

# Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών/τριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2024)

4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών



## Τόμος Πρακτικών



**4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο  
Συνέδριο Νέων  
Ερευνητών/τριών**

στη Διδακτική των  
Φυσικών Επιστημών  
& Νέων Τεχνολογιών  
στην Εκπαίδευση

16-18 Σεπτεμβρίου  
2022

**Σχεδιασμός και ανάπτυξη μεθοδολογίας για την κατασκευή εφαρμογών Προσαρμοστικής Παιχνιδοποίησης στις Φ.Ε**

*Αλκίνοος Ιωάννης Ζουρμπάκης, Μιχαήλ Καλογιαννάκης*

doi: [10.12681/nrcodiste.5964](https://doi.org/10.12681/nrcodiste.5964)



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΡΑΚΗΣ

DEMOCRITUS  
UNIVERSITY  
OF THRACE

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής  
Εκπαίδευσης

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών

## Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για την Κατασκευή Εφαρμογών Προσαρμοστικής Παιχνιδοποίησης στις Φ.Ε.

Αλκίνοος Ιωάννης Ζουρμπάκης<sup>1</sup>, Μιχαήλ Καλογιαννάκης<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Υποψήφιος διδάκτορας, <sup>2</sup>Αναπληρωτής Καθηγητής  
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

### Περίληψη

Η εκπαίδευση στις Φ.Ε είναι απαραίτητη για την απόκτηση επιστημονικού γραμματισμού. Όμως, οι επιστημονικές έννοιες είναι συχνά δυσκολονόητες και μπορεί να οδηγήσουν τους μαθητές στην ανάπτυξη εναλλακτικών αντιλήψεων. Μία ταχεία αναπτυσσόμενη τάση στην ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση είναι η προσαρμοστική παιχνιδοποίηση. Οι τεχνολογικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση θα πρέπει να σχεδιάζονται σε συσχέτιση με το μαθησιακό περιεχόμενο, παιδαγωγικές προσεγγίσεις, στρατηγικές μάθησης και χαρακτηριστικά για την κατασκευή της γνώσης των μαθητών. Η παρούσα μελέτη έχει ως σκοπό την ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης που θα βασίζεται συσχετιζόμενες θεωρίες ψυχολογίας και κινήτρων, ενσωματώνοντας προσαρμοστικά κριτήρια, στρατηγικές μάθησης, στοιχεία παιχνιδιού και όλες τις ζωτικές πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας που σχετίζονται με την εκπαίδευση στις Φ.Ε.

### Abstract

Science education is necessary for the acquisition of scientific literacy. Nonetheless, scientific concepts are often difficult to understand and can lead students to develop alternative concepts. A rapidly growing trend in the integration of new educational technologies is adaptive education. The technological applications utilized in education should be designed in relation to the student content, pedagogical approaches, learning strategies and characteristics for the construction of students' knowledge. This study aims to develop an adaptive pedagogy methodology based on related theories of psychology and motivation, integrating adaptive criteria, learning strategies, game features and all the crucial learning process related to science education.

**Λέξεις κλειδιά:** Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών, Μεθοδολογία, Προσαρμοστική Παιχνιδοποίηση

**Key words:** Adaptive Gamification, Methodology, Science education

### 1. Εισαγωγή

Η εμπλοκή των μαθητών στην τάξη ήταν πάντα πρωταρχικό μέλημα των εκπαιδευτικών (Amado & Roleda, 2020). Δεδομένης της μετασηματιστικής δύναμης και των δυνατοτήτων της τεχνολογίας, τα νέα περιβάλλοντα μάθησης πρέπει να σχεδιαστούν ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών (Wara et al., 2018). Οι φυσικές επιστήμες (Φ.Ε) είναι απαραίτητες για την καλλιέργεια επιστημονικά εγγράμματων πολιτών με κοινωνική και περιβαλλοντική συνείδηση (National Research Council [NRC], 2012). Ωστόσο, η κατανόηση επιστημονικών εννοιών αποτελεί ζητούμενο για τους μαθητές όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων (Alesandrini & Heron, 2020). Μια τρέχουσα τάση που έχει προσελκύσει την προσοχή τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών αποτελεί η παιχνιδοποίηση, δηλαδή «η χρήση λειτουργιών, αισθητικής και μηχανισμών παιχνιδιών σε εφαρμογές που δεν σχετίζονται με παιχνίδια» (Kapp, 2012). Παρόλα αυτά, η μη προσαρμογή των επιμέρους στοιχείων των παιχνιδιών, η χρήση κατάλληλων διδακτικών προσεγγίσεων στις ανάγκες του κάθε μαθητή ξεχωριστά, καθώς και η συχνή παρουσίαση παρόμοιων και επαναλαμβανόμενων στοιχείων των παιχνιδιών, αυξάνουν σε βάθος χρόνου τα επίπεδα εγκατάλειψης (Hassan et al., 2019). Η προσαρμοστική παιχνιδοποίηση, δηλαδή η προσαρμογή και υιοθέτηση

διαφορετικών μηχανισμών παιχνιδιού και χαρακτηριστικών παιχνιδιών με βάση τις ενέργειες, τις προτιμήσεις και τα χαρακτηριστικά κάθε χρήστη/μαθητή (Codish & Ravid, 2014), βρίσκεται ακόμα στα αρχικά της στάδια. Αν και μερικές πρώιμες μεθοδολογίες μπορούν να βρεθούν στη βιβλιογραφία, λίγα είναι ακόμα γνωστά σχετικά με την προσαρμογή των στοιχείων του παιχνιδιού, ποια πρότυπα και κριτήρια προσαρμοστικότητας ταιριάζουν καλύτερα όταν εφαρμόζονται σε ψηφιακά περιβάλλοντα (Klock et al., 2020), ειδικά λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένα πλαίσια, όπως οι Φ.Ε και οι στρατηγικές μάθησης που εφαρμόζονται σε αυτές (Kalogiannakis et al., 2021).

Τα κίνητρα εμφανίζονται με ποικίλους τρόπους σε κάθε άνθρωπο. Διαφορετικά στοιχεία αλληλοεπιδρούν σε διαφορετικό βαθμό με τον κάθε ένα, και κατά συνέπεια, σε ένα περιβάλλον παιχνιδοποίησης, οι αλληλεπιδράσεις των μηχανισμών του παιχνιδιού μπορεί να έχουν αρκετά διαφορετικό αντίκτυπο (Botte et al., 2020). Έτσι, η κατανόηση και η ενσωμάτωση μιας συγκεκριμένης θεωρίας κινήτρων είναι θεμελιώδης κατά το σχεδιασμό μιας εφαρμογής παιχνιδοποίησης. Μία ολιστική και περιεκτική προσέγγιση, η οποία ασχολείται με τα εσωτερικά και τα εξωτερικά κίνητρα, τους δεσμούς μεταξύ τους, αλλά και με την παιχνιδοποίηση, είναι η θεωρία αυτοδιάθεσης (self-determination theory) (Richter et al., 2015· Zainuddin et al., 2020). Επίσης, μία τυπολογία χωρισμού των χρηστών, η οποία βασίζεται στη θεωρία αυτοδιάθεσης είναι η κατηγοριοποίηση Hexad (Tondello et al., 2019). Αναπτύχθηκε από τους Tondello et al. (2016) με βάση τους εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες κινήτρων και τις αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον του παιχνιδιού. Επιπλέον, η χρήση σύγχρονων παιδαγωγικών στρατηγικών μάθησης που σχετίζονται με την εκπαίδευση των Φ.Ε, όπως η διερευνητική μάθηση, έχει τη δυνατότητα να ενισχύσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών (Tsai, 2018). Εξαιτίας, όμως, της διερευνητικής φύσης των Φ.Ε αλλά και της προώθησης ενεργών μαθησιακών πρακτικών, η μάθηση μέσω διερεύνησης και μάθησης μέσω επίλυσης προβλημάτων χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά σε περιβάλλοντα παιχνιδοποίησης (Kalogiannakis et al., 2021).

Ο εκπαιδευτικός αποτελεί μια ιδιαίτερη σημαντική πτυχή της μαθησιακής διαδικασίας. Ο ρόλος του έχει αλλάξει τα τελευταία χρόνια, καθώς στις μέρες μας καλείται να παρέχει υποστήριξη στους μαθητές βοηθώντας τους να γίνουν αυτό-κατευθυνόμενοι (self-directed), δηλαδή να διαμορφώσουν τον τρόπο μάθησής τους (UNESCO, 2008). Η παρακολούθηση της προόδου των μαθητών και καθοδήγησής τους κατά τη διάρκεια μιας εφαρμογής παιχνιδοποίησης (Sánchez-Rivas et al., 2019) ή, ευρύτερα, κατά τη διάρκεια ενός μαθησιακού πλαισίου με χρήση ΤΠΕ (Rodríguez-Triana et al., 2017) μπορεί να έχει πολλά πλεονεκτήματα για τη μαθησιακή διαδικασία. Στις Φ.Ε, οι εκπαιδευτικοί έχοντας μεγαλύτερη επίγνωση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών τους σχετικά με τα φαινόμενα και, ως εκ τούτου, βοηθούν τους μαθητές κάνοντας επιπλέον ερωτήσεις. Επιπρόσθετα, οι μαθητές μπορούν να «χαθούν» μέσα σε ένα περιβάλλον μάθησης ανοιχτού κόσμου (Huang et al., 2010· Ijaz et al., 2017). Ως εκ τούτου, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παρέχουν υποστήριξη και καθοδήγηση σε αυτές τις περιπτώσεις. Επίσης, ο εκπαιδευτικός μπορεί να συμβάλει θετικά στην αξιολόγηση της μαθησιακής διαδικασίας. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε ένα μοντέλο προσαρμοστικής μάθησης καθώς διασφαλίζεται ότι όλοι οι μαθητές βρίσκονται σε παρόμοιο επίπεδο και έχουν επιτύχει τους στόχους του μαθήματος.

Σκοπός της δημιουργίας της παρούσας μεθοδολογίας είναι η κατασκευή περιβαλλόντων προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης που περιλαμβάνει στοιχεία και μηχανισμούς παιχνιδιού που βασίζονται σε μια θεωρία κινήτρων, παιδαγωγικές στρατηγικές μάθησης και μηχανισμών παιχνιδιών άμεσα συνδεδεμένες με τις Φ.Ε (Kalogiannakis et al., 2021) και σχετικά γνωστές στους εν ενεργεία και μελλοντικούς εκπαιδευτικούς προκειμένου να μπορούν να εκπαιδευτούν και να ενσωματώσουν τα περιβάλλοντα αυτά στη διδασκαλία.

## 2. Μεθοδολογία

Η προσέγγιση που προτείνουμε σχετικά με το σχεδιασμό βασίζεται σε δύο παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας είναι το μοντέλο του παίκτη. Ταξινομούμε τις προτιμήσεις των μαθητών

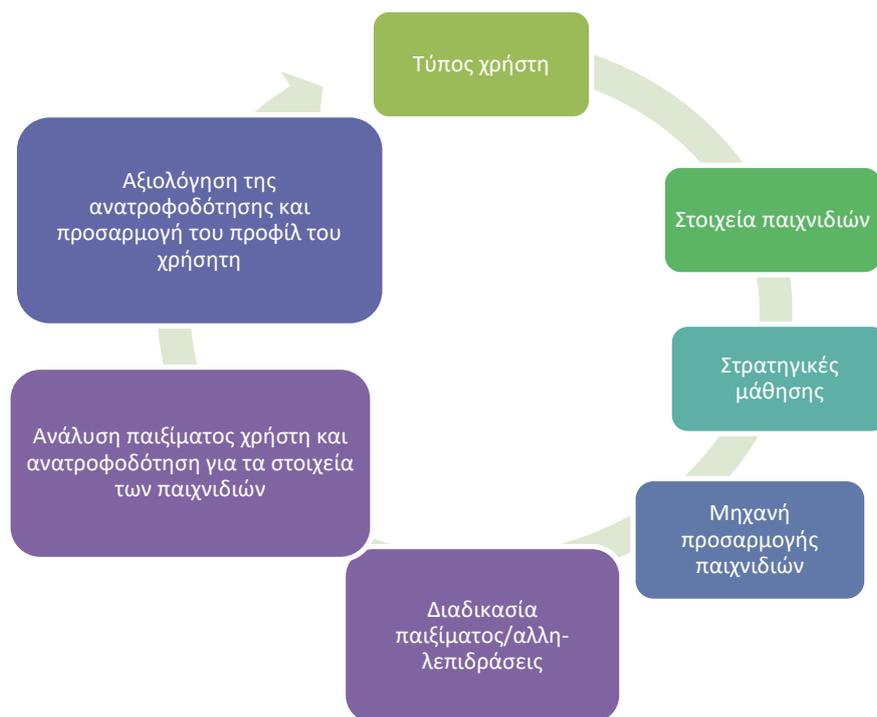
για τον τρόπο παιξίματος και τα στοιχεία παιχνιδιού σε έξι κατηγορίες με βάση το μοντέλο Hexad (Lavoue et al., 2019· Mora et al., 2018). Οι κατηγορίες είναι (Tondelo et al., 2016):

- Κατορθωτής/Επιτευκτής (Achiever): Υποκινούνται κυρίως από την ικανότητα (competence). Τους αρέσει να δοκιμάζουν νέα πράγματα και να ολοκληρώνουν προκλήσεις για να αποδείξουν τον εαυτό τους.
- Παίκτης (Player): Υποκινούνται κυρίως από τις ανταμοιβές (εξωτερικά κίνητρα). Η συμπεριφορά τους επηρεάζεται από τις ανταμοιβές που τους δίνονται κατά την διάρκεια του παιχνιδιού, ακόμα κι αν είναι άσχετες με την κύρια πρόοδο/πλοκή.
- Φιλάνθρωπός (ή αλτρουιστής) (Philanthropist): Υποκινούνται κυρίως από το σκοπό. Θα προσφέρουν τη βοήθειά τους στους άλλους χωρίς να περιμένουν αντάλλαγμα.
- Διαταράκτης (Disruptor): Υποκινούνται κυρίως από την αλλαγή. Τείνουν να προσπαθούν να δοκιμάσουν τα όρια του συστήματος, είτε με αρνητικό αντίκτυπο (π.χ χαλώντας το παιχνίδι για τους άλλους) είτε με θετικό (ανακαλύπτοντας ελαττώματα και βελτιώνοντας το σύστημα).
- Κοινωνικοποιητές (Socializer): Υποκινούνται κυρίως από την ικανότητα την σχετικότητα (relatedness). Τείνουν να έχουν εγγενή κίνητρα αλληλοεπιδρώντας με άλλους παίκτες και δημιουργώντας σχέσεις μαζί τους (κοινωνική συγγένεια).
- Ελεύθερα πνεύματα (ή Αυτόνομοι) (Free spirits): Υποκινούνται κυρίως από την αυτονομία (autonomy) και την αυτοέκφραση. Δεν τους αρέσει να ελέγχονται και προτιμούν να εξερευνούν οι ίδιοι το σύστημα/περιβάλλον.

Ο δεύτερος παράγοντας αφορά τις στρατηγικές μάθησης. Οι στρατηγικές μάθησης επηρεάζουν τους στόχους, τους σκοπούς, τη διαδρομή και τα στάδια της μάθησης. Συνεπώς, επειδή η εναλλαγή στρατηγικών μάθησης μπορεί να επιβαρύνει ιδιαίτερα τη διαδικασία προσαρμογής αλλά και εξαιτίας της φύσης της διδασκαλίας των Φ.Ε, προτιμήθηκαν μόνο δύο στρατηγικές μάθησης. Επίσης, αυτές οι στρατηγικές έχουν πολλές κοινές πτυχές κάτι που ευνοεί την μείωση του φόρτου εργασίας που απαιτείται και την εξοικείωση των μαθητών και με τις δύο στρατηγικές μάθησης, εφόσον υπάρχει ανάγκη προσαρμογής.

Η προτεινόμενη προσέγγιση βασίζεται σε δύο διαδικασίες προσαρμογής. Στην προσαρμογή των στοιχείων του παιχνιδιού και της μαθησιακής διαδικασίας. Σχετικά με τη προσαρμογή των στοιχείων του παιχνιδιού, υπάρχουν τρία βασικά σημεία: (α) η ανατροφοδότηση του χρήστη, (β) η δημιουργία προφίλ και (γ) η προσαρμογή. Σε πρώτη φάση, στην αρχή της εφαρμογής, ο χρήστης απαντά σε ένα ερωτηματολόγιο, με βάση το μοντέλο Hexad, για να δημιουργήσει το προφίλ του παίκτη. Στη συνέχεια, το σύστημα επιλέγει τα στοιχεία παιχνιδιού και τα εφαρμόζει στο περιβάλλον σύμφωνα με το προφίλ του παίκτη. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος, το προφίλ του παίκτη ενημερώνεται. Αυτό γίνεται με τη χρήση προσεκτικά κατάλληλων σχεδιασμένων διαλόγων εντός της εφαρμογής προκειμένου να μετρηθεί η γνώμη του χρήστη σχετικά με τα στοιχεία παιχνιδιών. Στο τέλος της διδασκαλίας, τίθενται ερωτήσεις στον χρήστη, με βάση του ενημερωμένου προφίλ του, σχετικά με την προσαρμογή στοιχείων παιχνιδιού και επιλέγει ένα στοιχείο παιχνιδιού από την δεύτερη και τρίτη κατηγορία παίκτη, σύμφωνα με την κατάταξη, τα οποία θα συμπεριληφθούν. Παρακάτω παρουσιάζεται η βασική αρχιτεκτονική της προσαρμοστικής παιχνοδοποίησης που προτείνουμε (Εικόνα 1).

Με βάση τις παραπάνω κατευθυντήριες γραμμές και μεθοδολογία, δημιουργήσαμε χρησιμοποιώντας τη μηχανή παιχνιδιών Unity3D, μία εφαρμογή παιχνοδοποίησης με τίτλο «Κύκλος του νερού». Ο «Κύκλος του Νερού» περιλαμβάνει τη διδασκαλία φαινομένων που σχετίζονται με τον κύκλο του νερού. Πιο συγκεκριμένα, το φαινόμενο της τήξης, της πήξης, του βρασμού και της εξάτμισης.

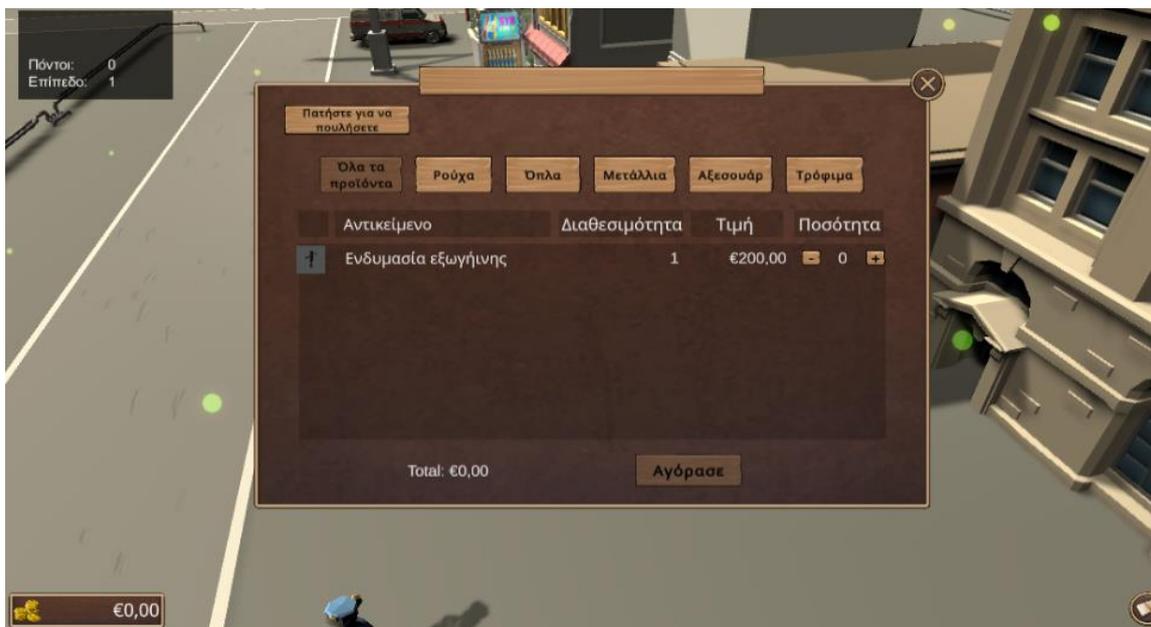


**Εικόνα 1:** Η αρχιτεκτονική του περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης

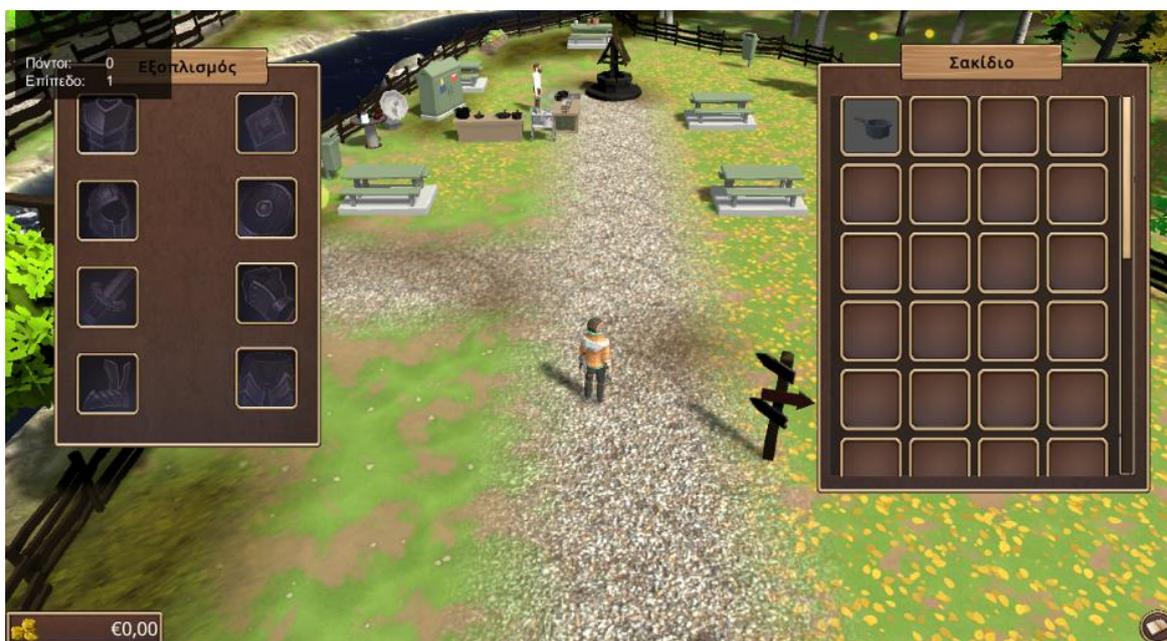
Σύμφωνα με τη μεθοδολογία μας, το περιβάλλον της εφαρμογής είναι ένα περιβάλλον προσομοίωσης ανοιχτού κόσμου που χρησιμοποιεί avatar, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Στο ξεκίνημα, αφού ο χρήστης συμπληρώσει το ερωτηματολόγιο και δημιουργηθεί το προφίλ του, του παρουσιάζεται ένα κείμενο που περιγράφει την ιστορία του παιχνιδιού με βάση το προφίλ του χρήστη και τη στρατηγική μάθησης που θα χρησιμοποιηθεί. Εάν εφαρμοστεί η διερευνητική μάθηση, ο χρήστης ενημερώνεται ότι έχει το ρόλο ενός φίλου της Αστυνομικού με σκοπό να την βοηθήσει να διερευνήσει κάποια φυσικά φαινόμενα. Αντιθέτως, εφαρμόζοντας τη μάθηση μέσω επίλυσης προβλήματος, ο χρήστης αποκτά το ρόλο του βοηθού της αστυνομικού και είναι επιφορτισμένος με την επίλυση ορισμένων υποθέσεων. Η Εικόνα 2 δείχνει ότι ο χρήστης έχει όλη την ελευθερία να κινηθεί μέσα στην εφαρμογή, όπου μπορεί να συνομιλήσει και να αλληλοεπιδράσει με χαρακτήρες που δεν είναι παίκτες, να συλλέξει υλικά, να εκτελέσει πειράματα αλλά και να δει και να ακούσει μερικά πραγματικά φαινόμενα και ήχους.

Σχετικά με τους μηχανισμούς παιχνιδιού, αυτά διαφοροποιούνται σύμφωνα με το δεδομένο προφίλ του χρήστη όταν αυτός εισέρχεται σε κάθε ενότητα. Για παράδειγμα, στην εικόνα 3 ο βασικός τύπος του χρήστη είναι «ο Παίκτης» ενώ το ο δεύτερος και τρίτος τύπος είναι ο «Κατορθωτής» και το Ελεύθερο πνεύμα». Επάνω αριστερά έχει εμφανιστεί το επίπεδο και οι πόντοι του παίκτη ενώ κάτω αριστερά έχουμε ένα σύστημα χρημάτων και συνδέονται με το παιχνίδι και την πρόοδο εντός του μαθήματος. Όταν ο παίκτης απαντάει σωστά σε ερωτήσεις κατά τη διάρκεια των αποστολών λαμβάνει πόντους που επηρεάζουν επίσης το επίπεδό του. Η ολοκλήρωση των αποστολών δίνει επιπλέον πόντους ανάλογα με το χρόνο (πρόκληση) που χρησιμοποίησε για να το πετύχει. Επίσης, αποκτά νομίσματα με την ολοκλήρωση κάποιων αποστολών, που στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιήσει στον πωλητή προκειμένου να αγοράσει διάφορα ρούχα και να προσαρμόσει τον χαρακτήρα του. Ακόμα, ο παίκτης με την ολοκλήρωση των κύριων αποστολών κερδίζει εμβλήματα. Επιπλέον, μετά την εκπλήρωση της τελευταίας αποστολής ο παίκτης παίρνει προαγωγή από την αστυνομικό δίνοντας του το ανάλογο έμβλημα. Σε κάποια συγκεκριμένα σημεία του παιχνιδιού, για παράδειγμα μετά την ολοκλήρωση των πειραμάτων, ο χρήστης ερωτάται έμμεσα για την γνώμη του σχετικά με τα στοιχεία παιχνιδιού που είναι ενεργοποιημένα. Προκειμένου να μην κουράσουμε ή

αποσπάζουμε τη προσοχή του χρήστη, οι ερωτήσεις δεν ξεπερνούν τις 2 για κάθε στοιχείο παιχνιδιού. Η ανατροφοδότηση γίνεται σε πεντάβαθμη κλίμακα Likert.



**Εικόνα 2:** Τρισδιάστατο περιβάλλον προσαρμοστικής παιχνιδιοποίησης



**Εικόνα 3:** Περιβάλλον με προσαρμοσμένα στοιχεία παιχνιδιών

Οι στρατηγικές μάθησης που εφαρμόζονται σε κάθε μάθημα είναι η διερευνητική μάθηση και η μάθηση μέσω της επίλυσης προβλήματος. Η μάθηση με βάση την επίλυση προβλήματος ακολουθεί μια πορεία μάθησης βασισμένη στην ιστορία. Στον χρήστη παρουσιάστηκε ο ρόλος του βοηθού αστυνομικού που έχει επιφορτιστεί να λύσει μυστήρια που σχετίζονται με έννοιες τους κύκλου του νερού, όπως η πήξη. Του παρουσιάζονται σιγά σιγά και πληροφορίες σχετικά με την υπόθεση/προβληματική κατάσταση. Στη συνέχεια, μέσω διαλόγων, αναλύει τα αρχικά

στοιχεία της υπόθεσης, κάνει περαιτέρω υποθέσεις, διεξάγει έρευνες προκειμένου να αποκτήσει πρόσθετες πληροφορίες. Έπειτα, συγκεντρώνει υλικά για τη διεξαγωγή πειραμάτων σχετικά με το πρόβλημα και αφού τα εκτελέσει τα αναλύει. Προχωρώντας, φτάνει σε κάποια συμπεράσματα μέσω των διαλόγων και λύνει την υπόθεση. Τέλος, επανεξετάζει τη διαδικασία που ακολούθησε με την αστυνομικό συζητώντας τη, αναλύοντάς την και επισημαίνοντας πιθανά βήματα που μπορεί να μην έκανε.

Στην περίπτωση της διερευνητικής μάθησης, οι χρήστες αναλαμβάνουν να βοηθήσουν τη φίλη τους την αστυνομικό με κάποιους προβληματισμούς που έχει σχετικά με κάποια φαινόμενα, δηλαδή «τι συμβαίνει όταν βάζουμε νερό στην κατάψυξη;». Στη συνέχεια, οι μαθητές κάνουν υποθέσεις σχετικά με αυτές τις ερωτήσεις και συγκεντρώνουν υλικά που είναι απαραίτητα για τη διεξαγωγή πειραμάτων για τον έλεγχο αυτών των υποθέσεων. Τα πειράματα πραγματοποιούνται, παρατηρούν και απαντούν σε ερωτήσεις που θα τους βοηθήσουν να οργανώσουν τα δεδομένα τους και να τα αναλύσουν. Τέλος, αξιολογούν και ερμηνεύουν τα δεδομένα τους και συγκρίνουν το αποτέλεσμα τους με τις αρχικές τους υποθέσεις.

### 3. Αποτελέσματα

Η έρευνά μας βρίσκεται στο στάδιο της επεξεργασίας και δεν υπάρχουν ακόμα δημοσιεύσιμα αποτελέσματα. Βρισκόμαστε στο τελευταίο στάδιο της δημιουργίας του λογισμικού που κατασκευάζουμε με βάση το προτεινόμενο μοντέλο για μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στην φιλικότητα του περιβάλλοντος και στην αποφυγή σφαλμάτων εντός της εφαρμογής.

### 4. Συμπεράσματα

Η παραπάνω προσέγγιση αναφέρεται σε διάφορες έννοιες που περιλαμβάνονται και συνδέονται μεταξύ τους σχετικά με την παιχνιδοποίηση και τις Φ.Ε. Συγκεκριμένα, η μεθοδολογία μας προέρχεται από ένα συγκεκριμένο ψυχολογικό θεωρητικό μοντέλο, το θεωρία αυτοδιάθεσης που βασίζεται σε πτυχές των κινήτρων των ατόμων, την «καρδιά» της παιχνιδοποίησης. Στη συνέχεια, σύμφωνα με μία συγκεκριμένη θεωρία κινήτρων επιλέγονται τα στοιχεία των παιχνιδιών και οι κατηγορίες των χρηστών. Ακόμα, λαμβάνοντας υπόψη τη διδασκαλία Φ.Ε, επιλέχθηκαν συσχετιζόμενες στρατηγικές μάθησης. Αυτό το μοντέλο στοχεύει να βοηθήσει τόσο τους εκπαιδευτικούς όσο και τους προγραμματιστές λογισμικού καθιερώνοντας μια κατευθυντήρια γραμμή για τον συστηματικό σχεδιασμό ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης για τη διδασκαλία Φ.Ε και να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να ενσωματώσουν αυτό το προσαρμοστικό περιβάλλον στις τάξεις τους.

Σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα μας, στο προσεχές διάστημα θα οριστικοποιηθεί μία πρώτη έκδοση του πρωτότυπου περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης σχετικά με τη διδασκαλία εννοιών του κύκλου του νερού. Στη συνέχεια, θα εκπαιδευτούν εκπαιδευτικοί προκειμένου να μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή στην διδασκαλία τους στις αρχές του επόμενου έτους.

### 5. Βιβλιογραφία

- Alesandrini, A. T., & Heron, P. R. (2020). Types of explanations students use to explain answers to conceptual physics questions. Στο Y. Cao, S. Wolf, M. B. Bennett (επιμ.) *Physics Education Research Conference 2019* (σ. 21-25). Provo, UT. <https://doi.org/10.1119/perc.2019.pr.Alesandrini>
- Amado, C. M., & Roleda, L. S. (2019). Student Engagement in a Gamified Physics Course. Στο *Proceedings of the International Conference on Future of Education*, 2(1), 85-95. <https://doi.org/10.17501/26307413.2019.2109>

- Botte, B., Bakkes, S., & Veltkamp, R. (2020). Motivation in gamification: constructing a correlation between gamification achievements and self-determination theory. Στο *International Conference on Games and Learning Alliance* (σ. 157-166). Springer, Cham.  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-63464-3\\_15](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-63464-3_15)
- Codish, D., & Ravid, G. (2014). Personality based gamification-Educational gamification for extroverts and introverts. Στο *Proceedings of the 9th CHAIS Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies: Learning in the Technological Era* (Vol. 1, σ. 36-44). Ra'anana: The Open University of Israel.
- Hassan, M. A., Habiba, U., Majeed, F., & Shoaib, M. (2019). Adaptive gamification in e-learning based on students' learning styles. *Interactive Learning Environments*, 1-21.  
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1588745>
- Huang, H-M., Rauch, U., & Liaw, S.-S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3), 1171-1182. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.014>
- Ijaz, K., Bogdanovych, A., & Trescak, T. (2017). Virtual worlds vs books and videos in history education. *Interactive Learning Environments*, 25(7), 904-929.  
<https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1225099>
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature, *Education Sciences*, 11(1), 22.  
<https://doi.org/10.3390/educsci11010022>
- Kapp, K.M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Wiley. ISBN: 978-1-118-09634-5
- Klock, A. C. T., Gasparini, I., Pimenta, M. S., & Hamari, J. (2020). Tailored gamification: A review of literature. *International Journal of Human-Computer Studies*, 144, 102495  
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102495>
- Lavoué, E., Monterrat, B., Desmarais, M., & George, S. (2018). Adaptive gamification for learning environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12 (1), 16-28.  
<https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2823710>
- Mora, A., Tondello, G. F., Nacke, L. E., & Arnedo -Moreno, J. (2018). Effect of personalized gameful design on student engagement. Στο *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2018-April* (σ. 1925-1933). Santa Cruz de Tenerife, Spain.  
<https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363471>
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academy Press. ISBN:978-0-309-21742-2.
- Richter, G., Raban, D. R., & Rafaeli, S. (2015). Studying Gamification: The Effect of Rewards and Incentives on Motivation. Στο T. Reiners, L. C. Wood (Επιμ.), *Gamification in Education and Business* (σ. 21-46). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_2)
- Rodríguez - Triana, M. J., Prieto, L. P., Vozniuk, A., Boroujeni, M. S., Schwendimann, B. A., Holzer, A., & Gillet, D. (2017). Monitoring, awareness and reflection in blended technology enhanced learning: a systematic review. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 9 (2-3), 126-150.  
<https://doi.org/10.1504/IJTEL.2017.084489>
- Sánchez-Rivas, E., Ruiz-Palmero, J., & Sánchez-Rodríguez, J. (2019). Gamification of assessments in the natural sciences subject in primary education. *Educational Sciences: theory & practice*, 19 (1). 95-111. Ανακτήθηκε από: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1215208.pdf>
- Tondello, G. F., Wehbe, R. R., Diamond, L., Busch, M., Marczewski, A., & Nacke, L. E. (2016). The gamification user types hexad scale. Στο CHI PLAY '16: *Proceedings of the 2016 annual symposium on computer-human interaction in play* (σ. 229-243). <https://doi.org/10.1145/2967934.2968082>
- Tondello, G. F., Mora, A., Marczewski, A., & Nacke, L. E. (2019). Empirical validation of the gamification user types hexad scale in English and Spanish. *International Journal of Human-Computer Studies*, 127, 95-111. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.10.002>
- Tsai, F. H. (2018). The development and evaluation of a computer-simulated science inquiry environment using gamified elements. *Journal of Educational Computing Research*, 56(1), 3-22.

<http://dx.doi.org/10.1177/0735633117705646>

UNESCO (2008). ICT Competency Standards for Teachers: Competency Standards Modules.

Ανακτήθηκε από: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000156207>

Wara, E., Aloka, P. J., & Odongo, B. C. (2018). Relationship between emotional engagement and academic achievement among Kenyan secondary school students. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 7 (1), 107-118. <https://doi.org/10.2478/ajis-2018-0011>

Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C.J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, 100326. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>