ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία

Τόμ. 4, Αρ. 2 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΝΕΦΕΤ, Ειδικό Τεύχος

Εφαρμογή Προσαρμοστικής Παιχνιδοποίησης στις Φυσικές Επιστήμες: Η Επίδραση στα Κίνητρα Μαθητών και Μαθητριών

Αλκίνοος Ιωάννης Ζουρμπάκης, Μιχαήλ Καλογιαννάκης, Σταμάτης Παπαδάκης

doi: 10.12681/riste.38123

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ζουρμπάκης Α. Ι., Καλογιαννάκης Μ., & Παπαδάκης Σ. (2024). Εφαρμογή Προσαρμοστικής Παιχνιδοποίησης στις Φυσικές Επιστήμες: Η Επίδραση στα Κίνητρα Μαθητών και Μαθητριών. *Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*, *4*(2), 81–110. https://doi.org/10.12681/riste.38123

Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία
Ειδικό Τεύχος, 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο, (2024), Τόμος 4, Αρ. 2, σελ. 81-110

Εφαρμογή Προσαρμοστικής Παιχνιδοποίησης στις Φυσικές Επιστήμες: Η Επίδραση στα Κίνητρα Μαθητών και Μαθητριών

Αλκίνοος Ιωάννης Ζουρμπάκης[1], Μιχαήλ Καλογιαννάκης[1] και Σταμάτης Παπαδάκης[2]

[1]Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[2]Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

alzourmpakis@uth.gr, *mkalogian@uth.gr*, *stpapadakis@uoc.gr*

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια η παιχνιδοποίηση έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον ερευνητών/τριών και εκπαιδευτικών, κυρίως στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε), όπου οι μαθητές/τριες συχνά εκδηλώνουν αρνητικά συναισθήματα. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα της παιχνιδοποίησης εμφανίζει μικτά αποτελέσματα, οδηγώντας τους/ις ερευνητές/τριες να διερευνήσουν την προσαρμοστική παιχνιδοποίηση ως εναλλακτική προσέγγιση. Στην παρούσα μελέτη, κατασκευάσαμε ένα προσαρμοστικό περιβάλλον παιχνιδοποίησης το οποίο δοκιμάσαμε σε έξι τάξεις μαθητών/τριών της Γ' δημοτικού στο Ηράκλειο της Κρήτης κατά το σχολικό έτος 2022-2023. Τα ευρήματα της μελέτης μας παρουσιάζουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα όσον αφορά την αύξηση των κινήτρων, των απόψεων και των διαφορών μεταξύ των μαθητών/τριών στις Φ.Ε. Η παρούσα έρευνα συνεισφέρει πολύτιμες γνώσεις στο σχετικά νέο πεδίο της προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στην εκπαίδευση στις Φ.Ε.

Λέξεις κλειδιά: *Προσαρμοστική παιχνιδοποίηση, διδασκαλία Φυσικών Επιστημών, κίνητρα μαθητών/τριών*

Abstract

In recent years, gamification has attracted the interest of researchers and educators, especially in science education, where students often express negative emotions. However, the effectiveness of gamification has produced mixed results, leading researchers to explore adaptive gamification as an alternative approach. In this study, we created and tested an adaptive gamification environment for six classes of 3rd-grade students in primary schools in Heraklion in Crete. The findings of our study demonstrate promising results in terms of increased motivation, student engagement, and the differences between male and female students in science education. This research contributes valuable insights into the relatively new and limited field of adaptive gamification research in science education.

Key words: *Adaptive Gamification, Science Education, students' motivation*

Εισαγωγή

Η εμπλοκή και τα κίνητρα των μαθητών/τριών αποτελούν κρίσιμους παράγοντες που έχουν αποδειχθεί ότι έχουν θετική επίδραση στις επιδόσεις τους (Wara et al., 2018). Οι εκπαιδευτικοί ανέκαθεν τόνιζαν τη σημασία της ενεργής συμμετοχής των μαθητών/τριών στην τάξη ως βασικό στοιχείο της αποτελεσματικής διδασκαλίας (Amado & Roleda, 2019). Η δημιουργία καινοτόμων μαθησιακών περιβαλλόντων που ανταποκρίνονται στις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των σύγχρονων μαθητών/τριών είναι απαραίτητη για την προώθηση μιας ελκυστικής και ενδιαφέρουσας εκπαιδευτικής εμπειρίας, ιδιαίτερα λόγω της συνεχούς ανάπτυξης και επιρροής της τεχνολογίας (Zourmpakis et al., 2022).

Ωστόσο, όταν πρόκειται για την κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με τις Φ.Ε οι μαθητές/τριες συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες λόγω της πολυπλοκότητάς τους. Το στοιχείο αυτό συχνά οδηγεί σε αρνητικά συναισθήματα, δυσάρεστες εμπειρίες και μειωμένα κίνητρα (Brígido et al., 2013· Fortus & Vedder-Weiss, 2014). Η προώθηση της εκπαίδευσης στις Φ.Ε είναι ζωτικής σημασίας για την πρόοδο της κοινωνίας μας και την ανάπτυξη επιστημονικά εγγράμματων ατόμων τα οποία θα είναι σε θέση να κατανοήσουν και να εκτιμήσουν την πολυπλοκότητα του κόσμου (NRC, 2012· Pektas & Kepceoglu, 2019). Η διδασκαλία των Φ.Ε έχει ως βασικό στόχο να αναπτύξει τις βασικές μαθησιακές δεξιότητες και να καλλιεργήσει στάσεις και αντιλήψεις δίνοντας έμφαση στη σημασία της λήψης αποφάσεων με βάση τα επιστημονικά και πειραματικά στοιχεία, ενώ παράλληλα προάγει την κοινωνική και περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση (Blossfeld & Von Maurice, 2019· NRC, 2012).

Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, οι εκπαιδευτικοί και οι ερευνητές/τριες έχουν στραφεί στην παιχνιδοποίηση, μια έννοια που κερδίζει σημαντικά έδαφος, καθώς στις μέρες μας τα παιχνίδια έχουν γίνει όλο και πιο δημοφιλή (Alam et al., 2022). Η πανδημία COVID-19 ανέδειξε επίσης μια συνεχή πρόκληση, κατά την οποία ένας μεγάλος αριθμός μαθητών/τριών παρουσιάζει ανάμεικτα συναισθήματα και μείωση των κινήτρων τους για συμμετοχή στη μάθηση, ιδίως σε ψηφιακά μαθησιακά περιβάλλοντα (Sakkir et al., 2021· Zancajo et al., 2022).

Οι εκπαιδευτικοί και οι σχεδιαστές/τριες προγραμμάτων σπουδών δείχνουν ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την αυξανόμενη δημοτικότητα των παιχνιδιών. Παρόλο που ο όρος "παιχνιδοποίηση" έχει εισαχθεί το 2008, μόλις το 2010 απέκτησε ευρεία αποδοχή (Rodrigues et al., 2019). Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, η παιχνιδοποίηση ορίζεται ως η ενσωμάτωση των μηχανισμών των παιχνιδιών, της αισθητικής και των γνωστικών και συμπεριφορικών πτυχών των παιχνιδιών σε εκπαιδευτικό περιεχόμενο εκτός παιχνιδιών (Kapp, 2012). Η στρατηγική αυτή αποσκοπεί στην εμπλοκή και την παρακίνηση των μαθητών/τριών, την αντιμετώπιση δύσκολων καταστάσεων και τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας με ψηφιακό υλικό.

Σχετικές έρευνες έχουν τονίσει την ανάγκη προσαρμογής της παιχνιδοποίησης στις προσδοκίες και τις ατομικές προτιμήσεις των χρηστών (Böckle et al., 2017· Monterrat et al., 2017). Η εξαιρετικά ενδιαφέρουσα δυνατότητα της παιχνιδοποίησης να προκαλεί αλλαγές

στη συμπεριφορά των μαθητών/τριών και να προάγει την εμπλοκή τους έχει υποστηριχθεί από εκτ·εταμένες έρευνες (Bai et al., 2020· Kalogiannakis et al., 2021). Ωστόσο, παρά τη σχεδόν δεκαετή εφαρμογή της, η βιβλιογραφία του πεδίου που σχετίζεται με την παιχνιδοποίηση παρουσιάζει ανάμεικτα αποτελέσματα όσον αφορά την αποτελεσματικότητά της στην προώθηση της μάθησης και των κινήτρων (Zainuddin et al., 2020). Αυτά τα μικτά αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η τυπική προσέγγιση "ένα μέγεθος για όλους/ες" στην παιχνιδοποίηση, η οποία υποθέτει παρόμοιες αντιδράσεις στα στοιχεία παιχνιδιού από όλους τους χρήστες, μπορεί να είναι ανεπαρκής (Hassan et al., 2021· Klock et al., 2020). Η έλλειψη προσαρμογής των στοιχείων παιχνιδιού και η έλλειψη κατάλληλης διδακτικής προσέγγισης προσαρμοσμένης στις ατομικές ανάγκες του κάθε μαθητή/τριας, σε συνδυασμό με την επαναλαμβανόμενη φύση των στοιχείων παιχνιδιού, μπορεί να συμβάλλουν με την πάροδο του χρόνου στην αύξηση των ποσοστών εγκατάλειψης της διδασκαλίας/ \ενασχόλησης με την εφαρμογή (Hassan et al., 2021).

Η προσαρμογή των στοιχείων παιχνιδιού στις ατομικές προτιμήσεις αποτελεί μία σημαντική πρόκληση λόγω της μεγάλης ποικιλίας των προφίλ των μαθητών/τριών και των διαφορετικών κινήτρων τους (Hallifax et al., 2019b· Lopez & Tucker, 2020). Η έρευνα έχει δείξει ότι η παιχνιδοποίηση προκειμένου να είναι αποτελεσματική πρέπει να προσαρμόζεται στις προσδοκίες και τις προσωπικές προτιμήσεις του χρήστη (Hallifax et al., 2019b· Lavoué et al., 2018). Η υπάρχουσα βιβλιογραφία του πεδίου σχετικά με την προσαρμοστική παιχνιδοποίηση είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο, ενώ ακόμη λιγότερες μελέτες εστιάζουν ειδικά στη συσχέτιση με το διδακτικό περιεχόμενο (Hallifax et al., 2019a). Η προσαρμοστική παιχνιδοποίηση, η οποία προσαρμόζει τα στοιχεία του παιχνιδιού με βάση τις ατομικές ενέργειες, τις προτιμήσεις και τα χαρακτηριστικά των χρηστών, παραμένει μια σχετικά νέα έννοια (Codish & Ravid, 2014). Μέχρι σήμερα, υπάρχουν λίγες προσεγγίσεις καταγεγραμμένες στη βιβλιογραφία, και ακόμη λιγότερες που είναι εστιασμένες για το περιεχόμενο των Φ.Ε (Zourmpakis et al., 2023).

Ακολουθώντας τις παρεχόμενες κατευθυντήριες γραμμές και τη σχετική μεθοδολογία, αναπτύξαμε ένα προσαρμοστικό περιβάλλον παιχνιδοποίησης ειδικά σχεδιασμένο για τη διδασκαλία επιστημονικών εννοιών που σχετίζονται με τον κύκλο του νερού. Το πλαίσιο αυτό περιελάμβανε προσαρμοστικά κριτήρια, στρατηγικές μάθησης, στοιχεία παιχνιδιού και όλες τις βασικές πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας ειδικά για την εκπαίδευση στις Φ.Ε. Ο βασικός ερευνητικός μας στόχος αφορά τη διερεύνηση των κινήτρων και των απόψεων των μαθητών/τριών όταν χρησιμοποιούν την εφαρμογή προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης και τη συσχέτιση με το φύλο τους. Πιο συγκεκριμένα τα επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα διατυπώθηκαν ως εξής:

- Ποια ήταν η επίδραση του περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στα κίνητρα και στις απόψεις των μαθητών/τριών ως προς τη χρήση της εφαρμογής προσαραρμοστικής παιχνιδοποίησης στην διδασκαλία Φ.Ε μετά τη χρήση της;
- Υπήρχαν διαφορές στα κίνητρα των μαθητών/τριών με βάση το φύλο τους;

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Η αλληλεπίδραση ανάμεσα στους/ις μαθητές/τριες και την επιστημονική εκπαίδευση στα σχολεία μπορεί να είναι συχνά δύσκολη, ενώ τα κίνητρα, οι στάσεις και το ενδιαφέρον μειώνονται καθώς οι μαθητές/τριες μεγαλώνουν (Steidtmann et al., 2023). Το πρόβλημα αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές σε σχέση με τις διαφορές μεταξύ των δύο φύλων, στα οποία τα αγόρια εμφανίζουν θετικότερα αποτελέσματα (Reilly et al., 2019). Εμπειρικές μελέτες έχουν δείξει ότι τα κίνητρα παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού και στην απόκτηση επιστημονικών γνώσεων και δεξιοτήτων (Docherty-Skippen et al., 2020). Παρόλο που τα κίνητρα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη μαθησιακή διαδικασία, διάφοροι παράγοντες, όπως τα προσωπικά ενδιαφέροντα, τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας, οι ανάγκες των μαθητρών/τριών, κ.ά., φαίνεται να έχουν επίσης σημαντική επιρροή στην εμπλοκή και συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία (Andrade et al., 2020).

Η εισαγωγή της παιχνιδοποίησης στην εκπαίδευση έχει αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια, αν και η ενσωμάτωση παιχνιδιών σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα δεν είναι κάτι καινούργιο (Kalogiannakis et al., 2021· Zainuddin et al., 2020). Αυτός ο όρος αναφέρεται στη χρήση στοιχείων παιχνιδιού για την ενθάρρυνση και τη συμμετοχή των μαθητών/τριών στη διδασκαλία. Έχει αποτελέσει μία ελκυστική εναλλακτική προσέγγιση, καθώς οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας μπορεί να μην είναι αποτελεσματικές για τη συμμετοχή των μαθητών/τριών (Fortus & Vedder-Weiss, 2014· Papadakis et al., 2018). Υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση της παιχνιδοποίησης σ' όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης, αν και είναι πιο διαδεδομένη στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (Zainuddin et al., 2020). Οι λόγοι για την ύπαρξή της δεν είναι σαφείς, αλλά μπορεί να σχετίζονται με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και την επικράτηση της παιχνιδοποίησης σε μαθήματα που σχετίζονται με την πληροφορική (Kalogiannakis et al., 2021· Ivanova et al., 2019). Παρόλα αυτά, η έρευνα αυξάνεται τα τελευταία και σε άλλους τομείς, όπως τα μαθηματικά, τη λογοτεχνία και τις θετικές επιστήμες (Bai et al., 2020; Kalogiannakis et al., 2021).

Στην διδασκαλία των Φ.Ε, η παιχνιδοποίηση συχνά χρησιμοποιείται συχνότερα στη βιολογία και στη φυσική (Kalogiannakis, et al., 2021), πιθανότατα για να βοηθήσει τους/ις μαθητές/τριες να κατανοήσουν δύσκολες έννοιες, διότι οι μαθητές/τριες εμφανίζουν αρκετά συχνά εναλλακτικές αντιλήψεις σε αυτά τα θέματα (Buckley, 2000· Sharma & Sharma, 2007). Ωστόσο, η παιχνιδοποίηση δεν είναι μια πανάκεια και πρέπει να προσαρμόζεται με προσοχή στους διαφορετικούς τομείς του εκάστοτε προγράμματος σπουδών. Επιπλέον, στην εκπαίδευση στις Φ.Ε, παρατηρείται μια γενική μείωση στο ενδιαφέρον, τις επιδόσεις και τη στάση των μαθητών/τριών προς τη μάθηση των Φ.Ε (Markopoulos et al., 2015· Papadakis et al., 2018). Παράλληλα, οι μαθητές/τριες συχνά παρουσιάζουν αρνητικά συναισθήματα και εμπειρίες, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε δυσκολίες στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών και σε υψηλότερα ποσοστά εγκατάλειψης (Vidakis et al., 2019). Αυτό μπορεί να συμβεί λόγω της έλλειψης ενδιαφέροντος των εκπαιδευτικών, των ανεπαρκών γνώσεων τους ή των αρνητικών εμπειριών των μαθητών/τριών (Borrachero et al. 2014· Farjon et al., 2019·

Mee et al., 2020). Επομένως, είναι ζωτικής σημασίας να βελτιωθεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές/τριες κατανοούν τα επιστημονικά φαινόμενα αν και η παιχνιδοποίηση έχει διερευνηθεί ως εργαλείο για την αντιμετώπιση αυτών των τάσεων (Kalogiannakis, et al., 2021).

Η ενσωμάτωση της παιχνιδοποίησης στη διδακτική των Φ.Ε στοχεύει στην αύξηση της εμπλοκής, της ευχαρίστησης και των κινήτρων των μαθητών/τριών, μέσω διάφορων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων (Kalogiannakis et al., 2021). Με τη σωστή χρήση, τα στοιχεία και οι μηχανισμοί των παιχνιδιών μπορούν να ξεπεράσουν τα εμπόδια στη διδασκαλία και να οδηγήσουν στην αύξηση των κινήτρων και ενεργής εμπλοκής των μαθητών/τριών (Purba et al., 2019· Zhao et al., 2021). Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά σχολικά εργαστήρια, η παιχνιδοποίηση παρέχει ένα ασφαλές περιβάλλον για πειραματισμό χωρίς τον κίνδυνο ατυχημάτων (Kim et al., 2018). Οι κοινές προκλήσεις συμπεριλαμβάνουν το υψηλό κόστος ανάπτυξης λογισμικού και την ανάγκη κατάρτισης των εκπαιδευτικών (Savec, 2017· Teo et al., 2015). Όμως, υπάρχουν στοιχεία τα οποία φανερώνουν ότι η παιχνιδοποίηση μπορεί να αυξήσει την ευχαρίστηση και τα κίνητρα των μαθητών/τριών, αν και ο αντίκτυπός της στα μαθησιακά αποτελέσματα παραμένει ακόμα ασαφής (Rachels & Rockinson-Szapkiw, 2018· Zainuddin et al., 2020). Επιπλέον, η αύξηση των κινήτρων συνήθως είναι βραχυπρόθεσμα και όχι μακροπρόθεσμα (Seaborn & Fels, 2015).

Σύμφωνα με έρευνες, τα κίνητρα διαφέρουν ανάμεσα στα άτομα, ενώ διαφορετικά στοιχεία μπορούν να επηρεάσουν διαφορετικά τους ανθρώπους (Böckle et al., 2017· Ryan & Deci, 2000). Στα περιβάλλοντα παιχνιδοποίησης, οι αλληλεπιδράσεις με τα στοιχεία του παιχνιδιού μπορούν να επηρεάσουν τα άτομα με διαφορετικό τρόπο βάσει των διαφορετικών παραγόντων κινήτρων και αναγκών τους (Hassan et al., 2021). Η επαναλαμβανόμενη χρήση όμοιων στοιχείων παιχνιδιού και διδακτικών προσεγγίσεων σε όλους τους μαθητές είναι πολύ πιθανό να μην έχει τα επιθυμητά αποτελέσμα, καθώς η προσέγγιση "ένα μέγεθος για όλα" έχει συσχετιστεί με αυξημένα ποσοστά εγκατάλειψης με την πάροδο του χρόνου (Codish & Ravid, 2014· Jagušt et al., 2018).

Ως εκ τούτου, τα τελευταία χρόνια, οι ερευνητές/τριες έχουν αρχίσει να επικεντρώνονται σε τεχνολογίες που προωθούν την προσαρμοστική μάθηση (Oliveira et al., 2023· Pelletier et al., 2021). Οι τεχνολογίες προσαρμοστικής μάθησης προσαρμόζουν τη δυσκολία και την ποικιλία του περιεχομένου των μαθημάτων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά, τις ανάγκες και την πρόοδο του/ης μαθητή/τριας (Werbach, 2012). Η προσέγγιση αυτή ενσωματώνει τόσο παρεμβάσεις με τη χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων, όσο και παρεμβάσεις από τον/ην εκπαιδευτικό με σκοπό τη βελτίωση της απόδοσης του/ης μαθητή/τρια (Werbach, 2012). Ο στόχος είναι η προσαρμογή της εκπαιδευτικής εμπειρίας στις μοναδικές ανάγκες του κάθε ατόμου, εξασφαλίζοντας μια πιο εξατομικευμένη και αποτελεσματική μαθησιακή εμπειρία. Μία από αυτές τις τεχνολογίες είναι η προσαρμοστική παιχνιδοποίηση, η οποία στοχεύει στη δυνατότητα προσαρμογής της μάθησης στην προσαρμογή των περιβαλλόντων παιχνιδοποίησης στα ατομικά χαρακτηριστικά, καθώς οι χρήστες έχουν διαφορετικά στυλ και παρακινούνται από συγκεκριμένα στοιχεία και μηχανισμούς του παιχνιδιού (Bocle et al., 2017).

Η κατανόησή μας για τον τρόπο αποτελεσματικής προσαρμογής των στοιχείων του παιχνιδιού, καθώς και για τα βέλτιστα πρότυπα και κριτήρια προσαρμογής, παραμένει περιορισμένη, αν και έχουν αναφερθεί μερικές μεθοδολογίες στη σχετική βιβλιογραφία του πεδίου (Bennani et al., 2022· Seaborn & Fels, 2015).

Ο σχεδιασμός περιβαλλόντων προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης αποτελεί μία περίπλοκη και δύσκολη πρόκληση, καθώς δεν υπάρχει ένα ενιαίο, καθολικά βέλτιστο σύνολο στοιχείων παιχνιδιού (Seaborn & Fels, 2015). Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός πρέπει να λαμβάνει υπόψη τόσο την προσαρμοστικότητα όσο και την παιδαγωγική προσέγγιση, που είναι κρίσιμες για την αύξηση της μακροπρόθεσμης αποτελεσματικότητας και της εμπλοκής των μαθητών/τριών (Zourmpakis et al., 2023). Οι τρέχουσες προσεγγίσεις για την προσαρμοστική παιχνιδοποίηση είναι πιο γενικές και μπορεί να μην εφαρμόζονται ιδανικά σε συγκεκριμένους κλάδους, όπως οι Φ.Ε (Zourmpakis et al., 2023), όπου πρέπει να ληφθούν υπόψη μοναδικοί παράγοντες (Hallifax et al., 2019a), όπως είναι οι στρατηγικές μάθησης.

Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη θεωρητικών μοντέλων που περιγράφουν τη συγκεκριμένη διαδικασία αύξησης των κινήτρων και της συμμετοχής των μαθητών/τριών στην εκπαίδευση στις Φ.Ε είναι εξαιρετικά κρίσιμη (Zourmpakis et al., 2023). Το μοντέλο αυτό θα πρέπει να διευκολύνει την επιλογή και την προσαρμογή των στοιχείων του παιχνιδιού και των στρατηγικών μάθησης, τόσο στην αρχή όσο και καθ' όλη τη διάρκεια της χρήσης της εφαρμογής. Η διαδικασία προσαρμογής θα πρέπει να περιλαμβάνει τη συμβολή τόσο των μαθητών/τριών όσο και των εκπαιδευτικών, δίνοντας έμφαση στην εξατομικευμένη πτυχή της μάθησης. Τα κριτήρια για την προσαρμογή θα βασίζονται συστηματικά στον τύπο και την προσωπικότητα του/ης μαθητή/τριας, τις ενέργειες που αναλαμβάνει ο/η μαθητής/τρια, το πλαίσιο και το υποκείμενο θεωρητικό πλαίσιο.

Θεωρίες κινήτρων, μοντέλα χρηστών και στρατηγικές μάθησης

Σε ένα πλαίσιο προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης, ο σχεδιασμός είναι καθοριστικός για την επίτευξη των στόχων της, της αύξησης των κινήτρων των μαθητών/τριών και της ενεργού τους συμμετοχής. Για την επίτευξη αυτού του στόχου η επιλογή και ενσωμάτωση ενός θεωρητικού πλαισίου/θεωρίας κινήτρων στο σχεδιασμό των εφαρμογών παιχνιδοποίησης αποτελεί πρωταρχικό μέλημα. Μια ιδιαίτερα σημαντική θεωρία που συνδέεται συχνά με τον σχεδιασμό της παιχνιδοποίησης αποτελεί η θεωρία του αυτό-προσδιορισμού (Self-Determination Theory, SDT), η οποία ασχολείται με την προέλευση και τη φύση των κινήτρων (Kalogiannakis et al., 2021). Άλλες θεωρίες εξετάζουν συγκεκριμένες πτυχές των κινήτρων, ιδίως τα εξωτερικά κίνητρα, όπως η θεωρία της αυτό-αποτελεσματικότητας ή η θεωρία καθορισμού στόχων, παρακίνησης (Richter et al., 2015). Όμως, η θεωρία του αυτό-προσδιορισμού (SDT) προσφέρει μια πιο περιεκτική και ολιστική προοπτική. Η SDT εξετάζει τόσο τα εσωτερικά όσο και τα εξωτερικά κίνητρα και τις μεταξύ τους σχέσεις (Ryan & Deci, 2000).

Παράλληλα, η επιλογή μιας τυπολογίας χρηστών διαμορφώνει σημαντικά την εμπειρία τους. Τα συγκεκριμένα μοντέλα βασίζονται στην τμηματοποίηση και την ομαδοποίηση χρηστών με παρόμοια χαρακτηριστικά, χρησιμοποιώντας ψυχογραφικά, συμπεριφορικά, δημογραφικά και γεωγραφικά κριτήρια (Hamari & Tuunanen, 2014) τα οποία είναι απαραίτητα για την προσαρμογή των παιχνιδοποιημένων εφαρμογών. Τρία γνωστά μοντέλα παικτών/τριών, τα Bartle, Hexad και BrainHex, εφαρμόζονται συχνά σε προσαρμοστικές παιχνιδοποιημένες εφαρμογές. Αν και τα Bartle και BrainHex είναι αξιόπιστα, δεν επιλέχθηκαν σ' αυτή την περίπτωση λόγω συγκεκριμένων περιορισμών (Klock et al., 2020· Monterrat et al., 2017), αλλά και εξαιτίας της συσχέτισης της τυπολογίας Hexad με την θεωρία αυτό-προσδιορισμού (SDT).

Η τυπολογία Hexad χρησιμοποιεί ένα ερωτηματολόγιο με κλίμακα Likert 7 βαθμίδων για να ταξινομήσει τους χρήστες σε 6 διαφορετικούς τύπους ή συνδυασμούς αυτών. Οι τύποι είναι οι ακόλουθοι:

- Κατορθωτής/Επιτευκτής (Achiever): Εστιάζει στην απόκτηση δεξιοτήτων και απολαμβάνει την αντιμετώπιση προκλήσεων.
- Παίκτης (Player): Κινητοποιείται από εξωτερικές ανταμοιβές και επηρεάζεται από τις ανταμοιβές του συστήματος.
- Φιλάνθρωπος/Αλτρουιστής (Philanthropist): Κινείται από εσωτερικά κίνητρα και επικεντρώνεται στη βοήθεια των άλλων χωρίς προσδοκία ανταμοιβών.
- Διαταράκτης (Disruptor): Επιδιώκει την αλλαγή και εξερευνά τα όρια του συστήματος, είτε θετικά, είτε αρνητικά.
- Κοινωνικοποιητής (Socializer): Κινητοποιείται από την αλληλεπίδραση και την οικοδόμηση σχέσεων με άλλους μαθητές.
- Ελεύθερο πνεύμα (Free Spirit): Προτιμά την αυτονομία και την αυτοέκφραση, εξερευνώντας το σύστημα ανεξάρτητα.

Τα προφίλ των μαθητών/τριών δημιουργούνται από διάφορα δεδομένα και συχνά οι μαθητές παρουσιάζουν χαρακτηριστικά πολλαπλών τύπων. Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου Hexad δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες κατανέμονται σε ποσοστά, όπως 30% Κατορθωτής, 60% Κοινωνικοποιητής, 70% Παίκτης και 10% Φιλάνθρωπος. Η χρήση της τυπολογίας Hexad σε εφαρμογές προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης έχει δείξει ασυνέπεια στην κατανομή των στοιχείων παιχνιδιού σε κάθε τύπο (Klock et al., 2020). Ωστόσο, σε αυτή την περίπτωση, τα στοιχεία παιχνιδιού θα συνδέονται πέρα από τον κυρίαρχο τύπο του κάθε μαθητή/τρια, τον τύπο δηλαδή με τη μεγαλύτερη βαθμολογία, αλλά και με άλλα στοιχεία, όπως τις στρατηγικές μάθησης.

Συνεπώς, η επιλογή και ενσωμάτωση κατάλληλων παιδαγωγικών στρατηγικών έχει ιδιαίτερη σημασία. Η επιλογή κατάλληλου μοντέλου διδασκαλίας είναι κρίσιμη για την αντιμετώπιση των προβλημάτων των παραδοσιακών δασκαλοκεντρικών μεθοδολογιών και την

προώθηση μαθητοκεντρικών στρατηγικών μάθησης (Aşıksoy, 2018· Freeman et al., 2014). Η ενσωμάτωση παιχνιδοποίησης με σύγχρονες στρατηγικές μάθησης, όπως η ανεστραμμένη μάθηση, η διερευνητική μάθηση και η μάθηση με βάση την επίλυση προβλημάτων, μπορεί να βελτιώσει την μαθησιακή διαδικασία στις Φ.Ε (Jenkins & Mason, 2020· Tsai, 2018). Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία του πεδίου, αυτές οι στρατηγικές οδηγούν σε βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα, αλλά η πρακτική εφαρμογή τους είναι δύσκολη λόγω των σημαντικών αλλαγών που απαιτούνται στα περιβάλλοντα παιχνιδοποίησης (Aşıksoy, 2018· Jenkins & Mason, 2020).

Τα περιβάλλοντα παιχνιδοποίησης συχνά παραβλέπουν τις διαφορετικές μαθησιακές διαστάσεις των μαθητών/τριών (Hassan et al., 2021). Η διερευνητική μάθηση και η μάθηση με βάση την επίλυση προβλημάτων είναι δύο στρατηγικές που μπορούν να αντιμετωπίσουν αυτά τα ζητήματα, καθώς προβάλλουν τον ενεργό ρόλο του/ης μαθητή/τριας και χρησιμοποιούνται ευρέως στη διδασκαλία Φ.Ε (Lai & Foon, 2019· Panis et al., 2020). Η μάθηση με βάση την επίλυση προβλημάτων (PBL) εστιάζει σε σενάρια προσανατολισμένα στο πρόβλημα, επιτρέποντας στους/ις μαθητές/τριες να αποκτήσουν γνώσεις και να αναπτύξουν δεξιότητες όπως η επίλυση προβλημάτων και η κριτική σκέψη (Tan & Shen, 2017). Οι μαθητές/τριες δουλεύουν συχνά σε ομάδες για να ερευνήσουν, να δημιουργήσουν ερωτήσεις, να συλλέξουν πληροφορίες και να βρουν λύσεις (Drake & Long, 2009). Η διερευνητική μάθηση εμπλέκει τους/ις μαθητές/τριες σε επιστημονικές διαδικασίες, καθοδηγώντας τους στα βήματα που ακολουθούν οι επιστήμονες (Bell, 2009). Οι μαθητές/τριες σχεδιάζουν και συμμετέχουν σε δραστηριότητες για να αναπτύξουν επιστημονική κατανόηση, γνώση και δεξιότητες, όπως η κριτική σκέψη, η ικανότητα σχεδιασμού και διεξαγωγής έρευνας, κλπ. (Bell, 2009).

Ένα καλά σχεδιασμένο περιβάλλον παιχνιδοποίησης, που ενσωματώνει θεωρίες κινήτρων και στρατηγικές μάθησης, μπορεί να ενισχύσει τη συμπεριφορά των μαθητών/τριών και να βελτιώσει τα ακαδημαϊκά τους αποτελέσματα (Kalogiannakis et al., 2021).

Βασικές αρχές της διαδικασίας προσαρμογής

Η υλοποίηση ενός περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης για τη διδασκαλία των Φ.Ε. βασίστηκε σ' ένα πλαίσιο που περιλαμβάνει προσαρμοστικά κριτήρια, στρατηγικές μάθησης, στοιχεία παιχνιδιού και θεμελιώδεις πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας που σχετίζονται με τη διδασκαλία της επιστημονικής εκπαίδευσης, όπως προτάθηκε από τους Zourmpakis et al. (2023). Η εφαρμογή που χρησιμοποιήθηκε βασίστηκε πλήρως στη μεθοδολογία των Zourmpakis et al. (2023) και αποτελεί συνέχεια της αρχικής δημιουργίας τους (alpha test).

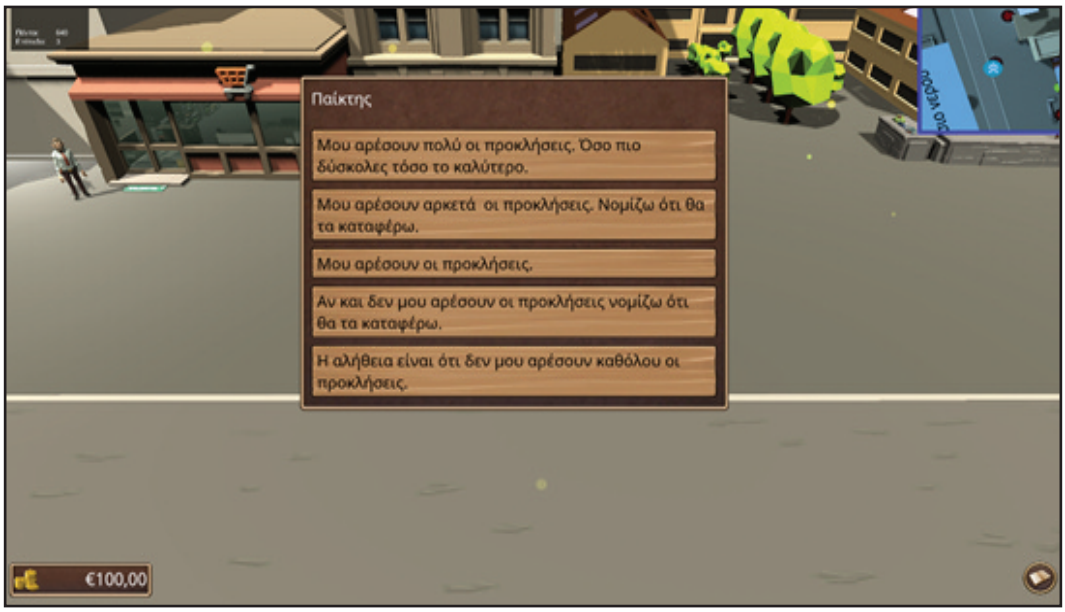
Η συγκεκριμένη μεθοδολογία εστιάζει κυρίως σε δύο παράγοντες. Η αρχική παράμετρος είναι το μοντέλο του παίκτη. Πιο συγκεκριμένα, λαμβάνονται υπόψη οι προτιμήσεις των μαθητών/τριών σχετικά με το παιχνίδι και τις διαδικασίες του. Στη συνέχεια, κάθε μαθητής/τρια

ταξινομείται με βάση το μοντέλο παίκτη του. Παρ' όλα αυτά, η ταξινόμηση αυτή αδυνατεί να συμπεριλάβει την προϋπάρχουσα εμπειρία και τις ικανότητές τους. Η κατανόηση των μαθητών/τριών, ιδίως οι εναλλακτικές τους αντιλήψεις, διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη διδακτική των Φ.Ε. Είναι σημαντικό να αντιμετωπίζονται αυτές οι ιδέες για κάθε μάθημα, ανεξάρτητα από τη διαδικασία προσαρμογής (Zourmpakis et al., 2023). Ενώ η θεμελιώδης δομή της προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης δεν περιλαμβάνει ρητά τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/τριών, αυτές ελήφθησαν υπόψη και ενσωματώθηκαν στην εφαρμογή με το να συμπεριληφθούν ως μέρος της ιστορίας και της παιχνιδοποίησης. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να διασφαλίσουν ότι οι μαθητές/τριες διαθέτουν τις απαραίτητες τεχνικές και ψηφιακές ικανότητες για την αποτελεσματική αξιοποίηση των εργαλείων παιχνιδοποίησης.

Η δεύτερη πτυχή που πρέπει να λάβουμε υπόψη είναι οι στρατηγικές μάθησης. Διαχρονικά, η ευθύνη για την επιλογή της μαθησιακής προσέγγισης που χρησιμοποιείται σε ένα μάθημα βρισκόταν στον εκπαιδευτικό. Τα ευρήματα των Tenorio et al. (2020) υποδεικνύουν ότι οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία προσαρμοστικής μάθησης. Παρ' όλα αυτά, το σύστημα είναι ειδικά κατασκευασμένο ώστε να προτείνει στον εκπαιδευτικό την καταλληλότερη προσέγγιση προσαρμοσμένη στο συγκεκριμένο είδος παίκτη. Για παράδειγμα, αναγνωρίζοντας ότι τα άτομα που παίζουν παιχνίδια χωρίς να πληρώνουν προτιμούν την ανεξαρτησία, προτείνεται η μάθηση με βάση το πρόβλημα, καθώς παρέχει μεγαλύτερη αυτονομία. Ωστόσο, είναι σημαντικό ο/η εκπαιδευτικός να γνωρίζει τις στρατηγικές μάθησης και να παρεμβαίνει ενεργά για την καλύτερη βελτιστοποίηση της μαθησιακής διαδικασίας.

Οι προσαρμοστικές εφαρμογές παιχνιδοποίησης που χρησιμοποιούν τυπολογία παικτών/τριών συχνά εκτελούν τη διαδικασία προσαρμογής μόνο στην αρχή του προγράμματος (Lopes et al., 2019). Παρ' όλα αυτά, η μεθοδολογία αυτή έχει επικριθεί λόγω των περιορισμών της, όπως επισημάνθηκε σε προηγούμενες έρευνες (Bockle et al., 2017). Μια εναλλακτική και πιο αποτελεσματική στρατηγική είναι η εξέταση της εμπλοκής του χρήστη με την εφαρμογή κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, που οδηγεί σε καλύτερα αποτελέσματα και σε μειωμένη πιθανότητα εφαρμογής πτυχών που είναι ακατάλληλες για το χρήστη. Η διαδικασία προσαρμογής θα πρέπει να ξεκινά από την αρχή και να συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της εμπλοκής. Ωστόσο, υπάρχουν σημαντικά μειονεκτήματα στη συνεχή προσαρμογή σε κάθε επιλογή που κάνει ο/η μαθητής/τρια, όπως το γνωστικό φορτίο του/ης μαθητή/τριας λόγω των συνεχών αλλαγών. Ως εκ τούτου, αναζητήθηκε ένας συμβιβασμός. Συνεπώς, στο πλαίσιο του περιβάλλοντος παιχνιδοποίησης, οι εμμεσες αξιολογήσεις/απόψεις των μαθητών/τριών, οι οποίες πραγματοποιούνται καθόλη τη διάρκεια της εκάστοτε διδασκαλίας, αποθηκεύονται στο προφιλ του/ή μαθητή/τριας σε όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού. Στο τέλος της εκάστοτε διδασκαλίας, αξιολογούνται και πάλι όλα τα υπάρχοντα στοιχεία του παιχνιδιού μέσω έμμεσων ερωτήσεων, οι οποίες σχετίζονται με το εκάστοτε πλοκή του διδακτικού σεναρίου (Εικόνα 1).

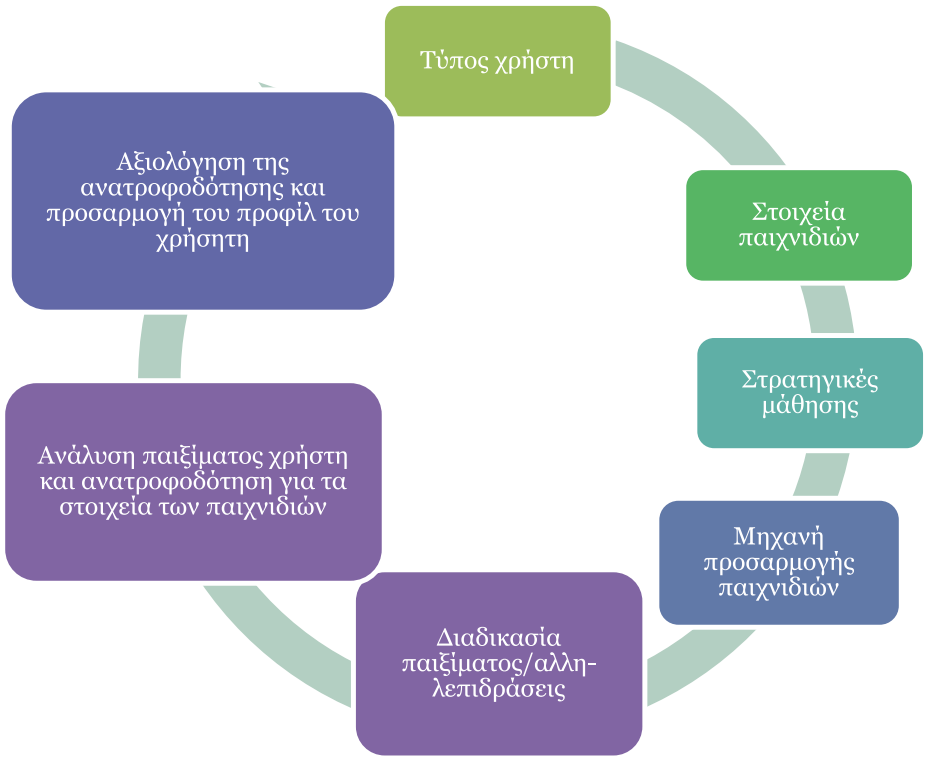
Εικόνα 1. Αξιολόγηση στοιχείων παιχνιδιού εντός του περιβάλλοντος



Μόλις ολοκληρωθούν όλες οι ενεργές «αποστολές» ή οι μαθησιακοί στόχοι, πραγματοποιείται μια ολοκληρωμένη επεξεργασία και ανάλυση των ενεργειών που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των αποστολών, προτού προχωρήσουμε στην επόμενη ενότητα, με σκοπό την αποφυγή δυσφορίας ή παρανόησης από την πλευρά των μαθητών/τριών. Ωστόσο, όπως υποστηρίζουν οι Lavoué et al. (2018) κρίνεται απαραίτητο να επεκταθεί η διαδικασία προσαρμογής και στην πορεία μάθησης. Κάθε φάση της μαθησιακής διαδικασίας έχει προκαθορισμένη διάρκεια. Όταν οι μαθητές/τριες αντιμετωπίζουν δυσκολίες σ' έναν συγκεκριμένο τομέα, ο/η εκπαιδευτικός παρεμβαίνει για να παρέχει πρόσθετη υποστήριξη. Κατά συνέπεια, σε κάθε βήμα της πορείας ανατίθεται ορισμένος χρόνος για την ολοκλήρωσή του. Επιπρόσθετα, όταν οι μαθητές/τριες αντιμετωπίζουν άλλες δυσκολίες, τους παρέχεται πρόσθετη υποστήριξη με τη μορφή συστάσεων, ερευνών και πολύτιμων συμβουλών για να διευκολυνθεί η πρόοδός τους.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του συστήματος της προσαρμοστικής μας εφαρμογής παιχνιδοποίησης για την εκπαίδευση στις Φ.Ε., εξηγώντας τη δυναμική, τις σχέσεις και τις διαδικασίες της, όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στο Σχήμα 1 που ακολουθεί.

Σχήμα 1. Η αρχιτεκτονική του περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδιοποίησης (Zourmpakis et al., 2023)



Μεθοδολογία

Η σχετική ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε έξι τάξεις της Γ΄ δημοτικού σε τρία διαφορετικά σχολεία στο Ηράκλειο της Κρήτης. Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε έχοντας ως κύριο στόχο τον προσδιορισμό της παρακινητικής επίδρασης των μαθητών/τριών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη χρήση προσαρμοστικών περιβαλλόντων παιχνιδοποίησης στην εκπαίδευση των Φ.Ε. Επίσης, εξετάσαμε τις διαφορές των κινήτρων με βάση το φύλο των μαθητών/τριών.

Η μελέτη προηγούμενων ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών για τις τρεις καταστάσεις του νερού αναδεικνύει μια συστηματική εξέταση αυτών των αντιλήψεων σε ένα ευρύ ηλικιακό φάσμα, ιδιαίτερα σε σχέση με τις αλλαγές στις καταστάσεις της ύλης και τον κύκλο του νερού (Åkerblom et al., 2019· Çalgici et al., 2020· Tsikalas et al., 2014). Παρ' όλα αυτά, υπάρχει έλλειψη ερευνών οι οποίες να εξετάζουν τις επιπτώσεις των διδακτικών παρεμβάσεων στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών/τριών που σχετίζονται

με τις τρεις καταστάσεις του νερού. Οι υπάρχουσες έρευνες εστιάζουν κυρίως σε παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας του δημοτικού σχολείου (Angeloudi & Papageorgiou, 2022· Skoumios & Giannakopoulos, 2017·). Επίσης, τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα έχει εφαρμόσει αλλαγές στα προγράμματα σπουδών για να προσαρμοστεί στις τελευταίες εξελίξεις σε πολλούς επιστημονικούς τομείς και να ανταποκριθεί στους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις βασικές δεξιότητες του πληθυσμού της (Karagiannidis et al., 2022).

Στο πλαίσιο του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος, το πρόγραμμα σπουδών των Φ.Ε περιλαμβάνει διαφορετικά μαθήματα τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η πρωτοβάθμια εκπαίδευση περιλαμβάνει διάφορα γνωστικά αντικείμενα όπως περιβαλλοντικές σπουδές, γεωγραφία, φυσική, βιολογία και άλλα (Karagiannidis et al., 2022). Τα νέα προγράμματα σπουδών της Φυσικής και της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης έχουν ως βασικό στόχο να παρέχουν στους/ις μαθητές/τριες μια βαθιά κατανόηση των επιστημονικών θεωριών, διαδικασιών και εφαρμογών, προσαρμοσμένη στις ικανότητές τους (Καλογιαννάκης κ.α, 2022· Kotsis et al., 2023). Μία από τις βασικές επιστημονικές έννοιες που καλύπτονται στο νέο πρόγραμμα σπουδών της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Καλογιαννάκης κ.ά., 2022) είναι οι μεταβαλλόμενες καταστάσεις της ύλης και ο κύκλος του νερού. Παρόλο που υπάρχει σύνδεση των διαφορετικών καταστάσεων της ύλης με την καθημερινότητα των μαθητών/τριών και το σχετικό περιεχόμενο περιλαμβάνεται στο πρόγραμμα σπουδών, υπάρχει έλλειψη ερευνών στον συγκεκριμένο τομέα, ιδίως στον τομέα της εκπαίδευσης στην πρώιμη παιδική ηλικία (Kampeza & Delserieys, 2020). Είναι επίσης σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι οι πολλές πραγματικές εφαρμογές του κύκλου του νερού ήταν οι βασικότεροι παράγοντες στην τελική επιλογή μας να επικεντρωθούμε στα φαινόμενα του κύκλου του νερού, καθώς θεωρήσαμε ότι θα ενδιέφερε τους/ις μαθητές/τριες.

Χρησιμοποιήθηκε ένας ημι-πειραματικός σχεδιασμός σ' ένα δείγμα ευκολίας. Ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων μαθητών/τριών ήταν 80. Από τους 80, οι 45 ήταν μαθητές ενώ 35 ήταν μαθήτριες. Οι συγκεκριμένες έννοιες από το χώρο των Φ.Ε που καλύφθηκαν στα μαθήματα περιλάμβαναν την πήξη, την τήξη, την εξάτμιση και το βρασμό. Τα μαθήματα πραγματοποιήθηκαν από τους/ις εκπαιδευτικούς κάθε τάξης. Πριν την διεξαγωγή των μαθημάτων, οι εκπαιδευτικοί ακολούθησαν ένα πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης. Σε αυτό χρησιμοποιήθηκε ένα θεωρητικό πλαίσιο με έμφαση στην ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδακτική διαδικασία για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Αναλυτικότερα, η κατάρτιση των εκπαιδευτικών σχεδιάστηκε με τη χρήση του μοντέλου TPACK (Technological, Pedagogical, and Content Knowledge, Τεχνολογική Παιδαγωγική Επιστημονική Γνώση), το οποίο επιτρέπει την ανάλυση και την ανάπτυξη ενός πολύπλευρου φαινομένου όπως η ενσωμάτωση της τεχνολογίας, ενώ παράλληλα συμβάλλει στη διαμόρφωση των γνώσεων που χρειάζονται οι εκπαιδευτικοί προκειμένου να ενσωματώσουν την τεχνολογία κατά τη διδασκαλία εννοιών των Φ.Ε στο πραγματικό περιβάλλον της τάξης.

Κατά την ανάπτυξη του ερωτηματολογίου, αρχικά εξετάσαμε τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα. Στη συνέχεια, διενεργήθηκε μια ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας του πεδίου, συμπεριλαμβανομένων των Halim et al. (2020) και των Rajendran et al. (2019), προκειμένου να καθοδηγηθεί η κατανόηση και ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου. Με βάση αυτούς καθορίστηκαν οι αρχικές ερωτήσεις και τι αφορούν, τα κίνητρα των μαθητών/τριών ή τις απόψεις των μαθητών/τριών ως προς τη χρήση της εφαρμογής προσαραρμοστικής παιχνιδοποίησης στην διδασκαλία Φ.Ε. Πιο συγκεκριμένα, οι ερωτήσεις 1 εως 6 αφορούν τα κίνητρα των μαθητών/τριών και οι ερωτήσεις 7 εως 9 τις απόψεις των μαθητών/τριών (Halim et al., 2020· Rajendran et al., 2019). Επιπλέον, οι επιμέρους ερωτήσεις τροποποιήθηκαν ανάλογα με την περίπτωση, προκειμένου να αντικατοπτρίσουν τις τεχνολογικές εξελίξεις και να εξετάσουν το περιεχόμενο ή το πλαίσιο τους. Ακόμα, θεωρήθηκε αναγκαία η συμμετοχή εμπειρογνωμόνων στην ανάπτυξη του ερωτηματολογίου προκειμένου να βελτιωθεί η εγκυρότητα του περιεχομένου του (Taggart et al., 1999). Για την ανάπτυξη του ερωτηματολογίου της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκε μια επαναλαμβανόμενη στρατηγική, με την ερευνητική ομάδα μας να σχεδιάζει τα στοιχεία και τους εμπειρογνώμονες εκπαιδευτικής τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης να παρέχουν ανατροφοδότηση για την αναθεώρηση των στοιχείων του ερωτηματολογίου. Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης πραγματοποιήθηκαν αλλεπάλληλοι έλεγχοι προκειμένου να καταλήξουμε στην τελική έκδοση.

Οι μαθητές/τριες συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο μετά από τις σχετικές διδακτικές παρεμβάσεις. Όλες οι ερωτήσεις αξιολογήθηκαν σε κλίμακα Likert από το 1 έως το 5. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS. Αρχικά εφαρμόστηκε περιγραφική στατιστική (descriptive statistics) στο σύνολο του πληθυσμού. Στη συνέχεια, για να εξακριβώσουμε τυχόν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων, αξιοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test). Καθ' όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας, ακολουθήσαμε προσεκτικά όλες τις οδηγίες και τους κανονισμούς δεοντολογίας τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Επιπλέον, λάβαμε έγκριση από την Επιτροπή Δεοντολογίας του ΠΤΠΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης τηρώντας όλους τους κανόνες της δεοντολογίας της έρευνας (Petousi & Sifaki, 2020).

Αποτελέσματα

Τα ευρήματα της έρευνας όπως παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 1 που ακολουθεί φανερώνουν ότι οι μαθητές/τριες παρουσίασαν υψηλό επίπεδο κινήτρων και ενδιαφέροντος για τη διδασκαλία των εννοιών που σχετίζονται με τον κύκλο του νερού όταν χρησιμοποίησαν την εφαρμογή προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης. Η πλειονότητα των συμμετεχόντων απάντησε με "Συμφωνώ" ή με "Συμφωνώ απόλυτα" σ' όλα τα επιμέρους στοιχεία του σχετικού ερωτηματολογίου, στοιχείο που υποδηλώνει ότι οι μαθητές/τριες ανέπτυξαν κίνητρα και υψηλό ενδιαφέρον για την εκμάθηση εννοιών της επιστήμης μέσω της ενσωμάτωσης των προσαρμοστικών περιβαλλόντων παιχνιδοποίησης. Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι

οι περισσότεροι/ες συμμετέχοντες/ουσες αισθάνθηκαν πιο σίγουροι/ες για την ικανότητά τους να μαθαίνουν τα φυσικά φαινόμενα με διασκεδαστικό τρόπο. Εξέφρασαν μεγάλη προθυμία να ενισχύσουν την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, με στόχο τη βελτίωση της συνολικής τους επάρκειας. Επιπλέον, οι μαθητές/τριες ανέφεραν ότι αισθάνονταν υψηλή αυτοπεποίθηση κατά τη χρήση της εφαρμογής (ερώτηση 5) και εξέφρασαν την προτίμησή τους να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στη μάθηση, επειδή δεν ένιωθαν πλήξη μέσα στο προσαρμοστικό περιβάλλον παιχνιδοποίησης. Συνεπώς, οι μαθητές/τριες εμφάνισαν υψηλό επίπεδο κινήτρων σχετικά με τη χρήση προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στις Φ.Ε (ερωτήσεις 1-6), ενώ παράλληλα είχαν και ιδιαίτερα θετική άποψη ως προς αυτή (ερωτήσεις 7-9).

Επίσης, σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 1, οι μαθητές και οι μαθήτριες εμφάνισαν στατιστικές διαφορές μεταξύ τους σε δύο βασικές κατηγορίες, ενώ σε μία, η στατιστική διαφορά ήταν πολύ κοντά στο όριο. Συγκεκριμένα, οι μαθήτριες φάνηκαν να ενδιαφέρονται περισσότερο για τη διδασκαλία των Φ.Ε από τους μαθητές. Ακόμα, οι μαθήτριες υποστήριξαν, σε μεγαλύτερο ποσοστό, τη δυνατότητα της εφαρμογής να τις βοηθήσει να μάθουν για τις Φ.Ε. Παρόλα αυτά, το γεγονός ότι η χρήση της εφαρμογής αυξάνει σημαντικά το κίνητρο των μαθητών προκειμένου να εμπλακούν στην διδασκαλία Φ.Ε (ερώτηση 1 και 2) είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Επιπλέον, ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός ότι οι μαθητριες έχουν υψηλό ενδιαφέρον για μάθηση φυσικών φαινομένων με την χρήση της εφαρμογής, η οποία είναι αρκετά μεγαλύτερη από τους μαθητές, αλλά δεν παρουσιάζει στατιστική διαφορά (ερώτηση 7). Συνεπώς, οι μαθήτριες και οι μαθητές διατηρούν το ενδιαφέρον τους στο ίδιο επίπεδο αναφορικά με την διδασκαλία Φ.Ε, όταν κάνουν τη χρήση της εφαρμογής προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης (ερώτηση 2 και 7).

Πίνακας 1. Τα κίνητρα και οι απόψεις των μαθητών/τριών σχετικά με τη διδασκαλία των Φ.Ε με τη χρήση του περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης

Ερωτήσεις	Ποσοστό (%)									
	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα	Μ.Ο	Τυπική Απόκλιση	Μ.Ο μαθητών	Μ.Ο μαθητριών	Στατιστική διαφορά (Sig <0,05)
1. Μου αρέσει να μαθαίνω φυσικά φαινόμενα χρησιμοποιώντας εφαρμογές όπως αυτή με τον κύκλο του νερού.	0	0	7,5	32,5	60,0	4,53	,636	4,47	4,60	,356
2.Ενδιαφέρομαι να μαθαίνω φυσικά φαινόμενα στο σχολείο.	0	3,8	7,5	37,5	51,3	4,36	,783	4,18	4,60	,016
3. Προτιμώ να περνάω περισσότερο χρόνο μαθαίνοντας φυσικά φαινόμενα από άλλα μαθήματα.	5	2,5	22,5	28,8	41,3	3,99	1,097	4,00	3,97	.909
4. Νομίζω ότι μπορώ να μάθω φυσικά φαινόμενα χρησιμοποιώντας εφαρμογές όπως αυτή με τον κύκλο του νερού.	2,5	2,5	6,3	36,3	52,5	4,34	,899	4,13	4,60	,020
5.Αισθάνομαι μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση μαθαίνοντας με ένα διασκεδαστικό τρόπο για τα φυσικά φαινόμενα.	1,3	2,5	13,8	30,0	52,5	4,30	,892	4,24	4,37	,531
6. Νομίζω ότι το μάθημα της τάξης για τα φυσικά φαινόμενα είναι βαρετό.	26,3	11,3	17,5	12,5	32,5	3,14	1,613	3,18	3,09	,802
7. Η εκμάθηση φυσικών φαινομένων όπως αυτή με το κύκλο του νερού αυξάνει το ενδιαφέρον μου για μάθηση.	0	5,0	6,3	31,3	57,5	4,41	,822	4,27	4,60	,072
8. Χρησιμοποιώντας εφαρμογές, όπως αυτή με το κύκλο του νερού, με κάνει να θέλω να μαθαίνω περισσότερο για τα φυσικά φαινόμενα και να είμαι καλός σε αυτό.	7,5	1,3	6,3	30,0	55,0	4,24	1,139	4,09	4,43	,187
9. Η χρήση εφαρμογών, όπως αυτής του κύκλου του νερού, για την εκμάθηση φυσικών φαινομένων με κάνει να νιώθω λιγότερο νευρικός στην τάξη.	10,0	2,5	21,3	26,3	40,0	3,84	1,267	3,82	3,86	,904

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι κάθε τάξη διδάχθηκε από τον/ην εκάστοτε εκπαιδευτικό της τάξης. Ωστόσο, οι εκπαιδευτικοί μπορεί να είχαν αντίκτυπο στα κίνητρα μάθησης των μαθητών/τριών, παρόλο που όλοι είχαν λάβει την ίδια εκπαίδευση/κατάρτιση σχετικά με τον τρόπο χρήσης του προσαρμοστικού περιβάλλοντος παιχνιδοποίησης πριν από την έναρξη της διδασκαλίας τους στην τάξη. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 2 ο οποίος παρουσιάζεται στη συνέχεια, κάποιες τάξεις παρουσίασαν διαφορές όσον αφορά τα κίνητρα των μαθητών/τριών σε σχέση με το μέσο όρο όλων των τάξεων (Πίνακας 1) (σχεδόν ίσος ή και μεγαλύτερος του 0,50). Χαρακτηριστικά, οι μαθητές/τριες της τάξης 5 παρουσίασαν χαμηλότερη κλίση προς την εκμάθηση των εννοιών που σχετίζονται με τον κύκλο του νερού, όταν χρησιμοποίησαν την εφαρμογή προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης (Ερώτηση 1), και μειωμένη προτίμηση για τη μελέτη των Φ.Ε έναντι άλλων μαθημάτων (Ερώτηση 3).

Επίσης, οι μαθητές/τριες της τάξης 5 και της τάξης 3 είχαν χαμηλότερη αυτοπεποίθηση ως προς την κατανόηση των φυσικών φαινομένων μέσω περισσότερο ενδιαφερουσών και ευχάριστων προσεγγίσεων (Ερώτηση 5). Επιπλέον, παρατηρήθηκε έντονη διαφοροποίηση στις αντιλήψεις των μαθητών/τριών όλων των τάξεων σχετικά με το ενδιαφέρον τους κατά την παραδοσιακή διδασκαλία των Φ.Ε (Ερώτηση 6). Επιπρόσθετα, οι μαθητές/τριες της τάξης 4 παρουσίασαν χαμηλότερο ενδιαφέρον για τη χρήση της εφαρμογής για τη διδασκαλία εννοιών του κύκλου του νερού (Ερώτηση 7). Επίσης, παρατηρήθηκε μεγάλη διαφοροποίηση στις τελευταίες ερωτήσεις του ερωτηματολογιου. Συγκεκριμένα, ορισμένες τάξεις εξέφρασαν αρκετά μεγαλύτερη επιθυμία για μάθηση και βελτίωση των γνώσεών τους (τάξη 2 και 6), ενώ άλλες εξέφρασαν αρκετά χαμηλότερη (τάξη 4 και 5) (Ερώτηση 8). Επιπλέον, οι μαθητές/τριες κάποιων τάξεων εμφάνισαν υψηλότερη αίσθηση άγχους/νευρικότητας κατά τη διάρκεια χρήσης της εφαρμογής (τάξη 4 και τάξη 5), ενώ άλλοι χαμηλότερη (τάξη 3) (Ερώτηση 9). Τέλος, η απόκλιση των Μέσων Όρων σχετικά με τη δυνατότητα μάθησης με τη χρήση προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης ήταν ιδιαίτερα υψηλή (Ερώτηση 4), όπως φαίνεται χαρακτηριστικά από την τάξη 5 (Μέσος Όρος = 3,92) και την τάξη 6 (Μέσος Όρος = 4,75).

Πίνακας 2. Ο μέσος όρος κάθε τάξης

Ερωτήσεις	**Μέσος όρος Τάξης 1**	**Μέσος όρος Τάξης 2**	**Μέσος όρος Τάξης 3**	**Μέσος όρος Τάξης 4**	**Μέσος όρος Τάξης 5**	**Μέσος όρος Τάξης 6**
1. Μου αρέσει να μαθαίνω φυσικά φαινόμενα χρησιμοποιώντας εφαρμογές σαν αυτή του με το κύκλο του νερού	4,44	4,82	4,94	4,33	3,92	4,58
2. Ενδιαφέρομαι να μαθαίνω φυσικά φαινόμενα στο σχολείο.	4,25	4,27	4,47	4,17	4,25	4,75
3. Προτιμώ να περνάω περισσότερο χρόνο μαθαίνοντας φυσικά φαινόμενα από άλλα μαθήματα	4,25	4,36	4,06	3,58	3,50	4,08

4. Νομίζω ότι μπορώ να μάθω φυσικά φαινόμενα χρησιμοποιώντας εφαρμογές όπως αυτή με τον κύκλο του νερού.	4,31	4,45	4,53	4,00	3,92	4,75
5. Αισθάνομαι μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση μαθαίνοντας με ένα διασκεδαστικό τρόπο για τα φυσικά φαινόμενα.	4,19	4,55	4,82	4,42	3,50	4,17
6. Νομίζω ότι το μάθημα της τάξης για τα φυσικά φαινόμενα είναι βαρετό.	3,56	4,00	4,47	2,33	2,25	1,58
7. Η εκμάθηση φυσικών φαινομένων, όπως αυτή με το κύκλο του νερού, αυξάνει το ενδιαφέρον μου για μάθηση.	4,31	4,82	4,65	3,83	4,25	4,58
8. Χρησιμοποιώντας εφαρμογές, όπως αυτή με το κύκλο του νερού, με κάνει να θέλω να μαθαίνω περισσότερο για τα φυσικά φαινόμενα και να είμαι καλός σε αυτό.	4,38	4,82	4,47	3,67	3,25	4,75
9. Η χρήση εφαρμογών, όπως αυτής με το κύκλο του νερού, για την εκμάθηση φυσικών φαινομένων με κάνει να νιώθω λιγότερο νευρικό/ή στην τάξη	3,81	4,00	4,53	3,25	3,00	4,17

Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να παράσχει στοιχεία σχετικά με την επίδραση μίας εφαρμογής προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στη διδασκαλία των εννοιών που σχετίζονται με τον κύκλο του νερού, κυρίως όσον αφορά τα κίνητρα των μαθητών/τριών. Δεδομένου ότι περιορισμένος αριθμός ερευνών έχει διεξαχθεί σχετικά με τη χρήση της παιχνιδοποίησης στην εκπαίδευση στις Φ.Ε (Kalogiannakis et al., 2021) και ακόμη λιγότερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί ρητά στην παροχή κινήτρων στους/ις μαθητές/τριες μέσω της αξιοποίησης εφαρμογών προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης (Rodrigues et al., 2021), θεωρούμε ιδιαίτερα ενδιαφέροντα τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Επιπλέον, η πλειονότητα των μελετών που έχουν διεξαχθεί έχουν συγκρίνει την παιχνιδοποίηση και την προσαρμοστική παιχνιδοποίηση με μια γενική έννοια. Η μελέτη μας αναγνωρίζει ότι οι δραστηριότητες στις οποίες συμμετέχουν οι μαθητές/τριες καθώς και το συγκεκριμένο αντικείμενο ή περιεχόμενο της διδασκαλίας μπορούν να έχουν επίδραση στα χαρακτηριστικά παρακίνησης των μαθητών/τριών (Hallifax et al., 2019a).

Επιπλέον, με βάση τους μέσους όρους των μαθητών παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στα κίνητρα και τις απόψεις των μαθητών σχετικά με τη χρήση της εφαρμογής προσαρμοστικής

παιχνιδοποίησης στην διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με τον κύκλο του νερού. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, άλλα χαρακτηριστικά, όπως η ικανότητα των εκπαιδευτικών, οι γνώσεις, τα κίνητρα και γενικά η δράση τους, φαίνεται να έχουν επίσης σημαντικό αντίκτυπο στα κίνητρα των μαθητών και στις απόψεις τους για τη μάθηση (Yilmaz et al., 2017). Ως εκ τούτου, η εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων σχετικά με τις δυνατότητες της προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης και τους λόγους διαφοροποίησης καθίσταται δύσκολη. Επιδιώξαμε, επίσης, να προσδιορίσουμε τις διαφορές στα κίνητρα των μαθητών με βάση το φύλο τους (μαθητές και μαθήτριες).

Σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, η χρήση ενός περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης είχε ως αποτέλεσμα οι συμμετέχοντες/ουσες να εμφανίζουν υψηλό βαθμό κινήτρων για τη διδασκαλία των εννοιών που σχετίζονται με τον κύκλο του νερού. Όλοι οι μαθητές/τριες διατύπωσαν έντονη προτίμηση για τη χρήση του προγράμματος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης ως μέθοδο διδασκαλίας των Φ.Ε, ενώ κανένας/μία μαθητής/τρια δεν εξέφρασε διαφωνία ή έντονη διαφωνία. Με τη χρήση αυτής της μεθόδου, παρουσίασαν υψηλά επίπεδα ενδιαφέροντος για τη μάθηση, ενώ μόνο ένα μικρό ποσοστό από αυτούς εξέφρασε διαφωνία με τη συγκεκριμένη μέθοδο. Επιπλέον, η χρήση της εφαρμογής είχε ως αποτέλεσμα οι μαθητές/τριες να βιώσουν θετικά συναισθήματα και υψηλό επίπεδο ενδιαφέροντος για το μάθημα των Φ.Ε. Ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών/τριών εξέφρασε δυσαρέσκεια για τη συμβατική διδασκαλία στην τάξη λόγω της έλλειψης εμπλοκής. Επιπλέον, σύμφωνα με τα ευρήματα, δεν είναι το αντικείμενο-περιεχόμενο που αποθαρρύνει τα παιδιά από την διδασκαλία Φ.Ε.

Επίσης, οι μαθητές/τρις έδειξαν έντονο ενδιαφέρον για τη μάθηση φυσικών φαινομένων και μάλιστα επέλεξαν τις Φ.Ε πάνω από άλλα γνωστικά αντικείμενα που διδάσκονταν. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές/τριες συσχετίζουν την αυτοπεποίθησή τους με το «διασκεδαστικό» μέρος της μάθησης, γεγονός που υποδηλώνει ότι μια μέθοδος διδασκαλίας που είναι πιο ελκυστική και ευχάριστη μπορεί να έχει ουσιαστικό αντίκτυπο στο βαθμό εμπλοκής και αυτοπεποίθησης των μαθητών/τριών. Ο ενθουσιασμός των μαθητών/τριών να αξιοποιήσουν την εφαρμογή για να κατανοήσουν καλύτερα τα φυσικά φαινόμενα και τις επιστημονικές έννοιες αποτελεί ισχυρή απόδειξη για αυτό. Το αποτέλεσμα αυτό συνάδει με άλλες έρευνες που δείχνουν ότι τα περιβάλλοντα παιχνιδοποίησης, τα οποία παρέχουν έναν διασκεδαστικό τρόπο μελέτης, μπορούν να αυξήσουν τη συμμετοχή των μαθητών/τριών και να ενθαρρύνουν μεγαλύτερη τάση αλληλεπίδρασης με σχετικές εφαρμογές στο μέλλον (et al., 2022). Επιπλέον, το προσαρμοστικό περιβάλλον παιχνιδοποίησης βοήθησε πολλούς/ές μαθητές/τριες να ξεπεράσουν το άγχος τους κατά τη μελέτη, γεγονός που έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει θετικά την εμπλοκή τους σε μαθήματα σχετικά με τις Φ.Ε.

Με βάση τον σχεδιασμό της εφαρμογής, την ενσωμάτωση ολόκληρου του σχεδίου μαθήματος στο πλαίσιο της και την προσαρμογή της εφαρμογής σύμφωνα με τις ανάγκες και τις επιθυμίες των μαθητών/τριών, είναι πολύ πιθανό ότι η χρήση της εφαρμογής από τους/ις εκπαιδευτικούς να επηρέασε τις στάσεις και τα κίνητρα των μαθητών/τριών (Al-Said, 2023).

Αυτό είναι σημαντικό, καθώς υπογραμμίζει για άλλη μία φορά το ρόλο των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία των Φ.Ε και την εφαρμογή της προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης (Zourmpakis et al., 2022), ιδίως αν λάβουμε υπόψη ότι οι εκπαιδευτικοί είχαν πάρει μέρος σε ένα πρόγραμμα επαγγελματικής κατάρτισης. Επιπλέον, αναδεικνύει τη σημασία της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών προκειμένου να χρησιμοποιήσουν την προσαρμοστική παιχνιδοποίηση στη διδασκαλία των Φ.Ε και πώς αυτό μπορεί να επηρεάσει τους/ις μαθητές/τριες, ακόμη και όταν χρησιμοποιούν τεχνολογίες που έχουν κάποιο είδος αυτορρύθμισης ή προσαρμογής (Zourmpakis et al., 2023).

Ένα άλλο ενδιαφέρον εύρημα της μελέτης μας ήταν ότι, παρόλο που οι μαθητές/τριες και των δύο φύλων παρουσίασαν αύξηση στο ενδιαφέρον τους ως προς τη διδασκαλία των ΦΕ, οι μαθήτριες είχαν πολύ υψηλότερα αποτελέσματα (με στατιστικά σημαντική διαφορά). Αυτό αντιβαίνει σε μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας που αναφέρει ότι οι φοιτήτριες συνήθως έχουν λιγότερο ή το ίδιο ενδιαφέρον με τους φοιτητές (Reilly et al., 2019· Zeidan, & Jayosi, 2015). Επιπλέον, φάνηκε ότι οι μαθήτριες είχαν στατιστικά υψηλότερη αντίληψη σχετικά με τον αντίκτυπο που μπορεί να έχει η εφαρμογή στη μάθηση των Φ.Ε, ενώ παράλληλα η χρήση της εφαρμογής αύξησε το ενδιαφέρον των μαθητριών για τη μάθηση περισσότερο από ό,τι των μαθητών, ακόμη και αν το τελευταίο δεν ήταν οριακά στατιστικά σημαντικό. Οι ενδείξεις αυτές σχετίζονται με την πρόσφατη ερευνητική μελέτη των Ayasrah et al. (2024). Επιπλέον, έτσι γίνεται αντιληπτό ότι οι μαθήτριες μπορούν να παρουσιάσουν υψηλότερο ενδιαφέρον για τη μάθηση των Φ.Ε από τους μαθητές, αλλά και ότι η χρήση της προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης μπορεί να διατηρήσει το ενδιαφέρον τους για τη μάθηση των Φ.Ε. Αν και αυτή η ένδειξη υποστηρίζεται από τους Hassan et al. (2021) για το σύνολο των μαθητών, δεν ήταν ξεκάθαρο αν αφορά και τα δύο φύλλα.

Περιορισμοί

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η παρούσα έρευνα περιλαμβάνει ορισμένους περιορισμούς. Η βελτίωση της αποτελεσματικότητας της παιχνιδοποίησης οδήγησε στην εισαγωγή της προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης. Παρά το γεγονός ότι διερευνήσαμε τα αποτελέσματα της παροχής κινήτρων στους/ις μαθητές/τριες σ' ένα περιβάλλον προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης, δεν τα συγκρίναμε με αποτελέσματα από τη χρήση μίας "συμβατικής" εφαρμογής παιχνιδοποίησης. Κατά συνέπεια, η παρούσα μελέτη δεν είναι σε θέση να προσφέρει πειστικά ευρήματα ως προς τη βελτίωση των κινήτρων σ' ένα περιβάλλον προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης σε σχέση με ένα περιβάλλον παιχνιδοποίησης που ακολουθεί την τυπική προσέγγιση "ένα μέγεθος για όλους". Επιπλέον, τα ευρήματά μας περιορίζονται στα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του παιχνιδιού που ενσωματώθηκαν στην προσαρμοσμένη προσέγγιση παιχνιδοποίησης. Ορισμένα από τα στοιχεία του παιχνιδιού που περιγράφονται στη βιβλιογραφία για την παιχνιδοποίηση, όπως οι πίνακες κατάταξης και οι ομαδικές συζητήσεις, δεν συμπεριλήφθηκαν στη μεθοδολογία υλοποίησης της εφαρμογής. Με την προσθήκη αυτών ή άλλων πρόσθετων στοιχείων παιχνιδιού, είναι δυνατόν να παρατηρηθούν διαφορετικά αποτελέσματα.

Επιπρόσθετα, η γνώση των προφίλ των μαθητών/τριών θα παρείχε πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με την ακρίβεια της τυπολογίας Hexad, τη συχνότητα των αλλαγών στα προφίλ, το αν οι αλλαγές έγιναν συλλογικά ή μεμονωμένα, και τη συχνότητα των προσαρμογών, ιδίως στο κυρίαρχο προφίλ. Παράλληλα, θα παρείχε μια σαφέστερη εικόνα του τρόπου με τον οποίο κάθε πτυχή του παιχνιδιού επηρεάζει κάθε προφίλ (Hallifax et al., 2019b; Klock et al., 2020). Ακόμα, η διεξαγωγή μακροχρόνιων ερευνών θα βοηθούσε στην επαλήθευση του ότι τα κίνητρα που προκύπτουν δεν είναι μόνο αποτέλεσμα του φαινομένου της καινοτομίας (novelty effect). Παρόλο που τα αποτελέσματα μπορεί να είναι διαφορετικά σε άλλα επιστημονικά πεδία, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το πλαίσιο κατασκευάστηκε ειδικά για το μαθησιακό περιβάλλον της διδακτικής των Φ.Ε και τα αποτελέσματα είναι θα πρέπει να συσχετίζονται κυρίως με αυτό το γνωστικό αντικείμενο (Halifax et al., 2019a).

Επιπρόσθετα, κάθε μάθημα διεξήχθη από τον/ην εκπαιδευτικό της εκάστοτε τάξης. Όπως φάνηκε, παρόλο που όλοι οι εκπαιδευτικοί είχαν καταρτιστεί στη χρήση του περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης πριν από τη διδασκαλία στο σχολικό περιβάλλον, φαίνεται ξεκάθαρα ότι επηρέασε τα κίνητρα των μαθητών/τριών. Μια σύγκριση των ενεργειών των εκπαιδευτικών κατά τη διάρκεια κάθε μαθήματος, των αντιλήψεών τους σχετικά με τη χρησιμότητά της εφαρμογής, των στάσεων τους και την πρόθεσης τους να κάνουν χρήση της εφαρμογής, της αυτό-αποτελεσματικότητάς τους και της οπτικής τους απέναντι στη διαδικασίας κατάρτισης θα μπορούσε να μας δώσει περαιτέρω κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αξιοποιούν την εφαρμογή στη μάθηση και ταυτόχρονα επηρεάζουν τα κίνητρα των μαθητών/τριών προς τη μάθηση. Επιπλέον, το δείγμα της έρευνας, οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί, εργαζόταν σε αστικά σχολεία του νομού Ηρακλείου. Συνεπώς, ήταν γεωγραφικά εντοπισμένο σε ένα γεωγραφικό διαμέρισμα της χώρας.

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα αναμένεται να έχει σημαντικά δυνητικά οφέλη για την εκπαίδευση. Υπό το πρίσμα της υγειονομικής και οικονομικής κρίσης που βιώσαμε, υπάρχει αυξανόμενη ανάγκη για ευέλικτη, συχνά μέσω κινητών συσκευών και συνεχή μάθηση που εκτείνεται πέρα από τα όρια των παραδοσιακών σχολικών χώρων. Οι εκπαιδευτικοί έχουν τη δυνατότητα να αποκτήσουν πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τη διδασκαλία των Φ.Ε, καθώς και την ευκαιρία να βελτιώσουν και να εμπλουτίσουν τις διδακτικές τους πρακτικές αξιοποιώντας εφαρμογές που προωθούν την ενεργό εμπλοκή των μαθητών/τριών και την εξατομικευμένη μάθηση. Τα παιδιά θα επωφεληθούν από τη διερευνητική φύση της μάθησης που ενσωματώνεται σε αυτά τα περιβάλλοντα, προωθώντας την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής και δημιουργικής σκέψης.

Οι μαθητές/τριες συνέδεσαν την αυτοπεποίθησή τους με τη «διασκεδαστική» πτυχή της μάθησης, υποδεικνύοντας ότι μια πιο ελκυστική και ευχάριστη μαθησιακή προσέγγιση μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τα κίνητρά τους και την αυτοπεποίθησή τους. Αυτό είναι προφανές, καθώς οι μαθητές/τριες πίστευαν ότι μπορούσαν να μάθουν επιστημονικές έννοιες

μέσω της εφαρμογής και ήταν πρόθυμοι να ενισχύσουν την κατανόηση των φυσικών φαινομένων μέσω της χρήσης της. Το εύρημα αυτό ευθυγραμμίζεται με προηγούμενες μελέτες οι οποίες φανερώνουν ότι τα περιβάλλοντα παιχνιδοποίησης, τα οποία προσφέρουν μια «διασκεδαστική» προσέγγιση στη μάθηση, μπορούν να ενισχύσουν την εμπλοκή των μαθητών/τριών και να προωθήσουν μεγαλύτερη προθυμία να ασχοληθούν με παρόμοιες εφαρμογές στο μέλλον (Papadakis et al., 2023). Ο προσαρμοστικός χαρακτήρας των περιβαλλόντων παιχνιδοποίησης, τα οποία ανταποκρίνονται στις ατομικές ανάγκες και απαιτήσεις των μαθητών/τριών, συμβάλλει στη διατήρηση των κινήτρων και της εμπλοκής τους στη μαθησιακή διαδικασία.

Τα ευρήματα αυτής της μελέτης υποδηλώνουν ότι θα ήταν ωφέλιμο να διερευνηθούν οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις των εφαρμογών προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης. Με αυτό τον τρόπο θα γίνονταν ξεκάθαρα τα μακροχρόνια οφέλη της αλλά και κατά πόσον η βελτιωμένη εμπειρία του χρήστη μπορεί να μεταφερθεί σε βελτιωμένες επιδόσεις. Από την άλλη πλευρά, η παροχή στους χρήστες της δυνατότητας να επιλέξουν αν επιθυμούν ή όχι να χρησιμοποιούν το σύστημα σε τακτική βάση θα παρείχε πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τις πιθανές συνέπειες στη συμπεριφορά των χρηστών. Αυτό το στοιχείο θα μπορούσε επίσης να διερευνηθεί σε μετέπειτα μελέτες.

Επιπλέον, είναι σημαντικό να εξεταστούν τα αποτελέσματα της μαθησιακής διαδικασίας. Προκειμένου να διεξαχθεί μια πλήρης αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στην εκπαίδευση, είναι εξίσου ζωτικής σημασίας να μετρηθούν τόσο τα μαθησιακά αποτελέσματα όσο και οι συνιστώσες παρακίνησης. Με αυτό τον τρόπο θα μπορέσουμε να κατανοήσουμε καλύτερα τη συνολική αποτελεσματικότητα και τα πιθανά οφέλη από τη χρήση της προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στη μαθησιακή διαδικασία αναλύοντας τον αντίκτυπο της χρήσης της στα μαθησιακά αποτελέσματα, όπως η διατήρηση των γνώσεων και η απόκτηση δεξιοτήτων, σε συνδυασμό με τους παράγοντες παρακίνησης. Εκτός από την επικύρωση και τη γενίκευση των ευρημάτων, οι μελέτες αυτές θα μπορούσαν να παράσχουν πολύτιμες πληροφορίες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας αλλά και στη βελτίωση της μεθοδολογίας που σχετίζεται με τα προσαρμοστικά περιβάλλοντα και τη διδακτική Φ.Ε.

Συνεπώς, η ανάπτυξη κατάλληλων εφαρμογών για τη διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών είναι απαραίτητη προκειμένου να παρακινηθούν οι μαθητές/τριες, να συμμετάσχουν ενεργά και να ασχοληθούν με το περιεχόμενο. Επιπλέον, φαίνεται να είναι επωφελής η δημιουργία περιβαλλόντων προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης που σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο πεδίο, πέρα από τη διδασκαλία Φ.Ε. Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό να εντοπιστούν οι πιθανές διαφορές που μπορεί να έχει η χρήση εφαρμογών προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στα δύο φύλα, αλλά και οι λόγοι εμφάνισής τους. Με αυτό τον τρόπο θα μπορέσει να βελτιστοποιηθεί η χρήση της προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης αλλά και τα οφέλη της.

Βιβλιογραφία

Åkerblom, A., Součková, D., & Pramling, N. (2019). Preschool children's conceptions of water, molecule, and chemistry before and after participating in a playfully dramatized early childhood education activity. *Cultural Studies of Science Education*, *14*, 879-895. https://doi.org/10.1007/s11422-018-9894-9

Al-Said, K. (2023). Influence of teacher on student motivation: Opportunities to increase motivational factors during mobile learning. *Education and Information Technologies*, *28*(10), 13439-13457. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11720-w

Alam, M. J., Islam, S. R. B., & Ogawa, K. (2022). Discrete primary education curriculum in Bangladesh: Implications of gamification for quality education. In *Handbook of research on acquiring 21st century literacy skills through game-based learning* (pp. 716-730). USAL IGI Global.

Amado, C., & Roleda, L. (2019). Student Engagement in a Gamified Physics Course. *Proceedings of the International Conference on Future of Education, 2*(1), 85-95. https://doi.org/10.17501/26307413.2019.2109

Andrade, P., Law, E. L. C., Farah, J. C., & Gillet, D. (2020). Evaluating the effects of introducing three gamification elements in STEM educational software for secondary schools. In *Proceedings of the 32nd Australian Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 220-232). ACM. https://doi.org/10.1145/3441000.3441073

Angeloudi, A., & Papageorgiou, G. (2022). Primary students' argumentation skills on evaporation: A teaching intervention. *Preschool and Primary Education*, *10*(1), 1-24. https://doi.org/10.12681/ppej.27434

Aşıksoy, G. (2018). The effects of the gamified flipped classroom environment (GFCE) on students' motivation, learning achievements and perception in a physics course. *Quality & Quantity*, *52*(Suppl 1), 129-145. https://doi.org/10.1007/s11135-017-0597-1

Ayasrah, F. T. M., Alarabi, K., Al Mansouri, M., Fattah, H. A. A., & Al-Said, K. (2024). Enhancing secondary school students' attitudes toward physics by using computer simulations. *International Journal of Data and Network Science, 8*(1), 369-380. https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2023.9.017

Bai, S., Hew, K. F., & Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, *30*, 100322. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100322

Bell, R. L. (2009). Teaching the nature of science: Three critical questions. *Best practices in science education*, *22*, 1-6. Ανακτήθηκε στις 10/05/2023, από: http://www.ngspscience.com/profdev/monographs/scl22-0449a_sci_am_bell_lores

Bennani, S., Maalel, A., & Ben Ghezala, H. (2022). Adaptive gamification in E-learning: A literature review and future challenges. *Computer Applications in Engineering Education*, *30*(2), 628-642. https://doi.org/10.1002/cae.22477

Blossfeld, H. P., & Von Maurice, J. (2019). *Education as a lifelong process* (pp. 17-33). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23162-0_2

Böckle, M., Novak, J., & Bick, M. (2017). Towards Adaptive Gamification: A Synthesis of Current Developments. In Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS), *(pp. 158–174)*. Guimarães, Portugal. ISBN 978-989-20-7655-3

Borrachero, A. B., Brígido, M., Mellado, L., Costillo, E., & Mellado, V. (2014). Emotions in prospective secondary teachers when teaching science content, distinguishing by gender. *Research in Science & Technological Education*, *32*(2), 182-215. https://doi.org/10.1080/02635143.2014.909800

Brígido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L., & Mellado, V. (2013). Prospective primary teachers' self-efficacy and emotions in science teaching. *European journal of teacher education, 36*(2), 200-217. https://doi.org/10.1080/02619768.2012.686993

Buckley, B. C. (2000). Interactive multimedia and model-based learning in biology. *International journal of science education*, *22*(9), 895-935. https://doi.org/10.1080/095006900416848

Çalgici, G., Yildirim, M., & Duru, M. K. (2020). Elimination by Gamification the 5th Grade Students' Misconceptions about the Matter and Phase Change. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, *14*(2), 1278-1310. https://doi.org/10.17522/balikesirnef.814908

Codish, D., & Ravid, G. (2014). Academic course gamification: The art of perceived playfulness. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, *10*(1), 131-151. https://doi.org/10.28945/2066

Docherty-Skippen, S. M., Karrow, D., & Ahmed, G. (2020). Doing Science: Pre-Service Teachers' Attitudes and Confidence Teaching Elementary Science and Technology. *Brock Education: A Journal of Educational Research and Practice*, *29*(1), 25-35. Ανακτήθηκε στις 10/05/2023, από: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1242702.pdf

Drake, K. N., & Long, D. (2009). Rebecca's in the dark: A comparative study of problem-based learning and direct instruction/experiential learning in two 4th-grade classrooms. *Journal of Elementary Science Education*, *21*(1), 1-16. https://doi.org/10.1007/BF03174712

Farjon, D., Smits, A., & Voogt, J. (2019). Technology integration of pre-service teachers explained by attitudes and beliefs, competency, access, and experience. *Computers & Education*, *130*, 81-93. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.010

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the national academy of sciences*, *111*(23), 8410-8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

Fortus, D., & Vedder-Weiss, D. (2014). Measuring students' continuing motivation for science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, *51*(4), 497-522. https://doi.org/10.1002/tea.21136

Hallifax, S., Serna, A., Marty, J. C., Lavoué, G., & Lavoué, E. (2019a). Factors to consider for tailored gamification. In *Proceedings of the annual symposium on computer-human interaction in play* (pp. 559-572). https://doi.org/10.1145/3311350.3347167

Hallifax, S., Serna, A., Marty, J. C., & Lavoué, É. (2019b). Adaptive gamification in education: A literature review of current trends and developments. In *Transforming Learning with Meaningful Technologies: 14th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2019, Delft, The Netherlands, September 16–19, 2019, Proceedings 14*, (pp. 294-307). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29736-7_22

Halim, M. S. A. A., Hashim, H., & Yunus, M. M. (2020). Pupils' Motivation and Perceptions on ESL Lessons through Online Quiz-Games. *Journal of Education and E-Learning Research, 7*(3), 229-234. https://doi.org/10.20448/journal.509.2020.73.229.234

Hamari, J., & Tuunanen, J. (2014). Player types: A meta-synthesis. Transactions of the Digital Games *Research Association, 1*(2), 29-53. https://doi.org/10.26503/todigra.v1i2.13

Hassan, M. A., Habiba, U., Majeed, F., & Shoaib, M. (2021). Adaptive gamification in e-learning based on students' learning styles. *Interactive Learning Environments*, *29*(4), 545-565. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1588745

Ivanova, G., Kozov, V., & Zlatarov, P. (2019). Gamification in software engineering education. In *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* (pp. 1445-1450). IEEE. https://doi.org/10.23919/MIPRO.2019.8757200

Jagušt, T., Botički, I., & So, H. J. (2018). Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning. *Computers & Education*, *125*, 444-457. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.022

Jenkins, D. A., & Mason, D. (2020). Gamification in general chemistry. *Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice*, 439-449. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4_27

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

Kampeza, M., & Delserieys, A. (2020). Acknowledging drawing as a mediating system for young children's ideas concerning change of state of matter. *Review of Science Mathematics & ICT Education*, *14*(2),105-124. https://doi.org/10.26220/rev.3512

Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons. ISBN 978-1-118-09634-5

Karagiannidis, C., Karamatsouki, A., & Chorozidis, G. (2022). Science education in Greece. In *Science Education in Countries Along the Belt & Road: Future Insights and New Requirements* (pp. 399-418). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6955-2_24

Kim, S., Song, K., Lockee, B., & Burton, J. (2018). Gamification cases in STEM education. In S. Kim, K. Song, B. Lockee, & J. Burton (Eds.), Gamification in learning and education (pp. 125-139). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47283-6_11

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

Kotsis K.T., Gikopoulou O., Patrinopoulos M., Kapotis E., and Kalkanis G., (2023), Designing the New Science Curricula for Primary Education in Greece. In Soulis S.G., Liakopoulou M. & Galani A. (Eds), *Challenges and Concerns in 21st Century Education*, Chapter 9, (pp. 101-116). Cambridge Scholars Publishing. ISBN 978-1-5275-1984-8

Lai, K. H., & Foon, H. K. (2019). To assess a gamified 5E flipped learning platform's effectiveness in promoting student learning and achievement in physics: A design-based research. In *Shaping the Future of Education, Communication and Technology: Selected Papers from the HKAECT 2019 International Conference* (pp. 91-106). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6681-9_7

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

López, C., & Tucker, C. (2018). Toward personalized adaptive gamification: a machine learning model for predicting performance. *IEEE transactions on Games*, *12*(2), 155-168. https://doi.org/10.1109/TG.2018.2883661

Lopes, A. P., Soler, M., Caña, R., Cortés, L., Bentabol, M., Bentabol, A., & Luna, M. (2019). Gamification in education and active methodologies at higher education. In Proceedings of EDULEARN19 Conference, (pp.1633-1640) Palma, Mallorca, Spain. Ανακτήθηκε στις 10/05/2023, από: https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.0480

Markopoulos, A. P., Fragkou, A., Kasidiaris, P. D., & Davim, J. P. (2015). Gamification in engineering education and professional training. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, *43*(2), 118-131. https://doi.org/10.1177/0306419015591324

Mee, R. W. M., Shahdan, T. S. T., Ismail, M. R., Ghani, K. A., Pek, L. S., Von, W. Y., ... & Rao, Y. S. (2020). Role of Gamification in Classroom Teaching: Pre-Service Teachers' View. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, *9*(3), 684-690. http://doi.org/10.11591/ijere.v9i3.20622

Monterrat, B., Lavoué, É., & George, S. (2017). Adaptation of gaming features for motivating learners. *Simulation & Gaming*, *48*(5), 625-656. https://doi.org/10.1177/1046878117712632

National Research Council, Division of Behavioral, Board on Science Education, & Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. ISBN 978-0-309-21742-2

Oliveira, W., Hamari, J., Shi, L., Toda, A. M., Rodrigues, L., Palomino, P. T., & Isotani, S. (2023). Tailored gamification in education: A literature review and future agenda. *Education and Information Technologies*, *28*(1), 373-406. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11122-4

Panis, I., Setyosari, P., Kuswandi, D., & Yuliati, L. (2020). Design gamification models in higher education: A study in Indonesia. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, *15*(12), 244-255. Ανακτήθηκε στις 10/05/2023, από: https://www.learntechlib.org/p/217547/ *Proceedings 6* (pp. 366-375). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76908-0_35

Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2018). The effectiveness of computer and tablet assisted intervention in early childhood students' understanding of numbers. An empirical study conducted in Greece. *Education and Information Technologies*, *23*, 1849-1871. https://doi.org/10.1007/s10639-018-9693-7

Papadakis, S., Zourmpakis, AI., Kalogiannakis, M. (2023). Analyzing the Impact of a Gamification Approach on Primary Students' Motivation and Learning in Science Education. In: Auer, M.E., Pachatz, W., Rüütmann, T. (eds) *Learning in the Age of Digital and Green Transition. ICL 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 633. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26876-2_66

Pektaş, M., & Kepceoğlu, İ. (2019). What do prospective teachers think about educational gamification?. *Science education international*, *30*(1), 65-74. Ανακτήθηκε στις 10/05/2023, από: https://www.icaseonline.net/journal/index.php/sei/article/view/106

Pelletier, K., Brown, M., Brooks, D. C., McCormack, M., Reeves, J., & Nichole, A. (2021). EDUCAUSE horizon report, teaching and learning edition. EDUCAUSE, Boulder. Ανακτήθηκε στις 10/05/2023, από: https://www.learntechlib.org/p/215670/

Petousi, V., & Sifaki, E. (2020). Contextualizing harm in the framework of research misconduct. Findings from a discourse analysis of scientific publications, *International Journal of Sustainable Development, 23*(3/4), 149-174. https://doi.org/10.1504/IJSD.2020.10037655

Purba, L. S. L., Sormin, E., Harefa, N., & Sumiyati, S. (2019). Effectiveness of use of online games kahoot! chemical to improve student learning motivation. *Jurnal Pendidikan Kimia*, *11*(2), 57-66. Ανακτήθηκε στις 10/05/2023, από: http://repository.uki.ac.id/2626/

Rachels, J. R., & Rockinson-Szapkiw, A. J. (2018). The effects of a mobile gamification app on elementary students' Spanish achievement and self-efficacy. *Computer Assisted Language Learning*, *31*(1-2), 72-89. https://doi.org/10.1080/09588221.2017.1382536

Rajendran, T., Nor, A. N., & Melor, M. Y. (2019). Pupils□ motivation and perceptions towards learning English using quizvaganza. International Journal of Scientific and Research Publications, 9(1), 1-9. http://dx.doi.org/10.29322/IJSRP.9.01.2019.p8529

Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2019). Investigating gender differences in mathematics and science: Results from the 2011 Trends in Mathematics and Science Survey. *Research in Science Education*, *49*(1), 25-50. https://doi.org/10.1007/s11165-017-9630-6

Richter, G., Raban, D. R., & Rafaeli, S. (2015). *Studying gamification: The effect of rewards and incentives on motivation* (pp. 21-46). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_2

Rodrigues, L. F., Oliveira, A., & Rodrigues, H. (2019). Main gamification concepts: A systematic mapping study. *Heliyon*, *5*(7). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01993

Rodrigues, L., Palomino, P. T., Toda, A. M., Klock, A. C., Oliveira, W., Avila-Santos, A. P., ... & Isotani, S. (2021). Personalization improves gamification: Evidence from a mixed-methods study. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, *5*(CHI PLAY), 1-25. https://doi.org/10.1145/3474714

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, *25*(1), 54-67. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020

Sakkir, G., Dollah, S., & Ahmad, J. (2021). E-learning in covid-19 situation: Students' perception. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, *1*(1), 9-15. https://doi.org/10.35877/454RI.eduline378

Savec, V. F. (2017). The opportunities and challenges for ICT in science education. *LUMAT International Journal on Math Science and Technology Education*, *5*(1), 12-22. https://doi.org/10.31129/LUMAT.5.1.256

Seaborn, K., & Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of human-computer studies*, *74*, 14-31. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.006

Sharma, S. V., & Sharma, K. C. (2007). Concepts of force and frictional force: the influence of preconceptions on learning across different levels. *Physics Education*, *42*(5), 516. https://doi.org/10.1088/0031-9120/42/5/012

Skoumios, M., & Giannakopoulos, N. (2017). Developing Middle School Students' Conceptions of the Particulate Nature of Matter. *The International Journal of Interdisciplinary Educational Studies*, *12*(1), 13-25. https://doi.org/10.18848/2327-011X/CGP/v12i01/13-25

Steidtmann, L., Kleickmann, T., & Steffensky, M. (2023). Declining interest in science in lower secondary school classes: Quasi-experimental and longitudinal evidence on the role of teaching and teaching quality. *Journal of Research in Science Teaching*, *60*(1), 164-195. https://doi.org/10.1002/tea.21794

Taggart, J., & Hood, N. (1999). Determinants of autonomy in multinational corporation subsidiaries. *European Management Journal*, *17*(2), 226-236. https://doi.org/10.1016/S0263-2373(98)00081-4

Tan, S., & Shen, Z. (2017). Hybrid problem-based learning in digital image processing: a case study. *IEEE Transactions on Education*, *61*(2), 127-135. https://doi.org/10.1109/TE.2017.2766155

Tenório, K., Dermeval, D., Monteiro, M., Peixoto, A., & Pedro, A. (2020). Raising teachers empowerment in gamification design of adaptive learning systems: a qualitative research. In *Artificial Intelligence in Education: 21st International Conference, AIED 2020, Ifrane, Morocco, July 6–10, 2020, Proceedings, Part I 21* (pp. 524-536). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52237-7_42

Teo, T., Fan, X., & Du, J. (2015). Technology acceptance among pre-service teachers: Does gender matter?. *Australasian Journal of Educational Technology*, *31*(3). https://doi.org/10.14742/ajet.1672

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. https://doi.org/10.1177/0735633117705646

Tsikalas, T., Stamovlasis, D., & Papageorgiou, G. (2014). Mental representations of 12 year-old children about boiling and evaporation: A probabilistic association with convergent and divergent thinking. *Preschool and Primary Education*, *2*(1), 17-26. Ανακτήθηκε στις 10/05/2023, από: https://www.learntechlib.org/p/187423/

Vidakis, N., Barianos, A. K., Trampas, A. M., Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Vassilakis, K. (2019). Generating Education in-Game Data: The Case of an Ancient Theatre Serious Game. In *CSEDU (1)* (pp. 36-43). SCITEPRESS. https://doi.org/10.5220/0007810800360043

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. https://doi.org/10.2478/ajis-2018-0011

Werbach, K., Hunter, D., & Dixon, W. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business* (Vol. 1). Philadelphia: Wharton digital press. ISBN 978-1-61363-023-5

Yilmaz, E., Sahin, M., & Turgut, M. (2017). Variables affecting student motivation based on academic publications. *Journal of Education and Practice*, *8*(12), 112-120. Ανακτήθηκε στις 10/05/2023, από: https://eric.ed.gov/?id=EJ1140621

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

Zancajo, A., Verger, A., & Bolea, P. (2022). Digitalization and beyond: the effects of Covid-19 on post-pandemic educational policy and delivery in Europe. *Policy and Society, 41*(1), 111-128. https://doi.org/10.1093/polsoc/puab016

Zeidan, A. H., & Jayosi, M. R. (2015). Science Process Skills and Attitudes toward Science among Palestinian Secondary School Students. *World journal of Education*, *5*(1), 13-24. Ανακτήθηκε στις 10/05/2023, από: https://eric.ed.gov/?id=EJ1158460

Zhao, J., Hwang, G. J., Chang, S. C., Yang, Q. F., & Nokkaew, A. (2021). Effects of gamified interactive e-books on students' flipped learning performance, motivation, and meta-cognition tendency in a mathematics course. *Educational Technology Research and Development*, *69*, 3255-3280. https://doi.org/10.1007/s11423-021-10053-0

Zourmpakis, A. I., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2022). Education of preschool and elementary teachers on the use of adaptive gamification in science education. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, *14*(1), 1-16. https://doi.org/10.1504/IJTEL.2022.120556

Zourmpakis, A. I., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2023). A review of the literature for designing and developing a framework for adaptive gamification in physics education. *The international handbook of physics education research: Teaching physics*, 5-1. https://doi.org/10.1063/9780735425712_005

Καλογιαννάκης, Μ., Ζουρμπάκης, Α. Ι., & Παπαδάκης, Σ. (2022). Διερεύνηση των αντιλήψεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών προσχολικής εκπαίδευσης σχετικά με τη χρήση της παιχνιδοποίησης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, *18*(1), 26-55.

Παράρτημα: Ερωτηματολόγιο κινήτρων μαθητών

Ερωτηματολόγιο κινήτρων

Κίνητρα των μαθητών/τριών για εκμάθηση του φυσικών φαινομένων χρησιμοποιώντας την εφαρμογή προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης[1]					
	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Μου αρέσει να μαθαίνω φυσικά φαινόμενα χρησιμοποιώντας εφαρμογές σαν αυτή του με το κύκλο του νερού.	☐	☐	☐	☐	☐
Ενδιαφέρομαι να μαθαίνω φυσικά φαινόμενα στο σχολείο.	☐	☐	☐	☐	☐
Προτιμώ να περνάω περισσότερο χρόνο μαθαίνοντας φυσικά φαινόμενα από άλλα μαθήματα.	☐	☐	☐	☐	☐
Νομίζω ότι μπορώ να μάθω φυσικά φαινόμενα χρησιμοποιώντας εφαρμογές, όπως αυτή με τον κύκλο του νερού.	☐	☐	☐	☐	☐
Αισθάνομαι μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση μαθαίνοντας με ένα διασκεδαστικό τρόπο για τα φυσικά φαινόμενα.	☐	☐	☐	☐	☐
Νομίζω ότι το μάθημα της τάξης για τα φυσικά φαινόμενα είναι βαρετό.	☐	☐	☐	☐	☐
Η εκμάθηση φυσικών φαινομένων, όπως αυτή με το κύκλο του νερού, αυξάνει το ενδιαφέρον μου για μάθηση.	☐	☐	☐	☐	☐
Χρησιμοποιώντας εφαρμογές, όπως αυτή με το κύκλο του νερού, με κάνει να θέλω να μαθαίνω περισσότερο για τα φυσικά φαινόμενα και να είμαι καλός/η σε αυτό.	☐	☐	☐	☐	☐
Η χρήση εφαρμογών, όπως αυτής του κύκλου του νερού, για την εκμάθηση φυσικών φαινομένων με κάνει να νιώθω λιγότερο νευρικός/η στην τάξη.	☐	☐	☐	☐	☐