαγωγική επιθεώρηση*, τόμ. 71, 2021.
- [28] K. Nikolopoulou και V. Gialamas, «Barriers to ICT use in high schools: Greek teachers' perceptions,» *Journal of Computers in Education*, τόμ. 3, p. 59–75, 2016.
- [29] A. Muslem και R. Juliana, «The use of information and communication technology (ICT) amongst EFL teachers: Perceptions and challenges,» *English Education Journal*, τόμ. 8, p. 469–487, 2017.
- [30] E. Lai, K. DiCerbo και P. Foltz, «Skills for Today: What We Know about Teaching and Assessing Collaboration.,» *Pearson*, 2017.
- [31] P. J. Denning, «The profession of IT Beyond computational thinking,» *Communications of the ACM*, τόμ. 52, p. 28–30, 2009.

- [32] S. Grover και R. Pea, «Computational thinking in K–12: A review of the state of the field,» *Educational researcher*, τόμ. 42, p. 38–43, 2013.
- [33] J. M. Wing, «Computational thinking,» *Communications of the ACM*, τόμ. 49, p. 33–35, 2006.
- [34] J. Wing, «Research notebook: Computational thinking—What and why,» *The link magazine*, τόμ. 6, p. 20–23, 2011.
- [35] J. M. Wing, «Computational thinking and thinking about computing,» *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, τόμ. 366, p. 3717–3725, 2008.
- [36] G. Futschek, «Algorithmic thinking: the key for understanding computer science,» σε *Informatics Education—The Bridge between Using and Understanding Computers: International Conference in Informatics in Secondary Schools—Evolution and Perspectives, ISSEP 2006, Vilnius, Lithuania, November 7-11, 2006. Proceedings*, 2006.
- [37] A. F. Blackwell, L. Church και T. R. G. Green, «The Abstract is an Enemy: Alternative Perspectives to Computational Thinking.,» σε *PPIG*, 2008.
- [38] K. Brennan και M. Resnick, «New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking,» σε *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association, Vancouver, Canada*, 2012.
- [39] C. Selby και J. Woollard, «Refining an understanding of computational thinking,» 2014.
- [40] S. Grover και R. Pea, «Computational thinking: A competency whose time has come,» *Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school*, τόμ. 19, p. 19–38, 2018.
- [41] C. Wang, J. Shen και J. Chao, «Integrating computational thinking in STEM education: A literature review,» *International Journal of Science and Mathematics Education*, τόμ. 20, p. 1949–1972, 2022.
- [42] S. I. Swaid, «Bringing computational thinking to STEM education,»

Procedia Manufacturing, τόμ. 3, p. 3657–3662, 2015.

- [43] I. S. T. E. ISfTiE και C. S. T. A. CSTA, «Operational definition of computational thinking for K-12 education,» *National Science Foundation*, 2011.
- [44] R. Andrian και R. Hikmawan, «The importance of computational thinking to train structured thinking in problem solving,» *Jurnal Online Informatika*, τόμ. 6, p. 113–117, 2021.
- [45] S.-Y. Wu και Y.-S. Su, «Visual programming environments and computational thinking performance of fifth-and sixth-grade students,» *Journal of Educational Computing Research*, τόμ. 59, p. 1075–1092, 2021.
- [46] J. Lee, C. Joswick και K. Pole, «Classroom play and activities to support computational thinking development in early childhood,» *Early Childhood Education Journal*, τόμ. 51, p. 457–468, 2023.
- [47] F. Kalelioğlu, Y. Gülbahar, S. Akçay και D. Doğan, «Curriculum integration ideas for improving the computational thinking skills of learners through programming via scratch,» σε *Local proceedings of the 7th international conference on informatics in schools: Situation, evolution and perspectives*, 2014.
- [48] K. F. Geisinger, «21st century skills: What are they and how do we assess them?,» *Applied measurement in education*, τόμ. 29, p. 245–249, 2016.
- [49] M. M. Rahman, «21st century skill'problem solving': Defining the concept,» *Rahman, MM (2019). 21st Century Skill "Problem Solving": Defining the Concept. Asian Journal of Interdisciplinary Research*, τόμ. 2, p. 64–74, 2019.
- [50] F. G. K. Yılmaz, R. Yılmaz και H. Y. Durak, «A review on the opinions of teachers about the development of computational thinking skills in K-12,» *Teaching computational thinking in primary education*, p. 157–181, 2018.
- [51] Z. Kátai, «The challenge of promoting algorithmic thinking of both sciences-and humanities-oriented learners,» *Journal of Computer Assisted Learning*, τόμ. 31, p. 287–299, 2015.

- [52] S. Cooper, L. C. Pérez και D. Rainey, «K–12 computational learning,» *Communications of the ACM*, τόμ. 53, p. 27–29, 2010.
- [53] G. Futschek και J. Moschitz, «Developing algorithmic thinking by inventing and playing algorithms,» *Proceedings of the 2010 constructionist approaches to creative learning, thinking and education: Lessons for the 21st century (constructionism 2010)*, p. 1–10, 2010.
- [54] F. Kalelioğlu, «A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code. org,» *Computers in Human Behavior*, τόμ. 52, p. 200–210, 2015.
- [55] S. Iqbal Malik και J. Coldwell-Neilson, «Impact of a new teaching and learning approach in an introductory programming course,» *Journal of Educational Computing Research*, τόμ. 55, p. 789–819, 2017.
- [56] G. Pólya και J. H. Conway, *How to solve it: A new aspect of mathematical method*, Princeton University Press Princeton, 1975.
- [57] M. G. Voskoglou και S. Buckley, «Problem solving and computational thinking in a learning environment,» *arXiv preprint arXiv:1212.0750*, 2012.
- [58] H. Beldhuis, «The Proceedings of the 11th European Conference on e-Learning,» 2012.
- [59] S. Iqbal και O. K. Harsh, «A self review and external review model for teaching and assessing novice programmers,» *International Journal of Information and Education Technology*, τόμ. 3, p. 120, 2013.
- [60] T. Koulouri, S. Lauria και R. D. Macredie, «Teaching introductory programming: A quantitative evaluation of different approaches,» *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, τόμ. 14, p. 1–28, 2014.
- [61] N. Pellas και S. Vosinakis, «How can a simulation game support the development of computational problem-solving strategies?,» σε *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2017.
- [62] R. a. W. D. Aadzaar, «Multimedia: An alternative to improve self-regulated learning and mathematical problem-solving skills,» σε *Journal of Physics:Conferences Series*, 2019.

- [63] C. Singh, «Interactive video tutorials for enhancing problem-solving, reasoning, and meta-cognitive skills of introductory physics students,» σε *Conference proceedings*, 2004.
- [64] C.-C. Liu, Y.-B. Cheng και C.-W. Huang, «The effect of simulation games on the learning of computational problem solving,» *Computers & Education*, τόμ. 57, p. 1907–1918, 2011.
- [65] L. G. Snyder και M. J. Snyder, «Teaching critical thinking and problem solving skills,» *The Journal of Research in Business Education*, τόμ. 50, p. 90, 2008.
- [66] R. Paul και L. Elder, *A guide for educators to critical thinking competency standards: Standards, principles, performance indicators, and outcomes with a critical thinking master rubric*, Rowman & Littlefield, 2019.
- [67] D. M. Shakirova, «Technology for the shaping of college students' and upper-grade students' critical thinking,» *Russian Education & Society*, τόμ. 49, p. 42–52, 2007.
- [68] P. A. Facione, *Critical thinking: What it is and why it counts*. Retrieved January 2, 2008, 2007.
- [69] T. Haynes και G. Bailey, «Are You and Your Basic Business Students Asking the Right Questions?.,» σε *Business Education Forum*, 2003.
- [70] M. N. Browne και S. M. Keeley, *Asking the right questions: A guide to critical thinking*, Pearson Education, 2007.
- [71] J. A. Duplass και D. L. Ziedler, «Critical thinking and logical argument,» *Social Education*, τόμ. 66, p. M10–M10, 2002.
- [72] J. Lochhead και J. Clement, *Cognitive Process Instruction. Research on Teaching Thinking Skills.*, ERIC, 1979.
- [73] M. U. Bers, L. Flannery, E. R. Kazakoff και A. Sullivan, «Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum,» *Computers & Education*, τόμ. 72, p. 145–157, 2014.
- [74] E. Sheldon, «Computational thinking across the curriculum,»

Disponibile all'indirizzo <https://www.edutopia.org/blog/computational-thinking-across-the-curriculum-eli-sheldon>, 2017.

- [75] E. Hunsaker, «Computational thinking,» *The K-12 educational technology handbook*, 2020.
- [76] K. Highfield, «Stepping into STEM with young children: Simple robotics and programming as catalysts for early learning,» *Technology and digital media in the early years: Tools for teaching and learning*, p. 150–161, 2015.
- [77] A. Buss και R. Gamboa, «Teacher transformations in developing computational thinking: Gaming and robotics use in after-school settings,» *Emerging research, practice, and policy on computational thinking*, p. 189–203, 2017.
- [78] F. J. García-Peñalvo, D. Reimann και C. Maday, «Introducing coding and computational thinking in the schools: The TACCLE 3–coding project experience,» *Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights*, p. 213–226, 2018.
- [79] C. Angeli και M. Giannakos, *Computational thinking education: Issues and challenges*, τόμ. 105, Elsevier, 2020, p. 106185.
- [80] I. Lee, F. Martin, J. Denner, B. Coulter, W. Allan, J. Erickson, J. Malyn-Smith και L. Werner, «Computational thinking for youth in practice,» *Acm Inroads*, τόμ. 2, p. 32–37, 2011.
- [81] B. A. Becker, C. Murray, T. Tao, C. Song, R. McCartney και K. Sanders, «Fix the first, ignore the rest: Dealing with multiple compiler error messages,» σε *Proceedings of the 49th ACM technical symposium on computer science education*, 2018.
- [82] T. Barik, Error messages as rational reconstructions, North Carolina State University, 2018.
- [83] L. E. Margulieux, M. Guzdial και R. Catrambone, «Subgoal-labeled instructional material improves performance and transfer in learning to develop mobile applications,» σε *Proceedings of the ninth annual international conference on International computing education research*, 2012.

- [84] C. Hill, *Programming environments for children: Creating a language that grows with you*, University of California, Santa Barbara, 2015.
- [85] I. Ouahbi, F. Kaddari, H. Darhmaoui, A. Elachqar και S. Lahmine, «Learning basic programming concepts by creating games with scratch programming environment,» *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, τόμ. 191, p. 1479–1482, 2015.
- [86] M. Resnick, J. Maloney, A. Monroy-Hernández, N. Rusk, E. Eastmond, K. Brennan, A. Millner, E. Rosenbaum, J. Silver, B. Silverman και others, «Scratch: programming for all,» *Communications of the ACM*, τόμ. 52, p. 60–67, 2009.
- [87] K. A. Brennan, «Best of both worlds: Issues of structure and agency in computational creation, in and out of school,» 2013.
- [88] K. T. Stolee και T. Fristoe, «Expressing computer science concepts through Kodu game lab,» σε *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education*, 2011.
- [89] T. Boellstorff, «Coming of age in Second Life,» σε *Coming of Age in Second Life*, Princeton University Press, 2015.
- [90] C. Allison, A. Campbell, C. J. Davies, L. Dow, S. Kennedy, J. P. McCaffery, A. H. D. Miller, I. A. Oliver και G. I. U. S. Perera, «Growing the use of Virtual Worlds in education: an OpenSim perspective,» *Proceedings of the 2nd European Immersive Education Summit*, 2012.
- [91] Z. Dobesova, «E-learning for visual programming language,» σε *2014 IEEE 12th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)*, 2014.
- [92] P.-Y. Chao, «Exploring students' computational practice, design and performance of problem-solving through a visual programming environment,» *Computers & Education*, τόμ. 95, p. 202–215, 2016.
- [93] M. M. Burnett και D. W. McIntyre, «Visual programming,» *COMputer-Los Alamitos-*, τόμ. 28, p. 14–14, 1995.
- [94] D. J. Portelance και M. U. Bers, «Code and Tell: Assessing young

children's learning of computational thinking using peer video interviews with ScratchJr,» σε *Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children*, 2015.

- [95] M. D. do Nascimento, I. M. Félix, B. M. Ferreira, L. M. de Souza, D. L. Dantas, L. de Oliveira Brandão και A. de Oliveira Brandão, «Which visual programming language best suits each school level? A look at Alice, iVProg, and Scratch,» σε *2019 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*, 2019.
- [96] B. Jost, M. Ketterl, R. Budde και T. Leimbach, «Graphical programming environments for educational robots: Open Roberta-yet another one?,» σε *2014 IEEE International Symposium on Multimedia*, 2014.
- [97] Y.-C. Hsu και Y.-H. Ching, «Mobile app design for teaching and learning: Educators' experiences in an online graduate course,» *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, τόμ. 14, p. 117–139, 2013.
- [98] C. Kelleher και R. Pausch, «Lowering the barriers to programming: A taxonomy of programming environments and languages for novice programmers,» *ACM Computing Surveys (CSUR)*, τόμ. 37, p. 83–137, 2005.
- [99] S. Y. Lye και J. H. L. Koh, «Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?,» *Computers in Human Behavior*, τόμ. 41, p. 51–61, 2014.
- [100] S. Wiedenbeck, «Factors affecting the success of non-majors in learning to program,» σε *Proceedings of the first international workshop on Computing education research*, 2005.
- [101] F. Kalelioglu και Y. Gülbahar, «The Effects of Teaching Programming via Scratch on Problem Solving Skills: A Discussion from Learners' Perspective.,» *Informatics in education*, τόμ. 13, p. 33–50, 2014.
- [102] G. Fessakis, E. Gouli και E. Mavroudi, «Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study,» *Computers & Education*, τόμ. 63, p. 87–97, 2013.
- [103] D.-Y. Kwon, I.-K. Yoon και W.-G. Lee, «Design of programming

-] learning process using hybrid programming environment for computing education,» *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, τόμ. 5, p. 1799–1813, 2011.
- [104 K. A. Y. A. Kadir Yücel και İ. YILDIZ, «Comparing three free to use visual programming environments for novice programmers,» *Kastamonu Eğitim Dergisi*, τόμ. 27, p. 2701–2712, 2019.
-] [105 G. Fesakis και K. Serafeim, «Influence of the familiarization with" scratch" on future teachers' opinions and attitudes about programming and ICT in education,» *Acm SIGCSE Bulletin*, τόμ. 41, p. 258–262, 2009.
-] [106 J. H. Maloney, K. Peppler, Y. Kafai, M. Resnick και N. Rusk, «Programming by choice: urban youth learning programming with scratch,» σε *Proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on Computer science education*, 2008.
-] [107 M. G. Alzahrani, «The Effect of Using Online Discussion Forums on Students' Learning,» *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, τόμ. 16, p. 164–176, 2017.
-] [108 D. Weintrop, E. Beheshti, M. Horn, K. Orton, K. Jona, L. Trouille και U. Wilensky, «Defining computational thinking for mathematics and science classrooms,» *Journal of science education and technology*, τόμ. 25, p. 127–147, 2016.
-] [109 B. Jiang και Z. Li, «Effect of Scratch on computational thinking skills of Chinese primary school students,» *Journal of Computers in Education*, τόμ. 8, p. 505–525, 2021.
-] [110 S. Cooper, «The design of Alice,» *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, τόμ. 10, p. 1–16, 2010.
-] [111 A. Fowler, T. Fristce και M. MacLauren, «Kodu Game Lab: a programming environment,» *The Computer Games Journal*, τόμ. 1, p. 17–28, 2012.
-] [112 M. F. ERKOÇ και S. GÜLSEÇEN, «The effect of collaborative game design on critical thinking, problem solving and algorithm development skills,» *ISSEP 2014*, p. 117, 2018.

- [113 R. Schroeder, Possible worlds: the social dynamic of virtual reality
] technology, Westview Press, Inc., 1996.
- [114 J. Smart, J. Cascio, J. Paffendorf, C. Bridges, J. Hummel, J.
] Hursthouse και R. Moss, «A cross-industry public foresight project,» *Proc. Metaverse Roadmap Pathways 3DWeb*, p. 1–28, 2007.
- [115 F. Bailey και M. Moar, «The Vertex Project: Children creating and
] populating 3D virtual worlds,» *Journal of Art & Design Education*, τόμ. 20, p. 19–30, 2001.
- [116 M. D. Dickey, «Brave new (interactive) worlds: A review of the
] design affordances and constraints of two 3D virtual worlds as interactive learning environments,» *Interactive learning environments*, τόμ. 13, p. 121–137, 2005.
- [117 K. F. Hew και W. S. Cheung, «Use of three-dimensional (3-D)
] immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research,» *British journal of educational technology*, τόμ. 41, p. 33–55, 2010.
- [118 R. A. Bartle, *Designing virtual worlds*, New Riders, 2004.
]
- [119 L. Dawley και C. Dede, «Situated learning in virtual worlds and
] immersive simulations,» *Handbook of research on educational communications and technology*, p. 723–734, 2014.
- [120 K. Subrahmanyam και P. M. Greenfield, «Virtual worlds in
] development: Implications of social networking sites.,» 2008.
- [121 K. Andreas, T. Tsiatsos, T. Terzidou και A. Pomportsis, «Fostering
] collaborative learning in Second Life: Metaphors and affordances,» *Computers & Education*, τόμ. 55, p. 603–615, 2010.
- [122 S. K. L. Riley και K. Stacy, «Teaching in virtual worlds:
] Opportunities and challenges,» *Setting Knowledge Free: The Journal of Issues in Informing Science and Information Technology*, τόμ. 5, p. 127–135, 2008.
- [123 C. Girvan και T. Savage, «Guidelines for conducting text based

-] interviews in virtual worlds,» *Understanding learning in virtual worlds*, p. 21–39, 2013.
- [124 G. Falloon, «Using avatars and virtual environments in learning: What do they have to offer?,» *British Journal of Educational Technology*, τόμ. 41, p. 108–122, 2010.
- [125 R. J. Jestice και S. Kahai, «The effectiveness of virtual worlds for education: an empirical study,» 2010.
- [126 A. Macías-Díaz, «Report of virtual worlds in education conference at the University of Edinburgh,» *St Andrews: School of Management*, 2008.
- [127 M. Rymaszewski, W. J. Au, M. Wallace, C. Winters, C. Ondrejka και B. Batstone-Cunningham, *Second life: The official guide*, John Wiley & Sons, 2007.
- [128 Q. Zhu, T. Wang και Y. Jia, «Second Life: A new platform for education,» σε *2007 first IEEE international symposium on information technologies and applications in education*, 2007.
- [129 K. Kalning, «If Second Life isn't a game, what is it,» *NBCNews.com. March*, τόμ. 12, 2007.
- [130 S. Warburton και M. P. García, «3D design and collaboration in massively multi-user virtual environments (MUVes),» σε *Cases on collaboration in virtual learning environments: processes and interactions*, IGI global, 2010, p. 27–41.
- [131 I. Duncan, A. Miller και S. Jiang, «A taxonomy of virtual worlds usage in education,» *British Journal of Educational Technology*, τόμ. 43, p. 949–964, 2012.
- [132 C. Allison, A. Miller, T. Sturgeon, J. R. Nicoll και I. Perera, «Educationally enhanced virtual worlds,» σε *2010 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2010.
- [133 B. Sun, X. Zhang και H. Wu, «Extending linden scripting language on OpenSim,» σε *2012 19th Asia-Pacific Software Engineering Conference*, 2012.
- [134 A. Konstantinidis, T. Tsiatsos, S. Demetriadis και A. Pomportsis,

-] «Collaborative learning in OpenSim by utilizing sloodle,» σε *2010 Sixth Advanced International Conference on Telecommunications*, 2010.
- [135 N. Pellas και S. Vosinakis, «The effect of simulation games on learning computer programming: A comparative study on high school students' learning performance by assessing computational problem-solving strategies,» *Education and Information Technologies*, τόμ. 23, p. 2423–2452, 2018.
- [136 A. Battal και S. T. Tokel, «Investigating the Factors Affecting Students' Satisfaction in a Programming Course Designed in 3D Virtual Worlds,» *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, τόμ. 11, p. 218–246, 2020.
- [137 Y. Cai, B. Lu, Z. Fan, C. Indhumathi, K. T. Lim, C. W. Chan, Y. Jiang και L. Li, «Bio-edutainment: Learning life science through X gaming,» *Computers & Graphics*, τόμ. 30, p. 3–9, 2006.
- [138 M. Prensky, «Digital natives, digital immigrants part 2: Do they really think differently?,» *On the horizon*, 2001.
- [139 D. Chiappe, M. Conger, J. Liao, J. L. Caldwell και K.-P. L. Vu, «Improving multi-tasking ability through action videogames,» *Applied ergonomics*, τόμ. 44, p. 278–284, 2013.
- [140 M. W. G. Dye, C. S. Green και D. Bavelier, «The development of attention skills in action video game players,» *Neuropsychologia*, τόμ. 47, p. 1780–1789, 2009.
- [141 M. Prensky, «The games generations: How learners have changed,» *Digital game-based learning*, τόμ. 1, αρ. 1, pp. 1-26, 2001.
- [142 M. Prensky, «Digital game-based learning,» *Computers in Entertainment (CIE)*, τόμ. 1, p. 21–21, 2003.
- [143 X. Ge και D. Ifenthaler, «Designing engaging educational games and assessing engagement in game-based learning,» σε *Gamification in Education: Breakthroughs in Research and Practice*, IGI Global, 2018, p. 1–19.
- [144 C. V. de Carvalho και A. Coelho, *Game-Based Learning*,

-] *Gamification in Education and Serious Games*, τόμ. 11, MDPI, 2022, p. 36.
- [145 M. Papastergiou, «Digital game-based learning in high school
] computer science education: Impact on educational effectiveness and
student motivation,» *Computers & education*, τόμ. 52, p. 1–12, 2009.
- [146 A. Ali, «A Conceptual Model for Learning to Program in
] Introductory Programming Courses.,» *Issues in Informing Science &
Information Technology*, τόμ. 6, 2009.
- [147 M. D. Kickmeier-Rust, B. Marte, S. B. Linek, T. Lalonde και D.
] Albert, «The effects of individualized feedback in digital educational
games,» σε *Proceedings of the 2nd European Conference on Games Based
Learning*, 2008.
- [148 P. Deubel, «Game On!.,» *The Journal*, τόμ. 33, p. 30, 2006.
-]
- [149 D. López-Fernández, A. Gordillo, P. P. Alarcón και E. Tovar,
] «Comparing traditional teaching and game-based learning using teacher-
authored games on computer science education,» *IEEE Transactions on
Education*, τόμ. 64, p. 367–373, 2021.
- [150 M. D. Griffiths, «The educational benefits of videogames,»
] *Education and health*, τόμ. 20, p. 47–51, 2002.
- [151 Z. Yu, M. Gao και L. Wang, «The effect of educational games on
] learning outcomes, student motivation, engagement and satisfaction,»
Journal of Educational Computing Research, τόμ. 59, p. 522–546, 2021.
- [152 K. Durkin, J. Boyle, S. Hunter και G. Conti-Ramsden, «Video games
] for children and adolescents with special educational needs,» *Zeitschrift für
Psychologie*, 2015.
- [153 E. Brandt, J. Messeter και T. Binder, «Formatting design dialogues–
] games and participation,» *Co-Design*, τόμ. 4, p. 51–64, 2008.
- [154 M. L. Wu και K. Richards, «Facilitating computational thinking
] through game design,» σε *Edutainment Technologies. Educational Games
and Virtual Reality/Augmented Reality Applications: 6th International
Conference on E-learning and Games, Edutainment 2011, Taipei, Taiwan*,

September 2011. Proceedings 6, 2011.

- [155 G. Triantafyllakos, G. Palaigeorgiou και I. A. Tsoukalas, «Designing educational software with students through collaborative design games: The We! Design&Play framework,» *Computers & Education*, τόμ. 56, p. 227–242, 2011.
- [156 C. C. Navarrete, «Creative thinking in digital game design and development: A case study,» *Computers & Education*, τόμ. 69, p. 320–331, 2013.
- [157 D. Oblinger, «The next generation of educational engagement,» *Journal of interactive media in education*, τόμ. 2004, 2004.
- [158 K. Squire, «Changing the game: What happens when video games enter the classroom?,» *Innovate: Journal of online education*, τόμ. 1, 2005.
- [159 P. Gray, «Cognitive benefits of playing video games,» *Psychology today*, 2015.
- [160 T. Endestad και L. Torgersen, «Computer games and violence: Is there really a connection?,» σε *DiGRA Conference*, 2003.
- [161 J.-L. Shih, C.-W. Chuang, J.-J. Tseng και B.-J. Shih, «Designing a role-play game for learning Taiwan history and geography,» σε *2010 Third IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning*, 2010.
- [162 T. W. Malone, «Toward a theory of intrinsically motivating instruction,» *Cognitive science*, τόμ. 5, p. 333–369, 1981.
- [163 M. Prensky, «Fun, play and games: What makes games engaging,» *Digital game-based learning*, τόμ. 5, p. 5–31, 2001.
- [164 K. Squire, «Video games in education,» *Int. J. Intell. Games & Simulation*, τόμ. 2, p. 49–62, 2003.
- [165 J. McGonigal, *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*, Penguin, 2011.
- [166 A. Rollings και E. Adams, *Andrew Rollings and Ernest Adams on game design*, New Riders, 2003.
- [167 K. Kiili, «Digital game-based learning: Towards an experiential

-] gaming model,» *The Internet and higher education*, τόμ. 8, p. 13–24, 2005.
- [168 J. Hamari, D. J. Shernoff, E. Rowe, B. Coller, J. Asbell-Clarke και
] T. Edwards, «Challenging games help students learn: An empirical study on
engagement, flow and immersion in game-based learning,» *Computers in
human behavior*, τόμ. 54, p. 170–179, 2016.
- [169 P. Sweetser και P. Wyeth, «GameFlow: a model for evaluating
] player enjoyment in games,» *Computers in Entertainment (CIE)*, τόμ. 3, p.
3–3, 2005.
- [170 J. Nakamura και M. Csikszentmihalyi, «Flow theory and research,»
] *Handbook of positive psychology*, τόμ. 195, p. 206, 2009.
- [171 J. Chen, «Flow in games (and everything else),» *Communications of
] the ACM*, τόμ. 50, p. 31–34, 2007.
- [172 D. J. Shernoff, M. Csikszentmihalyi, B. Shneider και E. S. Shernoff,
] «Student engagement in high school classrooms from the perspective of
flow theory.,» *School psychology quarterly*, τόμ. 18, p. 158, 2003.
- [173 M. Csikszentmihalyi, «Flow and the psychology of discovery and
] invention,» *HarperPerennial, New York*, τόμ. 39, p. 1–16, 1997.
- [174 C.-C. Chang, C. Liang, P.-N. Chou και G.-Y. Lin, «Is game-based
] learning better in flow experience and various types of cognitive load than
non-game-based learning? Perspective from multimedia and media
richness,» *Computers in Human Behavior*, τόμ. 71, p. 218–227, 2017.
- [175 C. Reynaldo, R. Christian, H. Hosea και A. A. S. Gunawan, «Using
] video games to improve capabilities in decision making and cognitive skill:
a literature review,» *Procedia Computer Science*, τόμ. 179, p. 211–221,
2021.
- [176 B. Gros, «Digital games in education: The design of games-based
] learning environments,» *Journal of research on technology in education*,
τόμ. 40, p. 23–38, 2007.
- [177 L. A. Annetta, E. Folta, M. Klesath, L. A. Annetta, E. Folta και M.
] Klesath, «Serious games, simulations, and case-based reasoning,» *V-
Learning: Distance Education in the 21st Century Through 3D Virtual*

Learning Environments, p. 57–69, 2010.

- [178 R. L. Lamb, L. Annetta, J. Firestone και E. Etopio, «A meta-analysis
] with examination of moderators of student cognition, affect, and learning
outcomes while using serious educational games, serious games, and
simulations,» *Computers in Human Behavior*, τόμ. 80, p. 158–167, 2018.
- [179 D. Vlachopoulos και A. Makri, «The effect of games and
] simulations on higher education: a systematic literature review,»
International Journal of Educational Technology in Higher Education, τόμ.
14, p. 1–33, 2017.
- [180 C. Abt, *Serious Games*, Viking Press, 2015.
]
- [181 R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg και J. Wiemeyer, *Serious
] Games. Cham: Springer International Publishing*, 2016.
- [182 M. Zyda, «From visual simulation to virtual reality to games,»
] *Computer*, τόμ. 38, p. 25–32, 2005.
- [183 D. Michael και S. Chen, «Serious Game: Games that Educate, Train
] and Inform M,» *Canada, USA: Thomson Course Technology PTR*, 2006.
- [184 S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled και L. Nacke, «From game
] design elements to gamefulness: defining "gamification",» σε *Proceedings
of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future
media environments*, 2011.
- [185 G. Zichermann και C. Cunningham, *Gamification by design:
] Implementing game mechanics in web and mobile apps*, " O'Reilly Media,
Inc.", 2011.
- [186 F. Bellotti, B. Kapralos, K. Lee, P. Moreno-Ger και R. Berta,
] «Assessment in and of serious games: an overview,» *Advances in human-
computer interaction*, τόμ. 2013, p. 1–1, 2013.
- [187 T. Hanghøj, «Game-based teaching: Practices, roles, and
] pedagogies,» σε *New pedagogical approaches in game enhanced learning:
Curriculum integration*, IGI global, 2013, p. 81–101.
- [188 P. Lameris, S. Arnab, I. Dunwell, C. Stewart, S. Clarke και P.

-] Petridis, «Essential features of serious games design in higher education: Linking learning attributes to game mechanics,» *British journal of educational technology*, τόμ. 48, p. 972–994, 2017.
- [189 G. Papanastasiou, A. Drigas, C. Skianis και M. D. Lytras, «Serious games in K-12 education: Benefits and impacts on students with attention, memory and developmental disabilities,» *Program*, τόμ. 51, p. 424–440, 2017.
-] [190 F. A. Buckless, K. Krawczyk και D. S. Showalter, «Using virtual worlds to simulate real-world audit procedures,» *Issues in Accounting Education*, τόμ. 29, p. 389–417, 2014.
-] [191 J. C. Herz, «Gaming the system,» *Game on: The history and culture of videogames*, Universe, New York, p. 86–97, 2002.
-] [192 L. Sauvé, L. Renaud, D. Kaufman και J.-S. Marquis, «Distinguishing between games and simulations: A systematic review,» *Journal of Educational Technology & Society*, τόμ. 10, p. 247–256, 2007.
-] [193 M. Prensky, «Simulations: Are they games,» *Digital game-based learning*, τόμ. 9, p. 1–6, 2001.
-] [194 M. Esteves και A. J. Mendes, «A simulation tool to help learning of object oriented programming basics,» σε *34th Annual Frontiers in Education, 2004. FIE 2004.*, 2004.
-] [195 C. Auman, «Using simulation games to increase student and instructor engagement,» *College Teaching*, τόμ. 59, p. 154–161, 2011.
-] [196 R. Devlin-Scherer και N. B. Sardone, «Digital simulation games for social studies classrooms,» *The Clearing House*, τόμ. 83, p. 138–144, 2010.
-] [197 D. S. Touretzky, D. Marghitu, S. Ludi, D. Bernstein και L. Ni, «Accelerating K-12 computational thinking using scaffolding, staging, and abstraction,» σε *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education*, 2013.
-] [198 F.-L. Fu, R.-C. Su και S.-C. Yu, «EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games,» *Computers & Education*, τόμ. 52, p. 101–112, 2009.

- [199 J. H. Brockmyer, C. M. Fox, K. A. Curtiss, E. McBroom, K. M.]
Burkhart και J. N. Pidruzny, «The development of the Game Engagement Questionnaire: A measure of engagement in video game-playing,» *Journal of experimental social psychology*, τόμ. 45, p. 624–634, 2009.
- [200 W. A. IJsselsteijn, Y. A. de Kort και K. Poels, «The game]
experience questionnaire, vol. 46, no. 1,» *Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven*, τόμ. 380, 2013.
- [201 Σ. Βοσινάκης, Εικονικοί κόσμοι [Προπτυχιακό εγχειρίδιο], Ανοιχτές]
Ακαδημαϊκές Εκδόσεις, 2015.
- [202 H. Yildiz Durak, «The effects of using different tools in]
programming teaching of secondary school students on engagement, computational thinking and reflective thinking skills for problem solving,» *Technology, Knowledge and Learning*, τόμ. 25, p. 179–195, 2020.
- [203 M. J. Dondlinger, «Educational video game design: A review of the]
literature,» *Journal of applied educational technology*, τόμ. 4, p. 21–31, 2007.
- [204 M. Bakhuys Roozeboom, G. Visschedijk και E. Oprins, «The]
effectiveness of three serious games measuring generic learning features,» *British journal of educational technology*, τόμ. 48, p. 83–100, 2017.
- [205 T. Anastasiadis, G. Lampropoulos και K. Siakas, «Digital game-]
based learning and serious games in education,» *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, τόμ. 4, p. 139–144, 2018.
- [206 A. a. B. A. R. a. E. N. A. Repenning, «Principles of computational]
thinking tools,» *Emerging research, practice, and policy on computational thinking*, pp. 291–305, 2017.